

I-168 - ANÁLISE DO NÍVEL TRÓFICO DOS RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS DA BACIA DO SALGADO

Marcos Antonio Pereira da Silva⁽¹⁾ Maírla de Oliveira Santos⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental – Instituto Federal do Ceará *campus* Juazeiro do Norte.

Francisco Wilson Cordeiro de Brito⁽²⁾

Professor do Instituto Federal do Ceará *campus* Juazeiro do Norte

Endereço^{(1) (2)} : Av. Plácido Aderaldo Castelo, 1646 - Planalto CEP: 63.040-540 Fone: (88) 2101.5300 Fax: (88) 2101.5351. e-mail: marcosaps028@gmail.com

RESUMO

A grande maioria das cidades do nordeste brasileiro está localizada no semiárido, zona que possui precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800 mm, insolação média de 2.800 h/ano, temperaturas médias anuais 23 a 27°C e regime de chuvas marcado pela irregularidade. A precipitação é irregular, caracterizada pela concentração das chuvas no primeiro semestre, especialmente nos meses de março e abril, sendo que no segundo semestre praticamente não chove, fazendo com que os açudes sejam uma das principais alternativas de acumulação de água. No sul do Ceará é a sub-bacia do rio Salgado que abastece a população, com uma capacidade de acumulação de águas superficiais de 447,41 milhões m³, num total de 13 açudes públicos perenizando 270 km de trecho de rio. A sub-bacia do Salgado é complexa, encontramos a caatinga e o vale do cariri com abundância de água privilegiado devido a bacia sedimentar do Araripe. Nos municípios de terrenos cristalinos são abastecidos com reservatórios superficiais, já nos municípios com terrenos sedimentares são abastecidos com água subterrânea com captação através de poços. As águas da bacia são usadas no abastecimento humano, indústria, irrigação e dessedentação de animais. Uma política de gestão de recursos hídricos é de grande importância, pois é ela que garante a melhor qualidade da água servida a população, por isso para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos é necessário que não sejam dissociados os aspectos quantitativos dos aspectos qualitativos. O objetivo desse estudo foi analisar o nível trófico dos reservatórios superficiais da bacia do rio Salgado em comparação com a influência do volume e da precipitação mensal nos anos de 2008 e 2009. O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes. No período do estudo, os reservatórios que apresentaram pior estado trófico foram os açudes Lima Campos em Icó, Manoel Balbino em Juazeiro do Norte e o Olho d'Água em Várzea Alegre. Nos meses com baixa pluviosidade os índices de estado trófico tende a aumentar, diminuindo assim a qualidade dos corpos aquáticos. Os reservatórios dessa região apresentam em sua grande maioria o estado oligotróficos.

PALAVRAS-CHAVE: Nível Trófico, Sub bacia do rio Salgado, Qualidade da água, açude

INTRODUÇÃO

A grande maioria das cidades do nordeste brasileiro está localizada no semiárido, zona que possui precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800 mm, insolação média de 2.800 h/ano, temperaturas médias anuais 23 a 27°C e regime de chuvas marcado pela irregularidade (espaço/tempo).

No Ceará, onde 92,5% dos seus municípios estão localizados no semi-árido, a precipitação é irregular, caracterizada pela concentração das chuvas no primeiro semestre, especialmente nos meses de março e abril, sendo que no segundo semestre praticamente não chove, com uma média anual de 775 mm, fazendo com que os açudes sejam uma das principais alternativas de acumulação de água.

Na região Sul do estado do Ceará o que abastece a população é a sub-bacia do rio Salgado, fazendo parte também da bacia do rio Jaguaribe. Fazem parte dela 23 municípios, são eles: Abaiara, Aurora, Baixo, Barbalha, Barro, Brejo, Caririaçu, Cedro, Crato, Granjeiro, Icó, Ipaumirim, Jardim, Jati, Juazeiro do Norte, Lavras da Mangabeira, Mauriti, Milagres, Missão Velha, Pena Forte, Porteiras, Umari e Várzea Alegre com um abastecimento total de 53,57% de água<tá incompleta>. Essa bacia apresenta uma capacidade de

acumulação de águas superficiais de 447,41 milhões m³, num total de 13 açudes públicos gerenciados pela COGERH, perenizando 270 km de trecho de rio (CBHS, 2013).

São eles os açudes: Atalho, Cachoeira, Estrema, Gomes, Jenipapeiro, Junco, Lima Campos (estreito I), Manoel Balbino, Mocó, Olho D'água, Prazeres, Quixabinha, Rosário, São Domingos II, Tatajuba, Thomas Osterne (Umari), Ubaldinho.

Segundo o Comitê de Bacia Hidrográfica do Salgado (2010, p. 06), a bacia tem uma área de 12.865 km² que corresponde a 8,25% do território Cearense sendo o principal rio o Salgado com extensão de 308 km.

Segundo o Comitê de Bacia Hidrográfica do Salgado (2010, p. 06) os terrenos da bacia são formados por 85% de rochas cristalinas e 15% de rochas sedimentares. Nos terrenos sedimentares está localizado o aquífero da Bacia Sedimentar do Araripe com 11.000 km² de extensão.

A sub-bacia do Salgado é complexa, encontramos o sertão, onde a caatinga cinza se sobressai e o vale do cariri com abundância de água privilegiado devido a localização estratégica do lado leste da bacia sedimentar do Araripe (CBHS, 2010).

Nos municípios de terrenos cristalinos são abastecidos com reservatórios superficiais. Já nos municípios com terrenos sedimentar é abastecido com água subterrânea com captação através de poços. As águas da bacia são usadas no abastecimento humano, indústria, irrigação e dessedentação de animais.

A população total dos municípios que fazem parte da bacia segundo o Censo do IBGE 2010 de XXX mil habitantes, o mais habitado é Juazeiro do Norte (Censo de 2010 de XXX mil habitantes), na qual a maioria da população se concentra na parte urbana (cerca de 98%).

O mais agravante para os recursos hídricos é a carência de serviços de saneamento básico, que em alguns municípios é praticamente inexistente (CBHS, 2010).

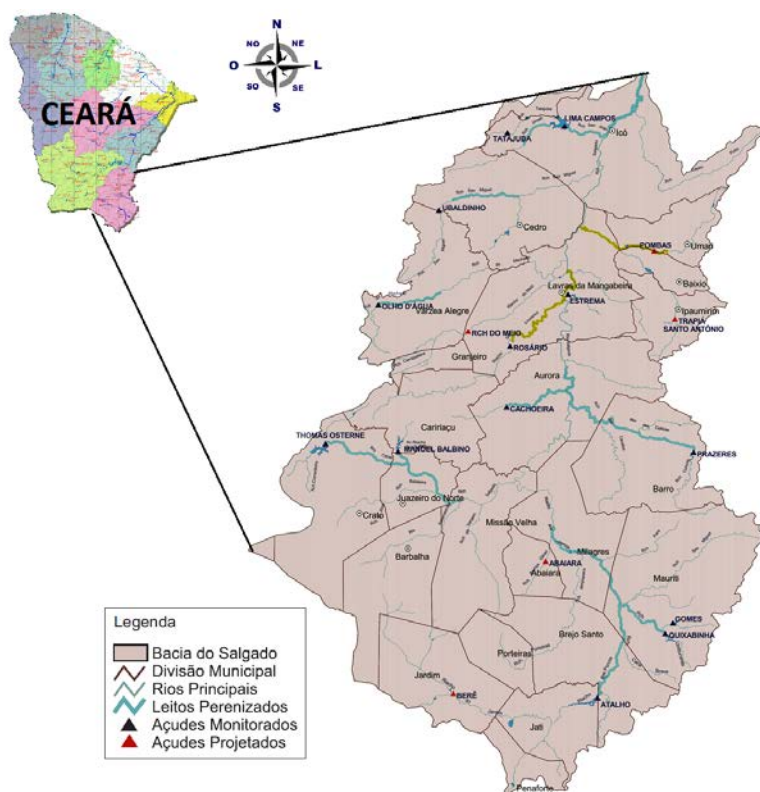


Figura 1: Mapa da Bacia do Rio Salgado, fonte CBHS, adaptado.

Outro fator agravante é a retirada indiscriminada da mata ciliar que provoca o assoreamento dos riachos, rios e açudes, reduzindo o quantitativo de água ao longo dos vales (CBHS, 2010).

O objetivo desse estudo foi analisar o nível trófico dos reservatórios superficiais da bacia do rio Salgado em comparação com a influência do volume e da precipitação mensal nos anos de 2008 e 2009.

REFERENCIAL TEÓRICO

No Ceará 92,5% dos seus municípios estão localizados no semi-árido, onde a precipitação é irregular, fazendo com que os açudes sejam uma das principais alternativas de acumulação de água, assim sendo, uma política de gestão de recursos hídricos é de grande importância, pois é ela que garante a melhor qualidade da água servida a população (NETO, 2009).

Na medida em que cresce a população que faz uso de um determinado corpo hídrico superficial (rio, açude, canal ou lagoa) há também um crescimento da demanda, contribuindo para aumentar a frequência com que acontecem períodos de escassez, e uma tendência por aumentar os impactos ambientais, contribuindo por deteriorar a qualidade da água. Neste sentido para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos é necessário que não sejam dissociados os aspectos quantitativos dos aspectos qualitativos (PAULINO *et al.*, 2007).

Assim, através de um monitoramento sistemático, resultando em séries temporais de dados, pretende-se poder avaliar a evolução da qualidade da água de nossos corpos hídricos e conhecer as tendências de sua variação para possibilitar intervenções (PAULINO *et al.*, 2007).

A água contém, geralmente, diversos componentes, sendo que para caracterizar uma água são determinados diversos parâmetros (físicos, químicos e biológicos), que indicam a qualidade da água e que é sempre o resultado dos processos que ocorrem sobre a bacia hidrográfica (condições naturais e ação antrópica) (PAULINO e FRANÇA, 2007).

O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. (SÃO PAULO, 2013).

O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes, tanto planctônicas quanto aderidas, com consequente desequilíbrio do ecossistema aquático e progressiva degeneração da qualidade da água dos corpos lânticos. Em função da eutrofização, muitos reservatórios e lagos no mundo já perderam sua capacidade de abastecimento de populações, de manutenção da vida aquática e de recreação.

A eutrofização pode ser de origem natural e artificial:

- Natural, resulta da descarga normal de nutrientes contidos nos solos e que são levados pelas chuvas que lavam a superfície terrestre, além de outros mecanismos naturais (ação de animais, etc.) (PAULINO *et al.*, 2007).
- Artificial, também chamada de eutrofização acelerada, cultural ou antrópica, é decorrente do lançamento nos corpos d'água de cargas pontuais de efluentes industriais e domésticos ricos em compostos sintéticos (sobretudo os fosfatados) e orgânicos, bem como de cargas difusas provenientes da água de drenagem de áreas cultivadas, contendo adubos químicos. Esse é o processo que mais comumente ocorre no mundo inteiro (PAULINO *et al.*, 2007).

Como consequências deste processo, podemos destacar:

- Incremento na concentração de matéria orgânica;
- Anoxia (falta de oxigênio) nas maiores profundidades e eventualmente em toda a coluna d'água;
- Floração (desenvolvimento excessivo) de cianobactérias;
- Perda de biodiversidade, só espécies tolerantes sobrevivem;

- Possível produção de toxinas por espécies de cianobactérias;
- Proliferação de macrófitas aquáticas;
- Incremento nos custos do tratamento da água para consumo humano, podendo até mesmo impossibilitá-lo;
- Deterioração dos valores recreacionais do corpo hídrico (PAULINO *et al.*, 2007).

O índice do estado trófico é dividido em Oligotrófica, Mesotrófica, Eutrófica e Hipereutrófica. Sua utilização possibilita classificar corpos d'água em níveis de trofia, ou seja, avalia a qualidade de água quanto ao enriquecimento por nutrientes. São eles:

- Oligotrófica: Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água;
- Mesotrófica: Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis na maioria dos casos;
- Eutrófica: Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral, afetados por atividades antrópicas, em que ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos seus múltiplos usos;
- Hipereutrófica: Corpos de água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, podendo inclusive estar associados a episódios de florações de algas e de mortandade de peixes e causar consequências indesejáveis sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas (PAULINO *et al.*, 2007).

A degradação da qualidade das águas pela eutrofização limita seus usos. Para todo e qualquer uso, existe um padrão de qualidade que deve ser respeitado, sendo tolerável uma piora da qualidade da água até certo limite (PAULINO *et al.*, 2007).

A importância do abastecimento de água deve ser encarada sob os aspectos sanitário e econômico, sem que o segundo prevaleça sobre o primeiro. Num quadro de escassez hídrica, o consumo humano e a dessedentação de animais são considerados usos prioritários (PAULINO *et al.*, 2007).

METODOLOGIA

Os dados do volume dos reservatórios foram retirados dos Anuários de Monitoramento Quantitativo de 2008 e 2009 da COGERH. Destes dados foram feitos os gráficos 1 e 2 no programa *Microsoft Excel*®.

Os dados da precipitação mensal dos anos de 2008 e 2009 da Bacia do Salgado foram retirados do *site* da Funceme (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) no campo “Produtos e Serviços” na área “Açudes e Rios” no link “Precipitação Média”. Os dados foram salvos em uma planilha do Programa *Microsoft Excel*® e gerado os gráficos 3 e 4.

Já os dados do Estado Trófico foram retirados do Portal Hidrológico do Ceará no Sistema de Qualidade das Águas das campanhas fev/08, ago/08, nov/08, fev/09, mai/09, ago/09 e nov/09. Os dados foram colocados na tabela 2.

RESULTADO E DISCUSSÕES

Os reservatórios monitorados pela COGERH estão apresentados na tabela 1 com a localização municipal e a sua capacidade de armazenamento.

Açude	Município	Capacidade (m³)
Atalho	Brejo Santo	108.250.000
Cachoeira	Aurora	34.330.000
Estrema	Lavras da Mangabeira	2.390.000
Gomes	Mauriti	2.030.000
Lima Campos	Icó	66.380.000
Manoel Balbino	Juazeiro do Norte	37.180.000
Olho d'Água	Várzea alegre	21.000.000
Prazeres	Barro	32.500.000
Quixabinha	Mauriti	31.780.000
Rosário	Lavras da Mangabeira	47.218.527
Tatajuba	Icó	2.720.000
Thomás Osterne	Crato	28.780.000
Ubalzinho	Cedro	31.800.000
Total	446.358.527	

Tabela 1: Reservatórios Monitorados Pela COGERH, fonte CBHS.

Na bacia do Rio Salgado são monitorados 13 açudes, cuja capacidade total de armazenamento de água é de 446,35 milhões de metros cúbicos. Iniciou o ano de 2008 com 42,3% e a estação seca com volume armazenado de 90%, que equivale ao volume armazenado ao término da estação chuvosa de 2004, e supera todos os demais anos, desde 1996 (COGERH, 2008).

Até a data de 30/jun/2008 a chuva acumulada média incidente nesta bacia, 1.122,3mm, foi superior à média histórica (888,7mm) e indica um ano classificado como Muito Chuvoso (MC), como consequência todos os açudes iniciaram a estação seca com volume acumulado superior a 80% (COGERH, 2008). Com exceção dos açudes Manoel Balbino e Quixabinha que segundo os gráfico 5 apresentaram volume 55,7% e 56,4% respectivamente.

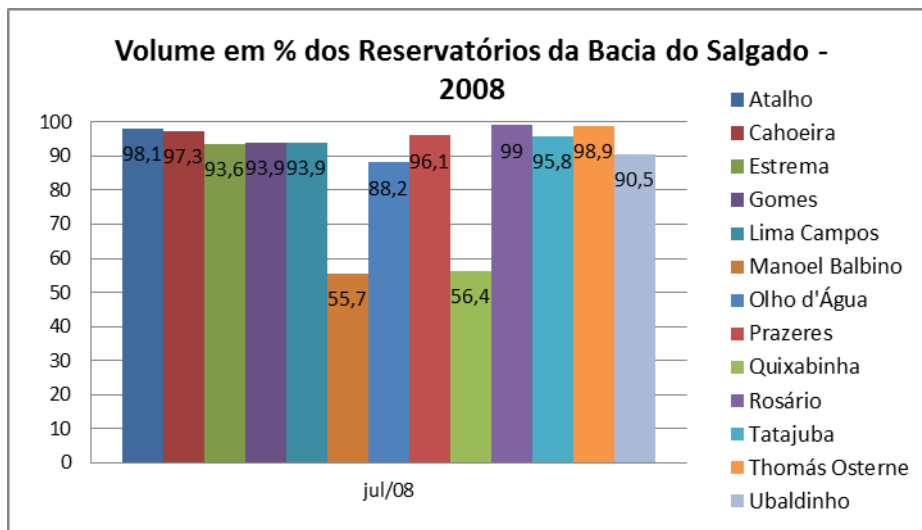


Gráfico 1: Volume em % dos Reservatórios da Bacia do Salgado em 2008, fonte COGERH.

Tendo iniciado o ano (2009) com 69,39 % e iniciado a estação seca de 2009 com volume armazenado de 92,1%, valor superior a todos os valores alcançados nos anos anteriores, inclusive 2004 (COGERH, 2009).

Até a data de 30/jun/2009, a chuva acumulada média incidente nesta bacia, 911 mm, foi superior à média histórica (890,3 mm) e indica um ano classificado como Normal (N), como consequência todos os açudes iniciaram a estação seca com volume acumulado superior a 90% (COGERH, 2009). Com exceção dos açudes Manoel Balbino e Quixabinha que obtiveram uma capacidade 65,5% e 44,5% respectivamente, como mostrado do gráfico 6.

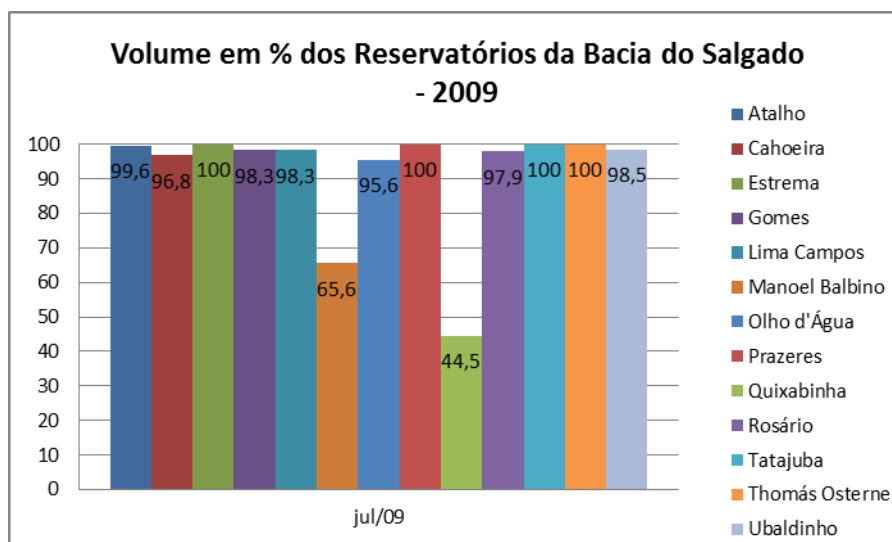


Gráfico 2: Volume em % dos Reservatórios da Bacia do Rio Salgado em 2009, fonte COGERH.

Com a análise dos gráficos 1 e 2 observa-se maior precipitação nos meses de março e abril. Já o gráfico 3 a precipitação mensal na região da bacia do salgado dos anos de 2008 e 2009, observamos que o índice de precipitação é maior nos meses entre janeiro e maio, observando também pluviosidade entre outubro e novembro, porém bem menores que nos meses referentes de janeiro a maio.

No ano de 2008 esse índice teve uma maior acumulação pluviométrica atingindo nos meses de janeiro e fevereiro aproximadamente 200 mm e um grande nível no mês de março que chegou a aproximadamente 450 mm, em dezembro tendo apenas 50 mm.

O açude Quixabinha em Mauriti, mesmo apresentando um volume de 56,4% em 2008 e 44,5% em 2009 apresentou estado oligotrófico em todas as campanhas da COGERH. Já o açude Lima Campos em Icó com volume superior a 90% em 2008 e em 2009 apresentou na maioria das campanhas estado eutrófico. O mais preocupante foi o reservatório Manoel Balbino em Juazeiro do Norte com volume em 55,7% em 2008 e com 65,5% em 2009 onde a única análise em ago/09 já apresentava estado eutrófico.

No ano de 2009 ocorreu um decréscimo passado nos meses de janeiro a fevereiro de 200 mm para aproximadamente 150 mm e no mês de março de 450 mm para 350mm. Tendo em vista um decréscimo de um ano para o outro de aproximadamente 221 mm.

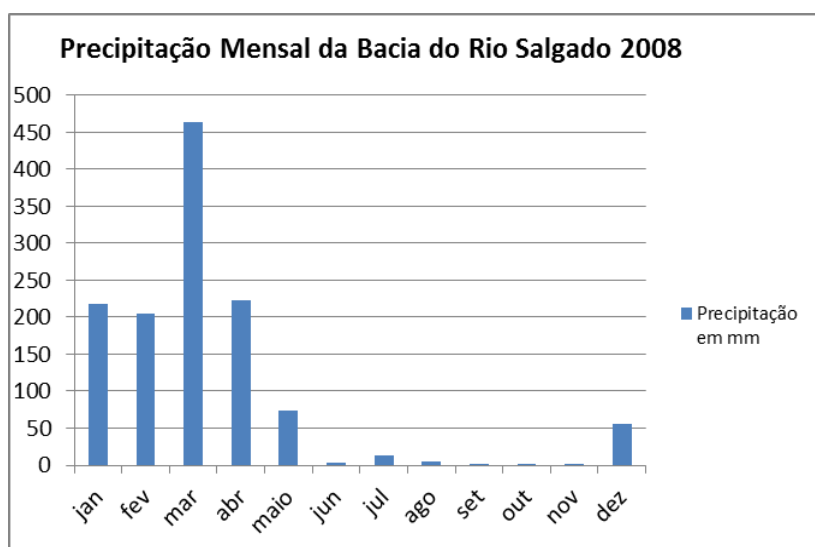


Gráfico 3: Precipitação Mensal da Bacia do Rio Salgado em 2008, fonte FUNCEME.

Com base na tabela 2 os reservatórios que apresentaram pior estado trófico foram os açudes Lima Campos em Icó, Manoel Balbino em Juazeiro do Norte e o Olho d'Água em Várzea Alegre.

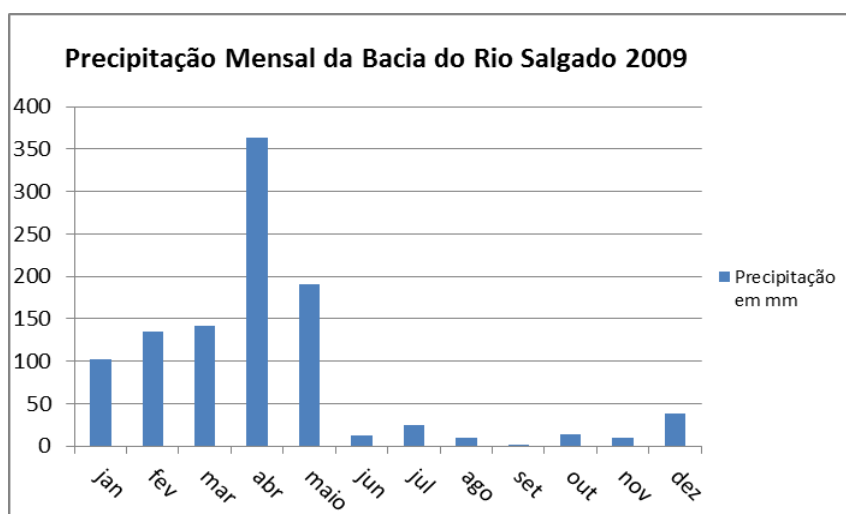


Gráfico 4: Precipitação Mensal da Bacia do Rio Salgado em 2009, fonte FUNCEME.

Comparando os gráficos 1 e 2 da precipitação, com a tabela 2 do estado trófico. Nos meses com baixa pluviosidade os índices de estado trófico tende a aumentar, diminuindo assim a qualidade dos corpos aquáticos. É o caso do açude Lima Campos em Várzea Alegre mesmo com a capacidade de 93,9% em 2008 e 98,3% em 2009 apresentou estado eutrófico nos meses de nov/08, fev/09 e nov/09 onde a precipitação é insignificante, já nos meses de maio/09 e ago/09 teve uma melhora para o estado mesotrófico devido a boas precipitações.

Campanha/ Estado Trófico							
Açude	fev/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09
Atalho		Oligotrófica	Oligotrófica	Oligotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico	
Cachoeira		Mesotrófica	Oligotrófica	Oligotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico	
Gomes		Oligotrófica	Oligotrófica	Oligotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
Junco			Oligotrófica	Oligotrófico		Oligotrófico	Oligotrófico
Lima Campos			Eutrófico	Eutrófico	Mesotrófico	Mesotrófico	Eutrófico
Manoel Balbino						Eutrófico	
Olho d'água	Eutrófico	Eutrófico	Mesotrófico	Mesotrófico	Mesotrófico	Mesotrófico	Mesotrófico
Prazeres				Oligotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
Quixabinha		Oligotrófica		Oligotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
Rosário		Oligotrófica		Oligotrófico		Oligotrófico	Oligotrófico
Tatajuba		Oligotrófica		Oligotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico	
Thomás Osterne		Oligotrófica		Oligotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico	Oligotrófico
Ubalzinho				Oligotrófico	Oligotrófico		Mesotrófico

Tabela 2: Relação dos reservatórios da Bacia do Rio Salgado e seus estados tróficos, fonte COGERH.

Os reservatórios dessa região apresentam em sua grande maioria com estado oligotróficos, ou seja, corpos de água limpo de baixa produtividade que não ocorrem interferências indesejáveis na maioria dos casos. Ocorrendo umas campanhas e outras algumas variações de mesotrófico para eutrófico situados nos municípios de Icó, Juazeiro do Norte e Várzea Alegre.

A precipitação acumulada na Bacia do Rio Salgado no ano de 2008 foi de 1264,5 mm sendo considerado um ano como muito chuvoso já no ano de 2009 a precipitação acumulada foi de 1043,5 considerado como um ano normal.

CONCLUSÕES

Os reservatórios dessa região se apresentam em sua grande maioria com estados oligotróficos. Ocorrendo entre uns meses e outros algumas variações de mesotrófico para eutrófico.

Os reservatórios que apresentaram pior estado trófico foram os açudes Lima Campos em Icó, Manoel Balbino em Juazeiro do Norte e o Olho d'Água em Várzea Alegre. O mais preocupante foi reservatório Manoel Balbino que em uma única análise já apresentava estado eutrófico.

Nos meses com baixa pluviosidade os índices de estado trófico tende a aumentar, diminuindo assim a qualidade dos corpos aquáticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COGERH. **Anuário de Monitoramento Quantitativo dos Açudes Gerenciados pela Cogerh 2008**. Estado do Ceará. Fortaleza: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, 2008. Publicação. Disponível <http://portal.cogerh.com.br/publicacoes/coletanea-relatorios-da-cogerh-2007-2010> em acessado em 02 de outubro de 2013.
2. COGERH. **Anuário de Monitoramento Quantitativo dos Açudes Gerenciados pela Cogerh - 2009**: Estado do Ceará. Fortaleza: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, 2009. Publicação. Disponível <http://portal.cogerh.com.br/publicacoes/coletanea-relatorios-da-cogerh-2007-2010> em acessado em 02 de outubro de 2013.
3. COGERH. **Rede De Monitoramento Da Qualidade De Água Operada Pela Cogerh Convênio: Cogerh/Semace**. Fortaleza – Ce. Janeiro/2002. Publicação. Disponível em http://www.cogerh.com.br/download/demon/Programa_de_monitoramento_da_qualidade_de_agua.pdf acessado em 07 de outubro de 2013.
4. SÃO PAULO, Governo Do Estado De . **Iet – Índice Do Estado Trófico**. Secretaria Do Meio Ambiente Cetesb - Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo. Publicação disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/04.pdf> acessado em 08 de outubro de 2013.
5. Neto, A, A. C., **Estado trófico do açude Acarape do Meio – Ceará - Brasil** Sociedade Brasileira de Química (SBQ) 32a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Disponível em <http://sec.s bq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T1213-1.pdf> acessado em 02 de outubro de 2013.
6. Paulino, W. D. e França, J. M. B. de. **Índices De Qualidade Da Água. Leitura de um Minuto. Mar/2008**. Publicação disponível em <http://www.hidro.ce.gov.br/acesso-rapido/documentos-diversos> acessado em 08 de outubro de 2013.
7. Paulino, W. D. e França, et. al. **Eutrofização dos Corpos Hídricos. Leitura de um Minuto. Mar/2008**. Publicação disponível em <http://www.hidro.ce.gov.br/acesso-rapido/documentos-diversos> acessado em 08 de outubro de 2013.