

## **Avaliação volumétrica dos açudes que compõe a sub-bacia Peixe no Semiárido Paraibano no Período de estiagem.**

CLAUDINO, Cinthia Maria de Abreu<sup>1</sup>, DINIZ, Maria Ingridy Lacerda<sup>2</sup>, SENA, Thiago de Sá<sup>3</sup>; NEVES, Yuri Tomaz<sup>4</sup>; SANTOS, Laércio Leal dos<sup>5</sup>.

### **RESUMO:**

Períodos de seca são episódios recorrentes no semiárido nordestino, para evitar que a falta de água prejudique economicamente e socialmente a região o poder público e população criam alternativas para conseguir armazenar água para o período de baixa pluviosidade. Entre as medidas adotadas está a construção de açudes, só no estado da Paraíba são 126 açudes, monitorados pela AESA, distribuídos ao longo do território. Afim de analisar a contribuição desses açudes no processo de evitar a escassez de água, foi feito um análise volumétrica de oito reservatórios localizados na sub-bacia do Peixe, no noroeste do estado. Com os dados volumétricos, coletados pela AESA foi feita uma análise da contribuição de cada reservatório para região, bem como a relação entre o volume máximo que cada reservatório foi dimensionado com a população das cidades que são abastecidas por sua água acumulada e também uma análise quantitativa do volume desses reservatórios em um biênio de crise hídrica na região, 2013 á 2015, em um período considerado de chuva e em outro considerado de baixa pluviosidade. Com base nos resultados, pôde-se verificar a significância de alguns desses reservatórios para o suprimento das necessidades das populações locais e por meio disso conseguir formular um panorama das medidas que devem ser tomadas para melhorar o armazenamento de água na região e assim conseguir evitar a recorrência de crises hídricas.

**Palavras- Chaves:** Crise-hídrica, Açudes, Análise Volumétrica, Semiárido.

### **INTRODUÇÃO**

Historicamente foi alimentada uma ideia da água como recurso infinito devido a grande quantidade de água do planeta. Com o passar dos anos com o aumento da população, com o desenvolvimento de mais atividades que demandam o uso da água, com a degradação de vários corpos hídricos e com isso o surgimento de várias crises hídricas, a população começou a ver os recursos hídricos como algo finito e que precisa ser gerenciado de forma correta para que não haja seu esgotamento total.

Somente em 1970 as preocupações e medidas, em relação aos problemas de gestão de água no mundo, começaram a se tornar mais efetivas e consistentes. No cenário nacional o

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil. Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, (83) 99618-9626, cinthiamariaac@gmail.com

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Civil. Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, (83) 99654-8343, ingridy\_m12@hotmail.com.

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Civil. Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, (83) 9957-2703, tg.777@hotmail.com.

gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis ainda apresenta uma grande déficit no que diz respeito à legislação, fiscalização e tomada execução de medidas publicas , seja em relação à abrangência dos sistemas de abastecimento de água e de tratamento de esgoto, tanto do ponto de vista do aproveitamento e das formas de exploração sustentáveis. (BRITO, 2008)

Apesar do Brasil apresentar uma grande reserva de água quando comparado a outras regiões do mundo, sendo feita uma relação entre a disponibilidade e demanda no país a média não apresenta a existência de um déficit hídrico. No entanto isso não condiz com a realidade, devido a grande diferença climatológica, de reservas hídricas e de concentração populacional existente no território (BRITO, 2008)

Uma das regiões do Brasil que mais são afetadas quando se trata de crise hídrica, é a região nordeste. Além de apresentar um índice pluviométrico baixo os desperdícios, falta de planejamento técnicos e falta de gerenciamento adequados acabem por gerar perdas e um subaproveitamento de um recurso já escasso.

Grandes esforços vêm sendo empreendidos para que a questão da disponibilidade e uso da água na região nordeste, principalmente na região semiárida venha a ser feita da melhor maneira com o objetivo de diminuir os problemas econômicos e sociais gerados pelos períodos de seca prolongados enfrentados pela região. Mesmo com várias medidas já realizadas, ainda há muito o que se fazer para que a questão da seca nessa região passe a ser controlada. (SOARES,2013).

Frente à problemática do abastecimento enfrentado na região medidas alternativas são tomadas, tanto pela população quanto pelos governos com o objetivo de represar água para que esse volume possa suprir as necessidades mesmo em períodos de baixa pluviosidade. Assim no semiárido brasileiro, os mananciais superficiais, cuja as ofertas dependem das água que escoam nos rios ou das águas pluviais acumuladas em reservatórios naturais ou artificiais, são a principal forma utilizada pelas as redes de abastecimento público de água.

Historicamente, o recurso mais usado pelas políticas públicas com o objetivo de diminuir a problemática de estiagem e conseguir garantir o suprimento das necessidades é a construção de sistemas de armazenamento em açudes, devido a grande implantação dessa medida, o semi-árido nordestino é a região com o maior número de açudes construídos no Brasil. (BRITO, 2008)

Com a construção desse cenário de recorrência dos períodos de estiagem e da utilização de uma medida que devia conter esse problema, a temática abordada torna-se necessária para que

através da análise volumétrica de açudes que abastecem uma região do sertão Paraibano, que passou por uma grande crise hídrica no período de 2013-2015, chegou-se a problemática da qual as medidas tomadas não se tornam significativamente eficientes para o abastecimento da população durante o período de seca.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

De acordo com Rebouças, 2006 o Brasil é um país com grande abundância hídrica, tendo a maior reserva de água doce disponível no mundo, estimada em 12% das reservas hídricas do planeta. Mas apesar dessa grande quantidade o país assim como vários outros, enfrenta crises hídricas, esse fato pode ser explicado como relatado por Brito, 2008 pelo fato de os recursos hídricos do país não estão distribuídos de maneira equitativa em seu território, existindo uma grande discrepância na distribuição espacial da água doce: 70% desta está na região Norte; 15% no Centro-Oeste; 12% nas regiões Sul e Sudeste e apenas 3% no Nordeste.

Através desses dados pode-se perceber que a região com mais carência hidrológica é a nordeste. Essa região se caracteriza por apresentar das médias pluviométricas pouco significativas. Dentro da região ainda existe pontos em que a situação climatológica é mais crítica delimitada como o semiárido nordestino que abrange 1.113 municípios nos estados de Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia e mais a porção setentrional de Minas Gerais, correspondendo a uma área de 969.589 Km<sup>2</sup>. O território semiárido nordestino abriga uma população de 45,5 milhões, equivalentes a 29% do total nacional (BRASIL, 2007).

Apesar da condição hídrica preocupante no cenário nacional, se comparado as outras regiões semiáridas mundiais, esta se caracteriza por ser a mais chuvosa do mundo, com uma média de precipitação de 750 mm/ano e ainda por possuir a maior concentração de água artificialmente acumulada. (BRITO, 2008)

Entre as medidas adotadas mais efetivamente utilizada para garantir o acúmulo de água na região do semiárido, é a construção de açudes. Mas esses, apresentam uma baixa eficiência hidrológica estimada em apenas 20% do volume estocado, em virtude principalmente das barragens dos rios intermitentes que acabam por causar uma maior perda por evaporação e contribuir com a salga das águas, além das chuvas que carregam os minerais das rochas cristalinas, que predominantes na região (VIERA, 1994). Além de enfrentar esses problemas naturais a política de represamento de água por açudes enfrenta problemas no que diz respeito a falta de critério hidrológico no dimensionamento da barragem, que leva com que o que devia ser uma solução para uma fonte segura de água acabe por funcionar como evaporímetros. (REBOUÇAS, 1997)

Apesar de apresentar um panorama positivo quanto essas questões, a falta de políticas adequadas e efetivas junto com o gerenciamento eficiente acabam por fazer que os recursos hídricos limitados não sejam aproveitados da melhor forma, levando a região a um constante problema de escassez de água. (BRITO, 2008)

A gestão de águas no Estado da Paraíba teve grandes alterações após a instituição da Lei de Águas Federal nº 9.433/97 que desde então sofre modificações ao longo do tempo para se adequar aos ditames da norma federal. Além da legislação, com essa reforma, surgiram recentes instituições de águas que buscam regular o uso do recurso no estado, mas que para isso necessitam de consistentes olhares, saberes e ações proativas com o intuito de melhor captar suas essências e seus direcionamentos (BARBOSA, et al, 2014)

Mesmo com essas modificações na gestão de águas no estado, ainda é recorrente o problema de estiagem, como o que foi enfrentado pela população que habita o semiárido durante o período que compreende os anos de 2013 á 2015. A dimensão desse problema pode ser retratada segundo relatório da Confederação Nacional dos Municípios (2014) que informa que o nordeste brasileiro enfrenta em 2013 a maior seca dos últimos 50 anos, com mais de 1.400 municípios afetados.

A visão de seca é comum em grande parte dos estados do semiárido nordestino, mas cada estado se depara com situações distintas. Como relatado pela Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) em 2012 o estado da Paraíba apresentava quinze cidades e cinco distritos paraibanos estão em colapso no abastecimento de água; 49 localidades que passam por racionamento, e há ainda as 10 cidades que estão em alerta podendo ficar sem abastecimento.

Esse cenário recente de escassez aconteceu, apesar de todas as políticas públicas de abastecimento, da mobilidade dos órgãos estaduais e de vários outros recursos utilizados pela população em particular para enfrentar esse período de escassez. Assim, resta analisar como essa política de retenção de água está sendo feita para que através disso possa vir a tomar medidas efetivas para que essa possa apresentar um benefício mais significativo contra a existência desses longos períodos de estiagem.

## **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

A Paraíba está dividida em onze bacias hidrográficas, sendo essas subdivididas em de domínio federal: Curimataú, Piranhas, Jacu, Guaju e Trairi, que ultrapassam as fronteiras do Estado e englobam áreas do Rio Grande do Norte, e as de domínio estadual: Rio Paraíba, as do litoral sul (formada pelos Rios Abiaí e Gramame) e as do litoral norte (formada pelos Rios Miriri, Mamanguape e Camaratuba). (AESAs)



Essas 11 Bacias hidrográficas estão dispostas conforme a figura 1.

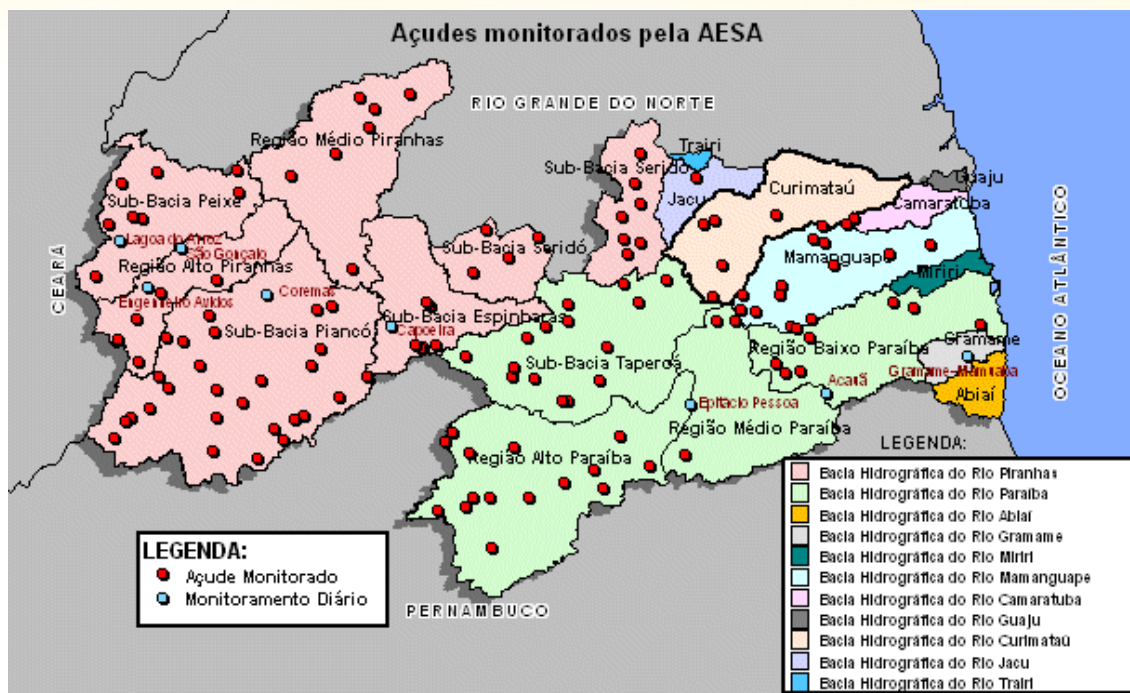


Figura 1- Distribuição dos açudes por bacias hidrográficas na Paraíba.

Fonte: AESA

Além da disposição das bacias no território do estado a figura ainda mostra a localização dos

126 açudes da Paraíba monitorados pela AESA, com a distinção entre aqueles que são monitorados diariamente e os que são monitorados em outros períodos de tempo.

A área em questão a ser estudada, compreende a região da sub bacia do Rio do Peixe localizada na porção nordeste do estado, parte componente da bacia do Rio Piranhas. A sub bacia é formada pelos municípios com suas respectivas populações descritos na Tabela 1.

Tabela 1- Relação populacional dos municípios estudados.

Municípios	População (hab.)
Cachoeira dos Índios	10.191
Cajazeiras	61.816
São Francisco	3.369
São João do Rio do Peixe	17.934
Triunfo	9.465
Uiraúna	15.307

Fonte: IBGE

Os açudes que compõem a sub bacia e suas respectivas capacidades máximas estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2- Relação dos açudes estudados com a Capacidade máxima.

Açudes	Capacidade Máxima (m <sup>3</sup> )
Cachoeira da Vaca	339.156
Lagoa do Arroz	80.220.750
Paraíso (Luiz Oliveira)	5.340.024
Chupadouro I	2.764.100
Pilões	13.000.000
Gamela	472.926
Arrojado	3.596.180
Capivara	37.549.827

Fonte: AESA

Cada reservatório serve como fonte de abastecimento de um ou mais municípios da região como relacionado na Tabela 3.

Tabela 2- Relação dos açudes estudados com a Capacidade máxima.

Municípios	Açudes
Cachoeira dos Índios	Cachoeira da Vaca
Cajazeiras	Lagoa do Arroz
São Francisco	Paraíso (Luiz Oliveira)
São João do Rio do Peixe	Chupadouro I e Pilões
Triunfo	Gamela
Uiraúna	Arrojado e Capivara

Fonte: AESA

A climatologia da região é marcada pela predominância do clima semi-árido, quente seco, e semi-úmido nas áreas de serras e depressões, com chuvas de verão, e temperaturas médias anuais superiores a 24°C. Durante o período de 975 anos, as medições pluviométricas registraram

taxas: mínimas de 138,0mm; média de 391,2mm e máximas de 1.035mm distribuídas irregularmente, ocasionando estação seca que pode atingir 11(onze) meses. Existem anos que o período de estiagem ultrapassa os 12 meses do ano. A precipitação no Sertão ocorre principalmente no período de fevereiro a maio, decorrente da atuação da Zona de Convergência Intertropical. Por outro lado nos anos chuvosos à população sofre o efeito das enchentes (LIMEIRA, 2008)

Os levantamentos para a execução desse trabalho foram realizados a partir dos dados de nível e volume dos açudes coletados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA. Através do uso dos dados para os reservatórios em questão (Tabela 2) foram avaliadas as variações no armazenamento para os anos de 2013 á 2015 período de grande estiagem na região.

Entendendo a climatologia da região chegou-se a conclusão que para evitar uma comparação tendenciosa é feito a análise dos dados em um mês no período chuvoso, fevereiro, e um mês do período definido como seco, outubro.

Os dados foram distribuídos de forma a facilitar a comparação e análise em gráficos de diferentes tipos para assim poder chegar a conclusão se a dimensão dos açudes desta região são adequadas e se essa estrutura atinge o objetivo de captação de um volume significativo de água para a sobrevivência da população nos períodos de estiagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo dados coletados na AESA a capacidade volumétrica total dos açudes localizados na sub bacia do Peixe é de 143.282.963 m<sup>3</sup> esse volume é distribuído de acordo com o Gráfico 1 com entre os seguintes reservatórios.

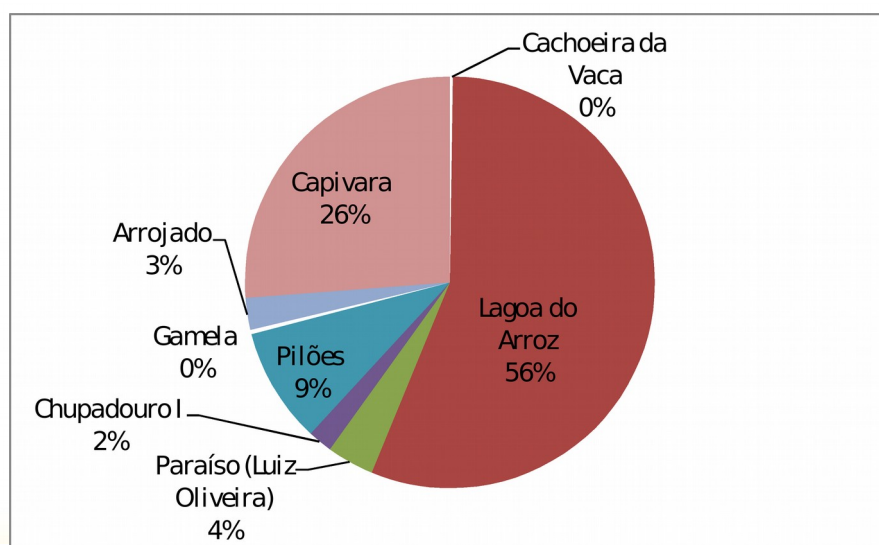


Gráfico 1- Distribuição do volume de acordo com os reservatórios

Por meio da visualização do gráfico percebemos que há uma grande distinção entre o dimensionamento do volume dos açudes da região, enquanto apenas um único reservatório comporta mais da metade (56%) da capacidade de armazenamento, outros apresentam uma capacidade inexpressiva para região (0%).

Quando por sua vez equacionamos a razão do volume de cada reservatório que serve como fonte de abastecimento (dados baseados na AESA) ao número de habitantes (dados baseados no IBGE) que é beneficiado, assim obtemos o Gráfico 3.

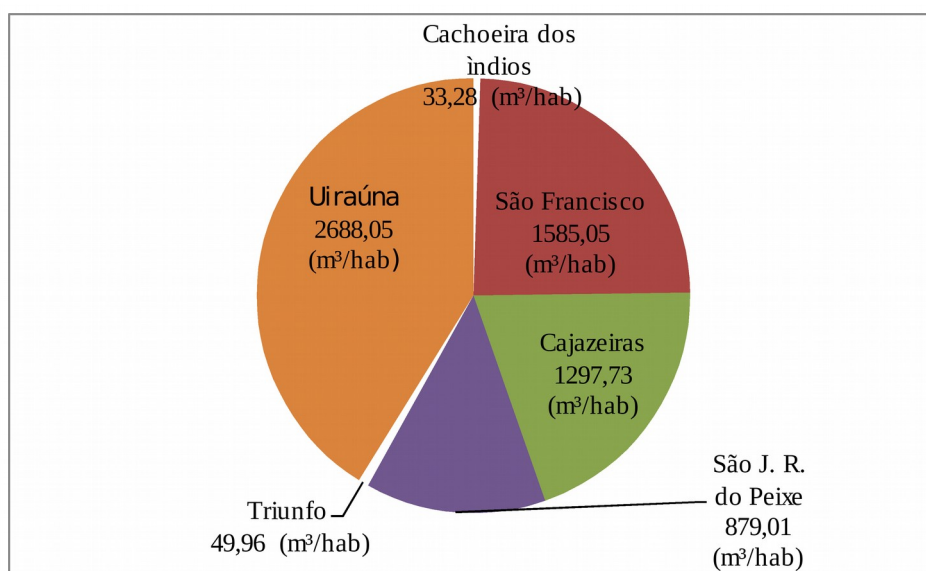


Gráfico 2- Razão entre o volume de água e a população.

Assim por meio desse gráfico podemos analisar a capacidade total hidrológica de cada município e por meio da análise concluir que alguns municípios apresentam uma situação hídrica bem fragilizada, como no caso de Triunfo e Cachoeira dos Índios, enquanto outros apresentam uma situação bastante estável como o caso de Uiraúna. É importante salientar que essa análise de dados não leva em conta outros municípios circunvizinhos que não estão relacionados nos dados oficiais da AESA, mas que também utilizam água desses reservatórios, bem como a parte da água desses reservatórios destinada a outros fins que não são o de uso da população.

No entanto em maior parte dos períodos esses reservatórios não estão com sua capacidade total por serem abastecidos principalmente por água provinda da chuva e essa região apresentar um quadro pluviométrico irregular. Assim ao ser analisado em um período, tido por ser de estiagem, nos anos de 2013-2015 num mês que regularmente faz parte do período chuvoso da região, temos que os açudes analisados tinham a porcentagem ocupada do seu volume total dispostos no Gráfico3.



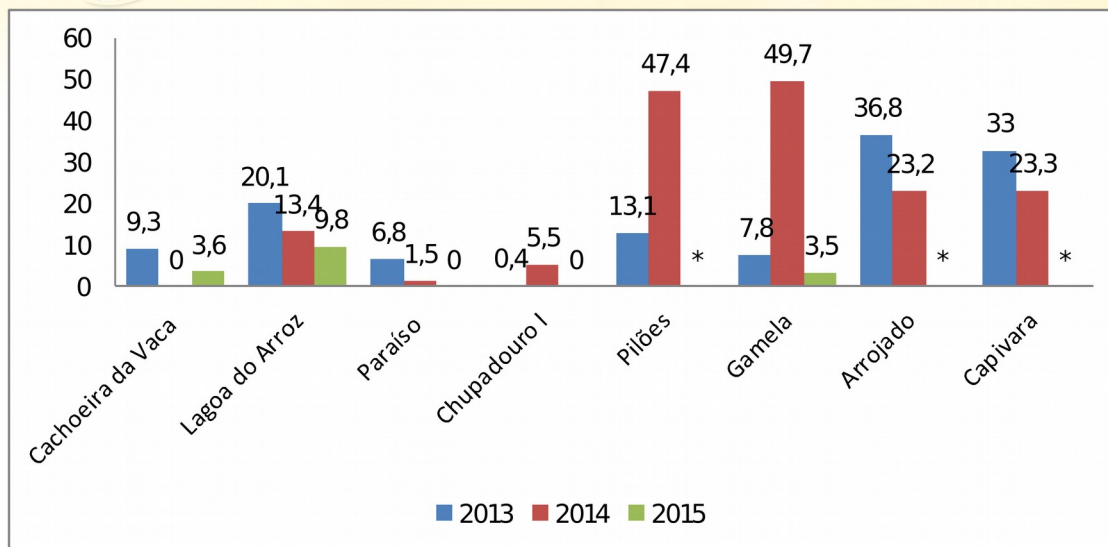


Gráfico 3- Porcentagem do volume total dos açudes no período chuvoso.

Por meio desse gráfico podemos verificar que esse biênio foi crítico para todos os reservatórios da região, pois todos operavam com o volume abaixo dos 50% da sua capacidade total. No mês chuvoso, em que espera-se que os reservatórios acumulem água para o volume seco, boa parte deles no ano de 2013 a média de volume foi de 15,9%, no ano de 2014 houve um período chuvoso um pouco melhor do que o ano anterior, porém pouco significativo com uma média volumétrica de 22,18% para que no ano seguinte a situação alcançasse situações críticas de média de 3,38% do volume para os cinco açudes monitorados, já que nesse ano três dos açudes não possuem dados de volumetria nesse mês (simbolizado por um \*).

Quando reunido os dados do mês de outubro, considerado um mês de baixo índice pluviométrico, nos três anos podemos obter os seguintes volumes dos oito reservatórios analisados, dispostos no Gráfico 4.

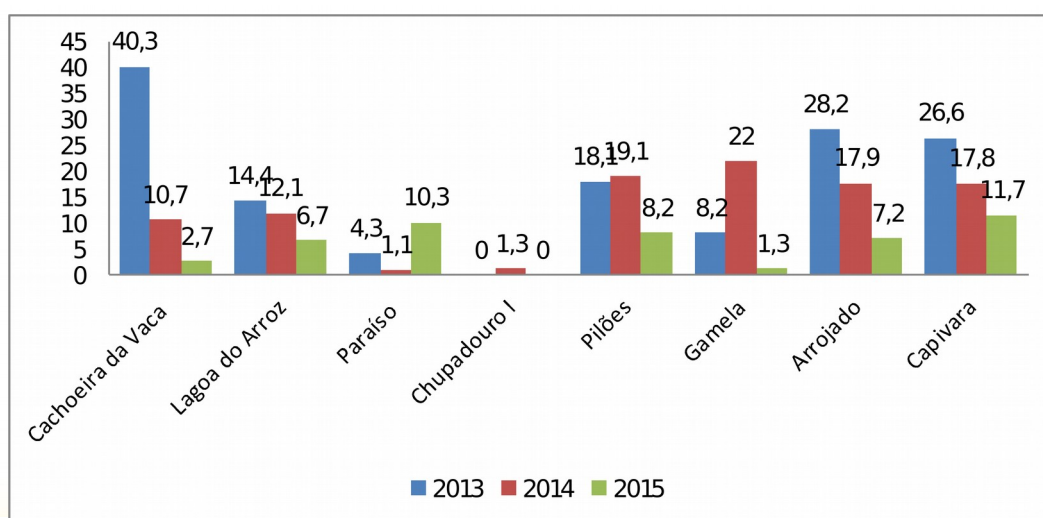


Gráfico 4- Porcentagem do volume total dos açudes no período de estiagem.

Por meio da análise dos dados temos que a média do ano de 2013 é de 15,7% um pouco menor do que a apresentada no período considerado de chuvas, já no ano de 2014 a média de 12,75% mostrou-se bem abaixo do que a de períodos chuvosos o ano de 2015 quando levado em conta os oito açudes estudados apresenta uma média volumétrica de 6,0%.

Com isso temos um cenário preocupante já que algumas localidades o volume dos reservatórios é desproporcional a demanda da população e outro fator agravante é grande parte desses reservatórios apresentarem uma porcentagem reduzida de acúmulo de água quando comparado a sua capacidade, o que torna o que devia ser uma solução para acumular água durante o período de estiagem, uma solução pouco significativa.

## **CONCLUSÃO**

A política de construção de açudes que mobilizou o governo federal e estadual durante décadas como uma tática de combate a seca, teve seus pontos positivos e negativos. Apesar de conseguir armazenar água durante os períodos de chuva, o volume antes calculado para uma população que acabou crescendo e desenvolvendo as cidades, aumentando a demanda de água tornando o volume acumulado insuficiente.

Além dos parâmetros de desenvolvimento e maior demanda hídrica o volume de um reservatório deve ter seu uso planejado, para que este não chegue a níveis muito baixos e assim eleve as a taxas de evaporação e a salinidade das águas (SOARES,2013).

Para que o volume de água se equipare a demanda é necessário que haja uma boa gestão dos reservatórios existentes, ampliação do volume ou construção de novos açudes e difusão de outras formas de abastecimento alternativas, como uso de poços ou a dessalinização.

Além de aumentar a reserva hídrica é importante uma gestão integrada e sustentável através da educação ambiental da população, no sentido de conscientizá-la para evitar o desperdício, principalmente nas áreas de maior escassez. Essa gestão também inclui a reavaliação das outorgas e da vazão alocável máxima, para evitar os conflitos entre setores usuários e estabelecer um controle no uso da água, e assim fazer um uso do volume adequado para cada setor. Sobre o uso da água Vale ressaltar que a gestão deve ser proativa, antecipando-se à existência dos problemas, procurando evitá-los ou neutralizá-los.

Com um volume reservado adequado bem como uma gestão que venha a preservar de forma correta a água e com a mobilização social de cada local os problemas de estiagem se tornaram cada vez menos recorrentes, e assim outros problemas gerados pela falta de água não serão gerados.

## REFERÊNCIAS

- AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Relação dos açudes monitorados.** Disponível em: [http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/jsp/monitoramento/volumes\\_acudes/indexVolumesAcudes.jsp](http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/jsp/monitoramento/volumes_acudes/indexVolumesAcudes.jsp). Acesso em 17 de setembro de 2016
- AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Caracterização das bacias hidrográficas.** Disponível em: [http://www.aesa.pb.gov.br/perh/relatorio\\_final/Capitulo%202/pdf/2.1%20-%20CaracBaciasHidrograficas.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/perh/relatorio_final/Capitulo%202/pdf/2.1%20-%20CaracBaciasHidrograficas.pdf). Acesso em 17 de setembro de 2016
- BARBOSA, E. M ; BARBOSA; M. F. N.; FARIAS; S. A. R. ; DANTAS, J. N.; ARAÚJO, E. **Sub bacia hidrográfica do Rio do Peixe- PB: direito, política e gestão.** In: Encontro internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente, 2014.
- BRASIL. **Nova delimitação do semiárido brasileiro.** Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br>. Acesso em: 17 de setembro de 2016.
- BRITO, F. B. **O conflito pelo uso da água do açude Epitácio Pessoa – PB** Dissertação – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB 2008
- COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DA PARAIBA- CAGEPA. Disponível: <http://www.cagepa.pb.gov.br/>. Acesso em 17 de setembro de 2016.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICIPIOS-CNM. Disponível: <http://www.cnm.org.br/>. Acesso em 17 de setembro de 2016
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=25>>. Acesso em: 17 de setembro de 2016
- LIMEIRA, R. C. **Variabilidade e tendência das chuvas no estado da Paraíba.** Campina Grande – PB, 2008. Dissertação de mestrado- Universidade Federal de Campina Grande.
- REBOUÇAS, A. **Água subterrânea: fonte mal-explorada no conhecimento e na sua utilização.** A Água em Revista, Belo Horizonte, CPRM, v. 5, n. 8, p. 84-87, 1997.
- REBOUÇAS, Aldo C. **Água doce no mundo e no Brasil.** In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. & TUNDISI, G. (Org.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Ed. Escrituras. 2006.
- SOARES, E. Seca no Nordeste e a transposição do rio São Francisco. In: Geografias artigos científicos, Vol. 9, nº 2. 2013
- VIERA, V. P. P. B. Desenvolvimento sustentável e gestão de recursos hídricos no Nordeste semiárido. II Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Fortaleza (CE), 1994, p. 1-10

