



UNILAB

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA**

**INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS, AMBIENTAIS E ENERGETICOS**

MANUEL NANQUE

**ANÁLISE DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DO AÇUDE ACARAPE
DO MEIO NO PERÍODO DE 2008 A 2017**

ACARAPE

2018

MANUEL NANQUE

ANÁLISE DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DO AÇUDE ACARAPE
DO MEIO NO PERÍODO DE 2008 A 2017

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

Orientador: Prof. Dra. Rejane Felix Pereira

ACARAPE
2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Nanque, Manuel.

N171a

análise do índice de estado trófico do açude acarape do meio no período de 2008 a 2017 / Manuel Nanque. - Redenção, 2018.
31f: il.

Monografia - Curso de Especialização em Gestão De Recursos Hídricos, Ambientais E Energéticos, Coordenação De Pós-graduação, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientadora: Profa. Rejane Felix Pereira.

1. Recursos hídricos - Ceará. 2. Reservatórios. 3. eutrofização. 4. Poluição. I. Pereira, Rejane Felix. II. Título.

CE/UF/BSCL

CDD 333.91098131

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer as diversas pessoas que me auxiliaram a chegar ao final deste trabalho tão desafiador em meu percurso acadêmico.

Antes de tudo, primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ter me dado a vida e a saúde para enfrentar esse desafio. Sem deixar de agradecer a minha família, meus amorosos pais, meus filhos, meus irmãos e meus primos que mesmo de longe sempre me apoiaram.

Agradecer também do fundo de meu coração, a minha orientadora, professora Dra. Rejane Felix Pereira, pela paciência impressionante nos momentos das dificuldades, me auxiliando de maneira exemplar em minha adaptação a metodologia da área de exata, foi um momento muito difícil e desafiador na minha vida acadêmica. Rogo que Deus a proteja, bem como a sua família.

Agradeço também, a Estelany Silveira, a pessoa que considero mais importante na minha vida acadêmica, sempre esteve comigo nos momentos difíceis desde o começo desse curso.

Agradeço ainda, a coordenação do curso de especialização em Gestão de Recursos Hídricos Ambientais e Energéticos da UNILAB, na pessoa de seus servidores, técnicos e docentes, que colaboraram na consolidação de meus conhecimentos e disponibilizaram o tempo necessário para me tirar as dúvidas sempre que eu senti necessidade.

Sem deixar também de agradecer aos meus amigos, que juntos lutamos ao longo desse percurso acadêmico, Didier Té, Fará Vaz, Bernabe Augusto Có, Ivanilson Dinis Geraldo Monteiro, Felix Imbali Sá e Felisberto Mango com eles pude dividir tristezas, alegrias e vitórias. Obrigado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de localização do Açude Acarape do Meio.....	03
Figura 2- Mapa de localização das Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará.....	07
Figura 3- Gráfico Comparação do índice de estado trófico nos trimestres de 2008-2017.....	15
Figura 4- Gráfico Análise comparativa entre Pluviometria e índice de Estado Trófico Total(2008/2017).....	16
Figura 5- Gráfico Análise comparativa entre pluviometria e os índices de estado trófico(2008/2017).....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Limite e classificação do estado trófico para reservatórios.....	10
Tabela 2- Contagem de cianobactérias, limites para diferentes níveis de estado trófico.....	11
Tabela 3- Quantificação dos nutrientes do reservatório Acarape do meio.....	12
Tabela 4- IET Pt, IET Cl@ e IET do reservatório Acarape do Meio (2008-2017).....	13

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

UNILAB	Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro Brasileira
COGEHR	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
ONG's	Organizações não governamentais
IET	Índice de Estado Trófico
CBH	Comitê de Bacias Hidrográficas
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
CG	Comissão Gestora
ANA	Agência Nacional das Águas
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
SRH	Secretária de Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1. Introdução	01
2. Revisão de Literatura.....	04
2.1 Poluição das águas dos reservatórios.....	04
2.2 Eutrofização dos corpos d'água.....	05
2.3 Gestão e monitoramento da água dos reservatórios.....	06
3. Metodologia.....	10
4. Resultados e discussões.....	12
5. Considerações finais.....	29
6. Referências.....	21

ANÁLISE DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DO AÇUDE ACARAPE DO MEIO NO PERÍODO DE 2008 A 2017

Manuel Nanque¹

Rejane Felix Pereira²

RESUMO

O presente estudo consiste em uma análise do índice estado trófico do açude Acarape Meio, conhecido também como barragem Eugênio Gudim, no período de 2008-2017. O Estado do Ceará é pioneiro em políticas públicas de açudagem, bem como na implantação de uma metodologia democrática e descentralizada da gestão das águas. Esse modelo de gestão permite que poder público e sociedade civil possam juntas gerir as demandas por esse recurso, esses gerenciamentos incluem inclusive o monitoramento de quantidade e da qualidade da água dos reservatórios. Dentre os diversos índices de qualidade da água o Estado do Ceará avalia o índice de estado trófico, que descreve o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que tem como consequência o aumento de suas produtividades. Os dados utilizados nesse trabalho foram levantados a partir dos sites oficiais do Governo do Estado de Ceará e analisados segundo o cálculo do IET, modelo desenvolvido por Carlson, adaptado por Toledo que representa a regressão linear para as concentrações de fósforo, nitrogênio e clorofila "a". O levantamento desses índices permite a realização de uma análise mais consistente do nível de eutrofização dos corpos d'água, de modo que se possa realizar a projeção de medidas mitigadoras e de controle sobre os níveis de poluentes que ocasionam a perda da qualidade da água dos reservatórios.

Palavras-chave: Eutrofização. Reservatórios. Poluição.

¹ Graduado no Bacharelado Interdisciplinar em Humanidades, Licenciando em Sociologia, cursando especialização em Gestão de Recursos Hídricos, ambientais e energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira e Universidade Aberta do Brasil, polo Redenção. manuelnanque@hotmail.com.br

² Doutora em Engenharia Civil, Especialista em Infraestrutura e Transporte, professora adjunta da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. rejane.pereira@unilab.edu.br

1- INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro possui reservatórios artificiais, chamados açudes, que consistem em uma intervenção do homem na natureza, com a finalidade de adaptar os padrões das vazões naturais dos rios aos padrões demandados pela sociedade. Estes constituem a principal fonte de água para dessedentação e atividade produtiva.

Historicamente, os estudos que foram feitos sobre a quantificação da água têm demonstrado grande preocupação em termos de políticas mitigadoras da estiagem. As exigências cada vez maiores da qualidade da água, impõem que os estudos para avaliação deste aspecto hídrico sejam cada vez mais consistentes. Para além deste balanço hídrico, são interessantes as investigações sobre a qualidade da água dos corpos d'água do semiárido nordestino.

A água é o único recurso natural que se liga diretamente com o percurso da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade. É um recurso natural necessário, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de diversas espécies vegetais e animais, como elemento fundamental e representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário.

As condições do semiárido no Estado do Ceará foi um dos fatores que o tornaram pioneiro no nordeste brasileiro na implementação da política de açudagem. Portanto, os reservatórios são extremamente relevantes na condição sócio econômica da região, e sua função principal é o armazenamento das águas para o consumo humano e dessedentação animal. Nos últimos períodos, foram instalados reservatórios de médio e grande porte no Estado de Ceará que são utilizados para objetivos diferentes, tais como a piscicultura, abastecimento de água potável nas cidades, regularização da vazão dos rios, atividades agrícolas, comerciais e industriais.

A poluição dos reservatórios tem sido tema de diversos estudos e pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento, bem como preocupação constante dos órgãos que fazem a gestão dessas bacias em suas diversas instâncias. O nível de degradação ambiental e poluição das águas armazenadas tem diversas consequências que vão desde a propagação de doenças infecciosas, causadas pelas águas poluídas até o desequilíbrio do ecossistema. A poluição das águas é provocada também pelos lançamentos de dejetos humanos e materiais tóxicos nas lavours que acabam de contaminaram os rios, lagos e

mares. Esses resíduos ocasionam o aumento da quantidade de nutrientes disponíveis no ambiente, fenômeno chamado eutrofização.

“A movimentação das águas acumuladas nos reservatórios estratégicos é fundamental para utilização desse recurso. A política de perenizar trechos de rios permite atender a um maior número de pessoas, a grandes perímetros públicos de irrigação, a irrigantes privados, às agroindústrias e ao abastecimento das cidades que se encontram nessas áreas.” (RODRIGUES, 2014, pág. 28)

O objeto desta pesquisa é o reservatório Acarape do meio, localizado no município de Acarape-Ce, pertencente a Bacia Metropolitana. Também conhecido como Barragem Eugênio Gudín, foi o primeiro açude construído para abastecer a capital Fortaleza, a obra teve início em 1909 e somente ficou pronta em 1924. A pertinência do referido objeto deve-se a sua localização e importância histórica que ele representa para o município de Acarape, local que hoje recebe a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira-UNILAB.

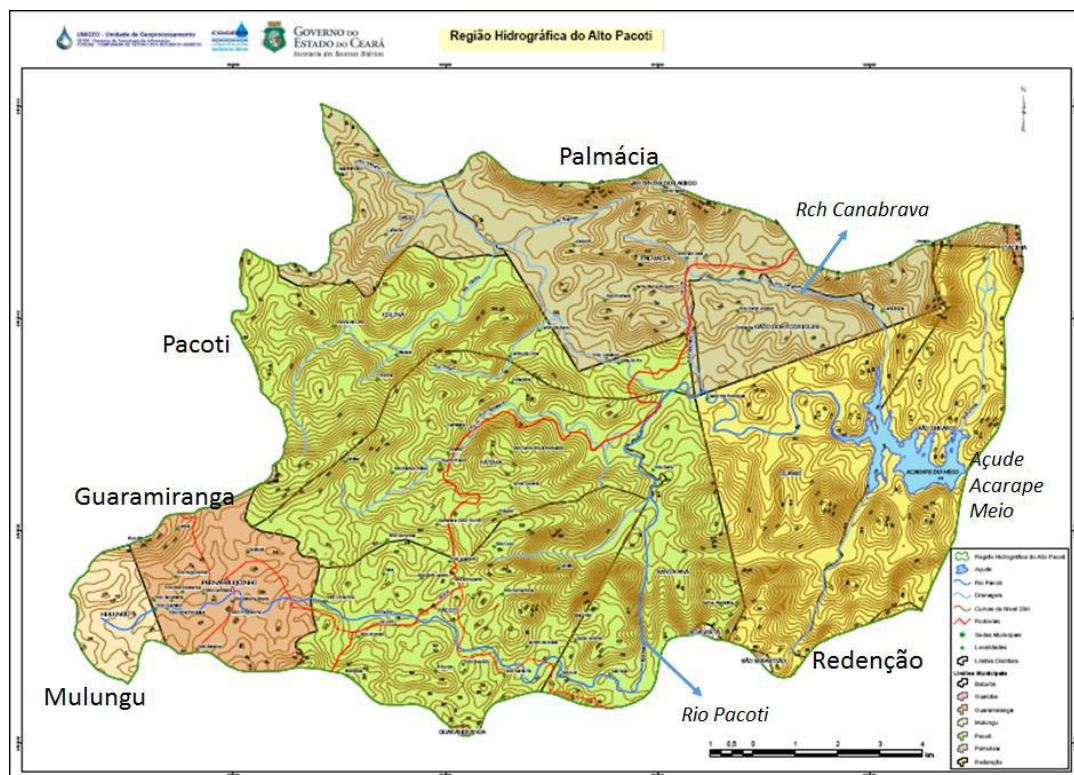
Acarape está situado em uma região semiárida e, como a maioria das cidades nordestinas sofre progressivamente com problemas relacionados a escassez de água.

O Ceará vem enfrentando sucessivos quadros de estiagem nos últimos anos que vem castigando de forma dura os reservatórios monitorados pela COGHER.

Embora as políticas públicas de combate e gerenciamento das secas tenham avançado nas últimas décadas com a construção de açudes e estruturação de uma rede de controle hidrológico e metrológico, hoje presencia-se novos desafios que envolvem uma perspectiva de sustentabilidade e preservação ambiental dos reservatórios já existentes.

O reservatório faz parte da Bacia Hidrográfica do açude Acarape do meio que é formada por parte dos municípios de Mulungu, Pacote, Guaramiranga, Palmácia e Redenção, sua capacidade é de 30 hm³, ele barra o rio Pacote, cuja nascente localiza-se entre os municípios de Mulungu e Guaramiranga.

Figura 1: mapa de localização do Açude Acarape do Meio



FONTE: COGERH, 2016.

Perceber aquilo que causa a poluição e a degradação dos reservatórios e onde efetivamente o poder público, através dos órgãos de gerenciamento, estão atuando para a prevenção e manutenção da sustentabilidade do ecossistema, é imprescindível para que a comunidade busque resultados que se refletirão na melhor qualidade de vida de todos os usuários do sistema, sejam aqueles que recebem a água em suas casas ou a população que está incorporada no entorno do reservatório Acarape do Meio.

Compreender a função e a importância de cada ator nos processos do modelo de gestão participativa sejam eles o poder público, as organizações não governamentais (ONG's) e os usuários do sistema, bem como dar visibilidade a esse modelo de gerenciamento é de primordial importância, para que sejam divulgadas boas práticas e compartilhadas experiências exitosas favorecendo, ainda, os processos de aprendizagem.

O objetivo deste trabalho é realizar a análise do índice de estado trófico do açude Acarape do Meio no período que compreende os anos de 2008 a 2017 através do cálculo do Índice de Estado Trófico-IET desenvolvido por Carlson, adaptado por Toledo.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1- Poluição das Águas dos Reservatórios

Nos territórios que atravessam processos históricos de estiagem como o Ceará, a principal finalidade da construção dos açudes foi o armazenamento de água para o consumo humano, suprimindo parcialmente os problemas relacionados a quantidade da água, posteriormente com o crescimento populacional, e os períodos de estiagem cada vez maiores, surgiram problemas relacionados à qualidade da água nos mananciais. Nesse sentido além da quantidade, a qualidade da água armazenada nos processos de açudagem passou a ser pauta de fiscalização e políticas públicas específicas.

Os reservatórios correspondem ambientes lênticos (lagos e reservatórios, ambientes com pouco movimento), o que dificulta o processo de autodepuração das águas tornando-o mais lento que o processo realizado em ambientes lóticos (Rios e ambientes com correnteza e movimento) (RIMA, 2002).

Quanto a qualidade da água armazenada podemos elencar diversos poluentes, agindo de formas e em intensidades também diversas. Os poluentes que atingem os reservatórios, podem ser naturais ou antrópicos, e devem ser caracterizados de acordo com o tipo de uso da água do reservatório.

Convém, contudo, ter presente que frequentemente a utilização da água dos reservatórios para múltiplos usos, a inexistência de práticas agrícolas inadequadas, a prática crescente da piscicultura, o deficiente tratamento dos efluentes domésticos e industriais, tem conduzido a um aumento da poluição e degradação destes ecossistemas, surge assim a necessidade de avaliar o estado dos ecossistemas aquáticos interiores (rios e reservatórios). (MORAES et al., 2011, pág. 2)

As principais fontes de poluição presente nas proximidades do Açude Acarape do Meio são de origem antrópicas, tais como, residências sem destinação final adequada dos efluentes domésticos e dos resíduos sólidos; plantações que constantemente são pulverizadas, em sua maioria bananeiras e culturas para uso próprio e comercial; assoreamento das margens causado pelo desmatamento e a presença constante de animais. Todas essas fontes contribuem para degradação da qualidade da água do

reservatório, uma vez que, essas fontes são origens de poluentes que acabam atingindo as águas do reservatório e ocasionando prejuízos ambientais consideráveis.

2.2- Eutrofização dos corpos d'água

A eutrofização é um dos problemas mais consideráveis no que se refere às águas continentais contemporaneamente, trata-se de uma questão ambiental de alta relevância que envolve processos poluidores lentos, graduais e cotidianos que provocam diversos males e danos ambientais consideráveis que prejudicam diretamente a saúde pública e demandam um alto custo em medidas corretivas.

A eutrofização consiste em um aumento considerável de nutrientes, especialmente o fósforo e o nitrogênio, causando a proliferação de matéria orgânica que contribuirá em forma de toxinas, causando um determinado desequilíbrio na qualidade das águas. Segundo Baumgarten (2013)

“Os aportes de matéria orgânica causam desequilíbrio no meio aquático, quando a capacidade de autodepuração da água receptora não é suficiente para atenuar equilibradamente os contaminantes introduzidos. O resultado é que a matéria orgânica se decompõe por microrganismos, que excretam na água os nutrientes inorgânicos nitrogenados e fosfatados. Esses, em excesso, propiciam a proliferação intensa de micro vegetal oportunista sob forma de florações, que podem liberar toxinas, e proporcionam a diminuição da biodiversidade com prejuízo para a biota local, caracterizando um processo de desequilíbrio da qualidade da água” (BAUMGARTEN, 2013, pág. 5)

A estado trófico é mensurado através de um cálculo onde se mede o IET, daí se verifica a qualidade trófica da água:

“é uma metodologia programática útil capaz de determinar a evolução temporal e espacial da dinâmica limnologia dos corpos d'água através do aferimento da qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes que ocasionam o crescimento demasiado de algas e cianobactérias, classificando os corpos d'água em diferentes graus de trofia e, assim, permitindo o gerenciamento dos recursos hídricos”.(MONTEIRO,2007, Pág. 2)

Esse desequilíbrio ocasiona diversos prejuízos, visto que a água é bem essencial para o desenvolvimento de diversas atividades que envolvem desde a dessedentação, pecuária, indústria, entre outras. E são exatamente essa diversificação de atividades

realizadas de modo desordenado e desregulado que acabam por ocasionar processo poluidores que alimentam esse ciclo.

A eutrofização consiste no enriquecimento de um corpo d'água sendo a forma artificial um processo prejudicial ao sistema e que ocorre em um curto espaço de tempo. Dentre outros, este processo tende a comprometer a qualidade da água e do ecossistema por levar às seguintes consequências: redução nas concentrações de oxigênio dissolvido, provocando a morte de muitos organismos, incluindo peixes; proliferação da biomassa fito planctônica e aumento das populações de cianobactérias potencialmente tóxicas; assoreamento; proliferação de macrofitas aquáticas que podem resultar em problemas como entupimento de tubulações, retenção de partículas e danos a turbinas geradoras de energia, além de mau cheiro (BEGHELLI, 2015, pág.14)

Os impactos provocados sobre os recursos hídricos pela produção e transporte de nutrientes nas bacias hidrográficas foram crescendo nos últimos 50 anos através da modificação da paisagem para o desenvolvimento de atividades agrícolas e urbanas. Um dos reflexos dessa modificação tem sido verificado por meio do acesso de nutrientes aos ecossistemas aquáticos, inclusive o nitrogênio e o fósforo, que se apresentam como os principais responsáveis pelo processo de eutrofização dos corpos da água. (LIMA, RIBEIRO, BARBOSA, ROTUNNO FILHO, 2016).

A eutrofização permite grande proliferação de bactérias aeróbicas, que consomem rapidamente todo oxigênio existente na água, como consequência, a maioria das formas de vida acaba por morrer, sobretudo as próprias bactérias. Portanto, a eutrofização causada por esgotos humanos nos rios que se encontram nas grandes cidades do mundo, destruiu a fauna e flora desses ambientes, tornando-os esgotos a céu aberto. O lançamento de esgotos nos rios, ainda, provoca a propagação das doenças provocadas por vermes, vírus e bactérias. Os poluentes são transportados pelo carreamento extenso e superficial em áreas rurais e urbanas (FONSECA, 2010 & BORBOSA, NUNES, VASCONCELOS, 2015).

2.3- Gestão e monitoramento da Água dos Reservatórios

O Estado do Ceará foi pioneiro na institucionalização dos processos de gestão de águas, o poder público exerce de forma descentralizada, as diversas etapas do processo que incluem a armazenagem, uso e distribuição e monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos disponíveis. Os comitês gestores possuem autonomia para exercer

tais funções e as prerrogativas inerentes as funções que lhes são cabíveis. Por se tratar de comissões mistas que abrangem os diversos atores sociais envolvidos nas cadeias distintas do processo as deliberações contemplam um alargamento nos interesses discutidos e tendência que sejam democráticas e realísticas, por envolver, inclusive os atores que se encontram tanto na base, quanto no topo da cadeia produtora e consumidora dos recursos hídricos disponíveis.

Como parte desse gerenciamento, tem-se o monitoramento qualitativo das águas dos mananciais, sejam eles rios, lagos, córregos, e reservatórios, que associado ao monitoramento quantitativo resultam em ações de gerenciamento para manutenção dos diversos tipos de uso dos corpos d'água.

A gestão dos recursos hídricos nos Estados Brasileiros é descentralizada, e realizada por órgãos locais que desenvolvem os diagnósticos, prognósticos e os programas de ações para cada bacia hidrográfica e garantem que a gestão dos recursos hídricos seja participativa. Esses órgãos são denominados Comitês de Bacias Hidrográficas, e desenvolvem os Planos de Gerenciamento de Recursos Hídricos para cada bacia hidrográfica.

O estado do Ceará é composto por 12 bacias hidrográficas, conforme figura 2

. Figura 2: Mapa de localização das bacias hidrográficas do Estado do Ceará



Fonte: COGHER, 2018.

Portanto, os Comitês das bacias hidrográficas são locais de discurso e decisão que reúnem representantes dos usuários da água, da Sociedade Civil organizada e do governo. Esses representantes debatem e negociam democraticamente e com transparência, os diversos interesses sobre os usos da água na bacia hidrográfica. Uma das principais tomadas das decisões pelos comitês, é a elaboração do plano de Recursos Hídricos da Bacia. Um plano para os usos da água, que reúne as informações estratégicas para gestão das águas em cada bacia hidrográficas, para manter a qualidade e a quantidade desse precioso recurso.

O Açude em estudo se encontra sob a responsabilidade de um modelo de gestão participativa que esta implantada no estado do Ceará, ele é parte da Bacia Metropolitana e por essa condição está submetido a um regramento que vai desde a deliberação sobre o seu uso e distribuição até a sua fiscalização e apontamento de irregularidades. A Bacia metropolitana é composta por 22 açudes e 17 comissões gestoras, a comissão do Acarape do meio foi criada em 16 de abril de 2009 através da resolução CBH-RMF.

O comitê da bacia metropolitana, a qual o Açude Acarape do meio faz parte foi criada pelo decreto estadual nº 26.902, em 16 de janeiro de 2003, é um órgão de caráter consultivo e deliberativo, composto por sociedade civil, usuários e poder público (federal, estadual e municipal (COGHER, 2018).

Vinculados aos Comitês de Bacias Hidrográficas, tem-se as Comissões Gestoras, que “são a mínima unidade de organização adotada no processo (...) são comissões simples constituídas por representantes de cada setor usuário de uma fonte hídrica, para negociar a alocação e acompanhar a operação do reservatório” (Sales, 2010)

“As Comissões Gestoras- CG- são organismos de bacia, vinculadas aos Comitês de Bacias Hidrográficas — CBHs do Estado do Ceará, formadas por usuários de água, representantes da sociedade civil organizada e do poder público, cujos membros possuem mandato de quatros anos e funcionam comum plenário e uma secretaria “(SALES,2010).

Portanto, as comissões gestoras são parte de um mecanismo composto pelos comitês de Bacia Hidrográfica e pelo conselho nacional de recursos hídricos, atuando incisivamente na base do sistema de gestão, correspondendo a um espaço colaborativo

onde os usuários são ouvidos e podem efetivamente participar do processo decisórios através de reuniões, fóruns e outros espaços democraticamente construídos e fomentados.

Dentre os processos que envolvem a gestão de recursos hídricos, pode-se elencar um que possui uma relevância considerável, consiste no monitoramento da qualidade da água. As águas dos reservatórios são constantemente monitoradas e tem a sua qualidade testada para o uso e consumo.

Esse monitoramento qualitativo, consiste na coleta de amostras de água dos mananciais para análise em laboratório. Conforme o gerente de desenvolvimento operacional da Cogeh, Disney Paulino, a maioria dos açudes passa pela verificação da qualidade da água trimestralmente. “Apesar da periodicidade trimestral, temos oito açudes onde o monitoramento qualitativo acontece mensalmente, devido a importância de armazenamento dos mesmos para o estado”, afirma. Os açudes monitorados mensalmente são: Gavião, Pacajus, Pacote, Riachão, Sítios Novos, Acarape, Aracoiaba e Castanhão. (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2018).

Esse modelo de gestão participativa é fundamental pois impacta diretamente na atribuição do uso concreto das águas do reservatório, promove a conscientização hídrica e ambiental, fiscaliza, debate e dar encaminhamento nas questões que envolvem os reservatórios e os usuários, negocia conflitos. Além de contribuir na consolidação dos aspectos democráticos e de representatividade, aumentando a confiança nos processos, pois todos os segmentos seguem ali representados.

3- METODOLOGIA

Para realização desta pesquisa foram coletadas informações referentes aos parâmetros do Índice de Estado Trófico do Açude Acarape do Meio dentro do período de maio/2008 a agosto/2017.

O presente estudo tem por perspectiva a qualidade trófica da água, o Índice de Estado Trófico (IET) segundo Baumgarten (2013) o IET “Classifica o ambiente aquático em diferentes graus de trofia, no qual são consideradas variáveis diretamente ligadas a processos influentes nos equilíbrios tróficos da água”

Os dados foram coletados a partir do portal hidrológico do Estado do Ceará. No portal foram coletados os dados referentes as concentrações de nitrogênio, fósforo e clorofila “@”. A partir dos dados coletados foram calculados o IET para cada campanha.

Como referencial para a classificação do estado trófico do açude Acarape do Meio utiliza-se a tabela que segundo Monteiro (2017) dentro do contexto semiárido em que se insere o reservatório é a que melhor se aplica “O cálculo do IET desenvolvido por Carlson, adaptado por Toledo é a indicação adequada. (...) que representa a regressão linear para as concentrações de fósforo total, clorofila “@” e transparência de Secchi, uma medição da penetração vertical da luz solar em uma coluna d’água utilizando um disco de Secchi.”

Tabela1: Limites e classificação do estado trófico para reservatórios

Critério	Estado Trófico	Fósforo Total (mg/L)	Clorofila “@” (µg/L)	Transparência (m)
$IET \leq 44$	Oligotrófico	$\leq 0,026$	3,81	$>1,7$
$44 < IET \leq 54$	Mesotrófico	$0,026 - 0,027$	$3,81 - 10,34$	$1,1 - 1,7$
$54 < IET \leq 74$	Eutrofico	$0,053 - 0,211$	$10,35 - 76,06$	$0,8 - 1,1$
$IET > 74$	Hipereutrofico	$> 0,211$	$> 76,06$	$< 0,8$

Fonte Adaptado de Toledo (1980) apud Monteiro et al (2017)

Para a realização dos cálculos utilizou-se as seguintes equações

Equações:

$$IET = [IET(PT) + IET (Cl@)]/2 \quad (1)$$

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

$$IET (Cl@) = 10*(6-((0,92-0,34*(\ln Cl@))/\ln 2)) \quad (3)$$

Cl@: Concentração de Clorofila “@” medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$

PT: Concentração de Fósforo total medida à superfície da água em $\mu\text{g.L}^{-1}$

Tabela 2: Contagem de cianobactérias, limites para diferentes níveis de estado trófico.

Ordem	Estado Trófico	Contagem (Cél/mL)	Descrição
1	Oligotrófico	Até 20.000	Número baixo de cianobactérias
2	Mesotrófico	20.000 – 80.000	Número médio de cianobactérias
3	Eutrófico	80.000 – 400.000	Número alto de cianobactérias
4	Hipertrófico	Acima de 400.000	Número muito alto de cianobactérias

Fonte: Paulino et al (2013)

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da metodologia proposta e partindo de dados obtidos no site da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGHER) que quantifica os nutrientes encontrados no reservatório permite-se que se apure e avalie os índices tróficos no açude Acarape do Meio. Conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Quantificação dos nutrientes do reservatório Acarape do Meio

Data	Nit.	PT.	Cl@	Cont. Cianob.
20/05/2008	3,589	0,063	29,9	442.000
04/08/2008	1,083	0,097	33,18	146.090
11/11/2008	1,601	0,137	46,04	388.001
25/08/2009	2,023	0,168	38,94	431.646
10/11/2009	0,433	0,399	58,43	272.809
25/05/2010	0,885	0,146	34,71	189.826
03/08/2010	2,956	0,013	70,44	347.263
17/11/2010	0,383	0,063	45,52	
21/02/2011	1,937	0,067	56,6	
10/05/2011	0,799	0,043	16,55	172.186
15/05/2012	1,429	0,093	62,26	421.898
08/08/2012	0,734	5,062	121,66	666.795
13/11/2012	2,621	0,104	123,18	
20/02/2013	2,159	0,175		656.160
15/05/2013	4,451	0,262	77,12	386.069
13/02/2014	0,771	0,198	63,28	561.703
07/05/2014	0,992	0,181	95,32	286.149
07/08/2014	1,145	0,247	24,92	203.432
04/02/2015	1,263	0,113	38,54	20.735
06/05/2015	2,527	0,193	37,29	76.721
05/08/2015	1,707	0,141	28,39	2.029.480
05/11/2015	1,591	0,144	22,86	230.164
16/02/2016	1,473	0,056	35,33	208.133
05/05/2016	2,579	0,042	22,32	227.378
03/08/2016	1,075	0,047	6,19	25.428
08/11/2016	1,022	0,013	7,16	43.153
02/02/2017	0,979	0,154	11,75	36.603
03/05/2017	1,841	0,264	21,78	37.257
02/08/2017	0,669	0,12	11,21	33.435
08/11/2017	0,75	0,036	12,22	11.008

[Nt]: Nitrogênio (mg/L)

[PT]: Fósforo total(mg/L)

Cl@: clorofila-a (µg/L)

Cont.Cianob: Cont.
Cianobactérias (Cél/mL)

Fonte: SOHIDRA,2017.

Considerando a mitologia proposta segue os resultados obtidos através do cálculo para determinação do IET.

Tabela 4: IET Pt, IET Cl@, IET e pluviometria do reservatório Acarape do Meio (2008-2017)

DATA	IET PT	IET CLA	IET	ESTADO TRÓFICO	PLUVIOMETRIA
20/05/2008	25,54828	63,394256	44,47126874	MESOTRÓFICO	N.I.
04/08/2008	28,16334	63,904828	46,03408415	MESOTRÓFICO	N.I.
11/11/2008	30,25544	65,51158	47,88351027	MESOTRÓFICO	N.I.
25/08/2009	31,49144	64,690021	48,09073007	MESOTRÓFICO	N.I.
10/11/2009	36,73273	66,680573	51,70665373	MESOTRÓFICO	N.I.
25/05/2010	30,64097	64,125956	47,38346247	MESOTRÓFICO	N.I.
03/08/2010	15,98555	67,597504	41,79152833	OLIGOTRÓFICO	N.I.
17/11/2010	25,54828	65,455863	45,50207236	MESOTRÓFICO	N.I.
21/02/2011	25,92128	66,524488	46,22288437	MESOTRÓFICO	N.I.
10/05/2011	23,23402	60,492987	41,86350263	OLIGOTRÓFICO	N.I.
15/05/2012	27,90817	66,992	47,45008656	MESOTRÓFICO	54,3
08/08/2012	52,12677	70,278023	61,20239745	EUTRÓFICO	0
13/11/2012	28,58555	70,338928	49,4622404	MESOTRÓFICO	13,7
15/05/2013	34,18408	68,041918	51,11300047	MESOTRÓFICO	170
13/02/2014	32,487	67,07171	49,7793568	MESOTRÓFICO	53,8
07/05/2014	31,94306	69,08121	50,51213416	MESOTRÓFICO	158,6
07/08/2014	33,82685	62,500595	48,16372168	MESOTRÓFICO	0
04/02/2015	29,08846	64,639373	46,86391557	MESOTRÓFICO	142,7
06/05/2015	32,33203	64,477643	48,40483431	MESOTRÓFICO	104,5
05/08/2015	30,42982	63,140063	46,78494226	MESOTRÓFICO	5,4
05/11/2015	30,55739	62,077368	46,31737926	MESOTRÓFICO	1,8
16/02/2016	24,8346	64,2128	44,52369829	OLIGOTRÓFICO	165,5
05/05/2016	23,09144	61,960107	42,52577311	OLIGOTRÓFICO	97

03/08/2016	23,77298	55,669	39,7209894	OLIGOTRÓFICO	5,5
DATA	IET PH	IET CLA	IET	ESTADO TRÓFICO	PLUVIOMETRIA
08/11/2016	15,98555	56,383068	36,18431052	OLIGOTRÓFICO	19,7
02/02/2017	30,96421	58,812808	44,8885086	MESOTRÓFICO	162,8
03/05/2017	34,23016	61,839975	48,03506795	MESOTRÓFICO	179,3
02/08/2017	29,45265	58,582034	44,0173405	MESOTRÓFICO	23,1
08/11/2017	22,15739	59,005192	40,58129136	OLIGOTRÓFICO	N.I.

Fonte: SOHIDRA, 2017.

Legenda

IET Pt: Índice de Estado eutrófico de Fósforo
IET Cl@: Índice de Estado eutrófico da Clorofila
IET: Índice de Estado eutrófico do Reservatório

Conforme figura 3 desde 2008 o açude Acarape vem sofrendo com os altos níveis de concentração de nutrientes, que vem provocando seguidos processos de estado mesotrófico que “indica uma produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos” (fonte: ANA, 2018).

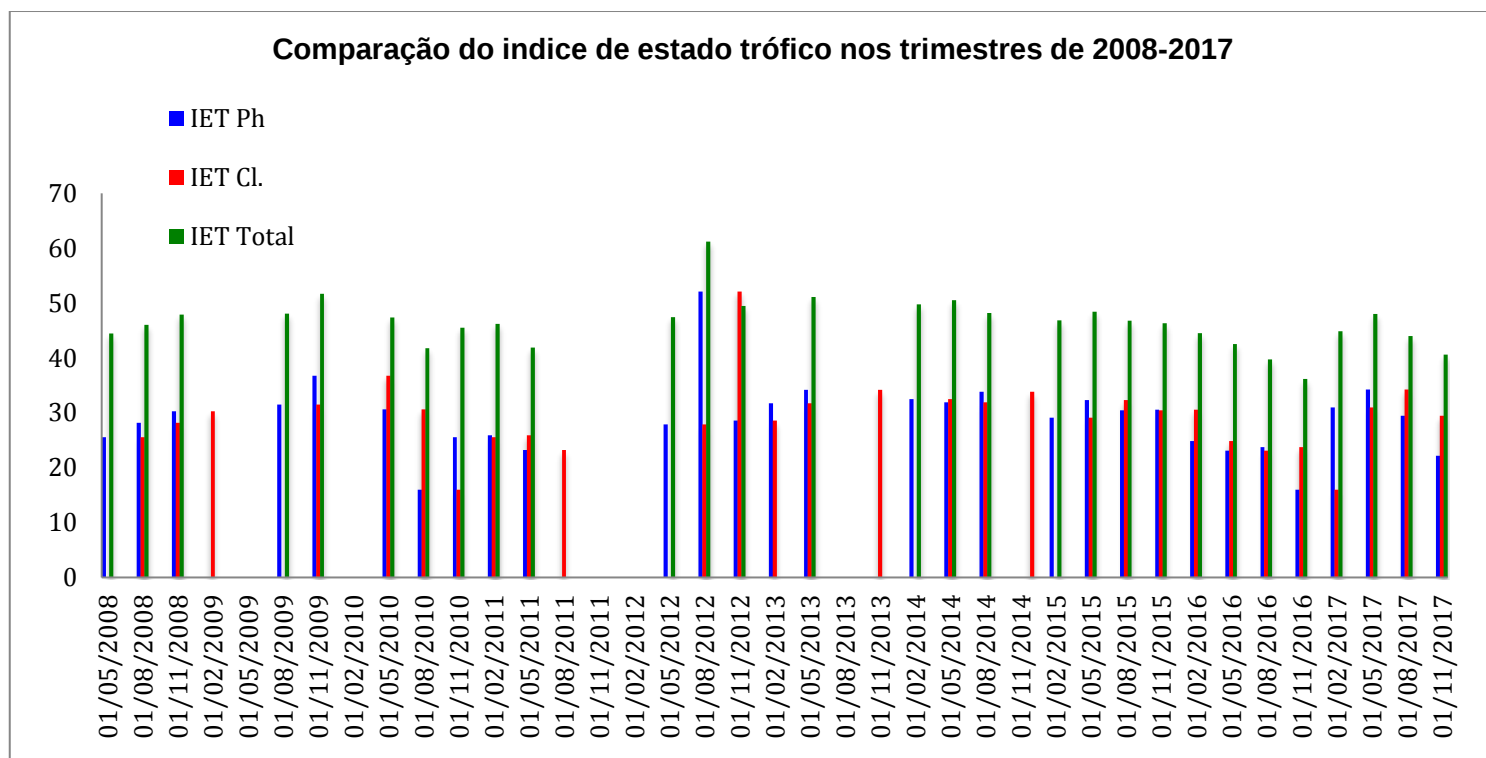
Podemos verificar que aconteceram variações desse estado mesotrófico apenas nos meses de agosto de 2010, maio de 2011, no período de fevereiro de 2016 até novembro de 2016 e em novembro de 2017 em que ele se encontrou em estado oligotrófico que vem a indicar segundo a fonte citada acima que são “corpos d’água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes de nutrientes.

Também se verifica que nos mês de agosto de 2012 o reservatório encontrava-se em estado eutrófico que sugere “Corpos d’água com alta produtividade em relação às condições naturais (...) nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento na concentração de nutrientes.” Fonte: (ANA, 2018)

Pode-se relacionar diretamente o estado oligotrófico apresentado na figura 3 no período de novembro de 2017 ao aumento do índice pluviométrico apresentado na figura 5

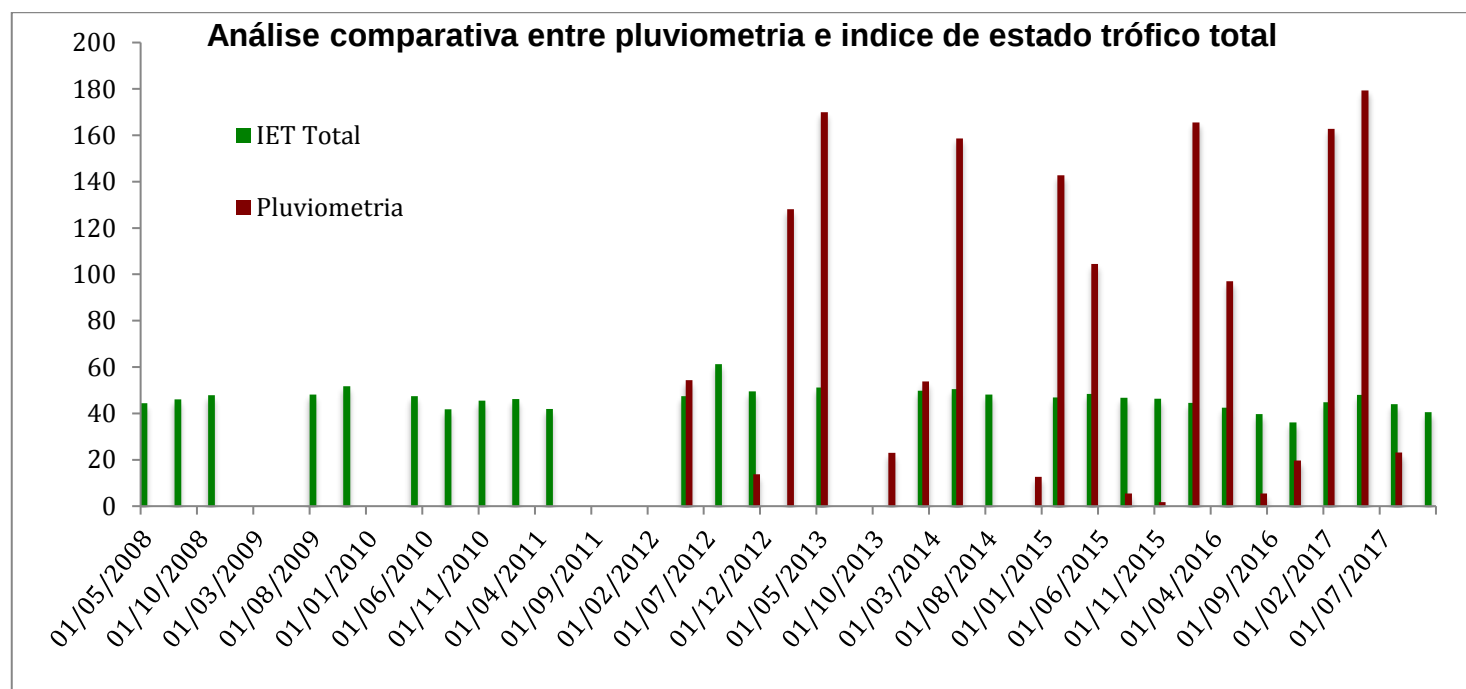
e ainda o baixo índice de nutrientes como o Fósforo, Nitrogênio e Clorofila descritos na figura 4. O que indica que a estiagem prejudica consideravelmente a qualidade da água.

Figura 3: Gráfico Comparação do índice de estado trófico nos trimestres de 2008-2017



Conforme figura 4, pode-se perceber que houve um aumento considerável nos índices pluviométricos em janeiro e agosto de 2013, março de 2014, maio e dezembro de 2015, janeiro de 2016 e janeiro de maio de 2017. Observa-se que o aumento pluviométrico ocasiona com que os nutrientes se depurem e o reservatório se apresenta em estado oligotrófico, situação que não se apresenta em maior parte durante o monitoramento.

Figura 4: Gráfico Análise comparativa entre Pluviometria e índice de Estado Trófico Total (2008-2017)

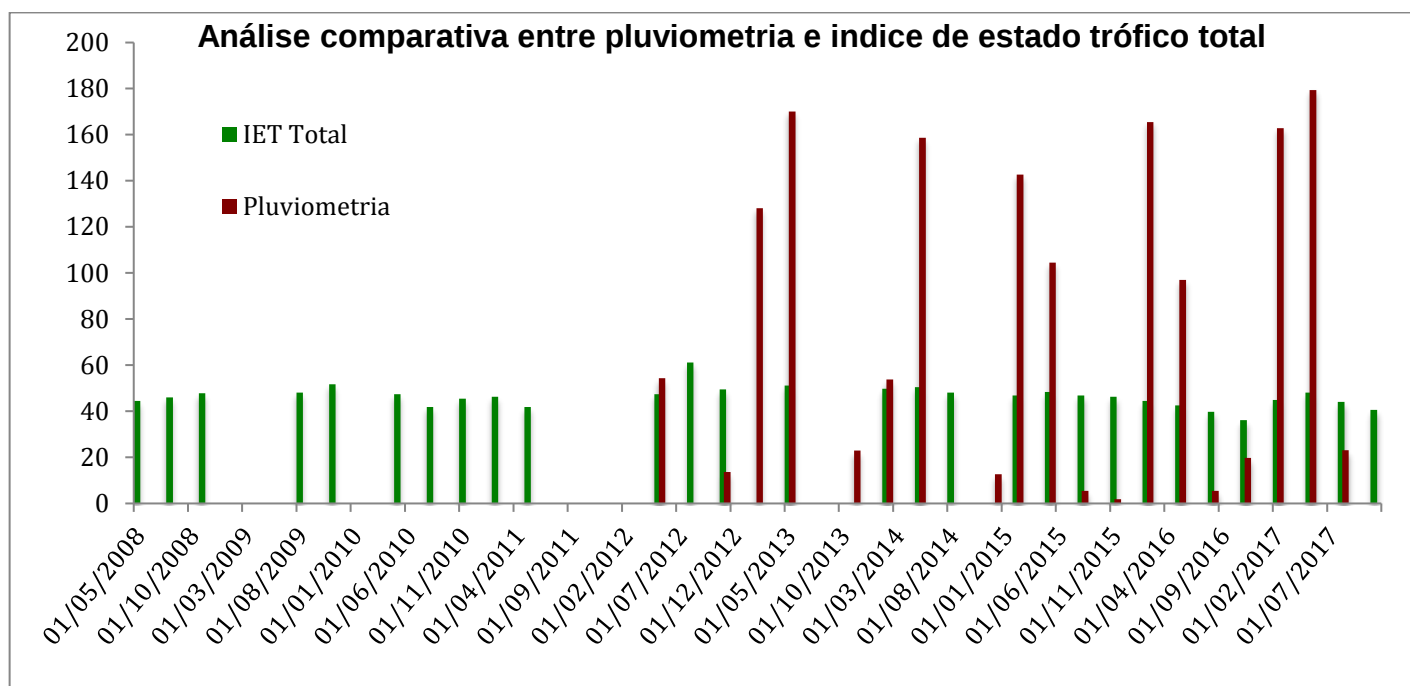


Conforme figura 5 traz o comparativo entre cada um dos elementos que permite a analisar o estado trófico dos reservatórios e o índice pluviométrico dimensionado de 2008 até 2017. Entende-se que embora o índice pluviométrico aponte alta nos meses de janeiro e agosto de 2013, março de 2014, maio e dezembro de 2015, janeiro de 2016 e janeiro e maio de 2017, o índice desses elementos apenas se altera de forma pontual.

O gráfico 5 traz uma comparação entre o estado trófico dos reservatórios e o índice pluviométrico apresentado na região. Apresenta-se que sempre o índice pluviométrico aumenta, a qualidade da água do reservatório se apresenta mais favorável, o que acontece poucas vezes, por ocasião do período de estiagem severa que a região Nordeste vem enfrentando nos últimos anos.

O gráfico apresenta dados que indica o baixo índice de chuvas e a persistência da estiagem que vem castigando as reservas de água no açude Acarape do meio, provocando sucessíveis níveis de estado eutrófico no reservatório. De acordo Silva et al (2010) “As irregularidades no regime pluviométrico são provocadas pelas mudanças da frequência e/ou intensidade dos ventos de precipitação”.

Figura 5: Gráfico Análise comparativa entre pluviometria e os índices de estado trófico (2008-2017)



A eutrofização consiste em um processo em que o reservatório comporta uma alta carga de nutrientes como o Nitrogênio e o Fósforo, segundo Rivera (2003) esse processo ocasiona graves consequências como a mortandade dos peixes, a liberação de gases tóxicos e cheiro desagradável, crescimento descontrolado de plantas e algas aquáticas, diminuição na biodiversidade no ambiente.

Os processos de eutrofização são em certa medida resultado da poluição e do mau uso do solo, uma das soluções cabíveis é a educação e a informação de todos os envolvidos nesses processos sobre a adoção de medidas mitigadoras e métodos alternativos na prática agrícola. No que se refere especificamente ao açude Acarape do meio a agricultura praticada no seu entorno contribui de forma direta para o processo de eutrofização.

“A retirada da vegetação natural da bacia para ocupação por agricultura representa, usualmente, uma etapa intermediária no processo de deterioração de um corpo d’água. Os vegetais plantados na bacia são

retirados para consumo humano, muito possivelmente fora da própria bacia hidrográfica. Com isto, há uma retirada, não compensada naturalmente, de nutrientes, causando uma quebra no ciclo interno dos mesmos. Para compensar esta retirada, e para tornar a agricultura mais intensiva, são adicionados artificialmente, fertilizantes, isto é, produtos com elevados teores dos nutrientes nitrogênio e fósforo. Os agricultores, visando garantir uma produção elevada, adicionam quantidades elevadas de N e P, frequentemente superiores à própria capacidade de assimilação dos vegetais.” (SPERLING, 1996, Pág.3)

Podemos elencar medidas preventivas que correspondem ao controle dos esgotos e da drenagem fluvial, porém medidas corretivas em níveis mecânicos, químicos e biológicos são indicadas e fundamentais na recuperação dos reservatórios que são afetados por esse problema. Essa questão vem se tornando fundamental e urgente pois quanto mais se demora a ação, o custo tende a aumentar e o tempo de recuperação se tornará maior.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto que, todas as formas de organização social necessitam desse recurso (água) para realizar as suas atividades, sejam em áreas urbanas, industriais ou agrícolas todas necessitam sem exceção de alguma maneira desse recurso que cada dia fica mais escasso: a água.

Na agricultura a poluição afeta a água através do uso indiscriminado de fertilizantes químicos ou agrotóxicos, que são arrastados pelas chuvas poluindo os rios e as águas subterrâneas. Algumas indústrias poluem diretamente a água por meio de despejo de desinfetantes, detergentes, solventes, metais pesados, resíduos radioativos e derivados de petróleo em rios e lagos. O lixo acumulado em locais impróprios produz o chorume, que afeta as águas subterrâneas.

Entretanto, uma das formas de resolver o problema de poluição é o desenvolvimento de políticas e programas de conscientização, tanto o poder público como a iniciativa privada, de forma que esclareça que água é recurso renovável, porém finito e cada vez mais escasso.

O açude Acarape do Meio apresentou grande variabilidade em seu espaço temporal do seu estado trófico, através da influência direta dos fatores climáticos, morfológicos e antropogênicos. As precipitações pluviométricas e os volumes acumulados provocaram maior impacto sobre a qualidade das águas do reservatório.

Em relação a eutrofização, no período chuvoso, o reservatório encontra-se em condição mais favorável, mostrando a forte influência climatológica. Apresenta também, que quanto menor volume do reservatório, mais elevado o seu estado trófico.

Portanto, é urgente a definição de uma série de ações para melhoria das águas do reservatório de Açude Acarape do Meio. A COGHER elaborou o inventário ambiental do açude Acarape do meio em abril de 2008 e fez as seguintes recomendações em médio e longo prazo que inclui:

- Implementação de programas de saneamento, garantido assim as condições sanitárias qualificadas, tanto nas sedes municipais como nas comunidades rurais; nas residências mais próximas do reservatório, é indicada implementação de fossas sépticas biodigestores;

- Implementação de práticas agrícolas orgânicas e de conservação de solo compatíveis com o relevo, como o plantio em curva de nível, adubação verde e plantio direto, respeitando a área de preservação do reservatório;
- Adoção da exploração de pecuária numa faixa distante a 5 Km, considerada como sendo área de influência para o Açude, construção de cochos para dessedentação animal, evitando que os animais tenham acesso a reservatório;
- Implementação de programa para coleta seletiva do lixo, nos locais mais adequados para a disposição de lixo orgânico;
- Implementação de programas de educação ambiental nas escolas e nas comunidades, com objetivo de sensibilizar com relação aos cuidados de preservação dos mananciais.

Medidas preventivas e corretivas, que incluem o reflorestamento e a proteção ambiental das áreas em torno dos reservatórios podem amenizar, em certa medida, determinadas situações que são ocasionadas pelo desnudamento das margens dos reservatórios. Elas impedem, inclusive, que sedimentos venham a ser arrastados para dentro dos corpos d'água durante o período chuvoso e dessa maneira ocasionar o assoreamento dos reservatórios bem como trazer para dentro d'água os poluentes depositados nos solos.

Enfim, a adoção das medidas se qualificam para uma gestão otimizada do reservatório do Acarape do Meio, ela é recomendada na realização da adequação do seu programa de monitoramento efetivo e a fiscalização de uso do solo e da água. Por isso é interessante a participação das instituições, tais como: Prefeituras Municipais de Acarape, Redenção, Palmácia e Pacoti, DNOCS, SEMACE, CAGECE, Secretária de Recursos Hídricos (SRH/COGERH), sociedade civil organizada e Comitês das Bacias Metropolitana.

6- REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Lucena de Etham José; NUNES, Roberto Paulo; VASCONCELOS, de França Janiele. **Qualidade de Água e Caracterização de Fontes Pontuais e Difusas de Poluição em Reservatórios do Semiárido Paraibano**. Brasília, 2015
- BAUMGARTEN, Maria da Graca Zepka; PAIXÃO, Bárbara Elen Góis da. **Uso do Índice do Estado Trófico para Avaliar a Qualidade das Águas do Estuário da Lagoa dos Patos (RS)**. Rio Grande, 2013.
- BEGHELLI et al. **Uso do Índice de Estado Trófico e Análise Rápido da Comunidade de Macro invertebrados como Indicadores da Qualidade Ambiental das Águas na Bacia do Rio Jundiá-Mirim – SP- BR**, 2015.
- COMPANHIA DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS- COGERH. Disponível em: <https://www.cogerh.com.br/#todospelaagua>. Acesso em 27/04/2018.
- FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS- FUNCEME. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/>. Acesso em 27/04/2018.
- GOVERNO DO BRASIL-gov.br. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/01/acarape-do-meio-foi-o-primeiroacude-a-abastecer-fortaleza>. Acesso em 27/04/2018.
- INDICADORES DE QUALIDADE – ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET). Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>. Acesso em 27/04/2018.
- LIMA, Sousa de Neves Ricardo; RIBEIRO, Melo de Bandeira Celso; BORBOSA, Faria Clemente Claudio; FILHO, Rotunno Correa Otto. **Estudo da Poluição Pontal e Difusa na Bacia de Contribuição do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Funil Utilizando Modelagem Especialmente Distribuída em Sistema de Informação Geográfica**. Jan/mar 2016
- MEIRELES, Maia Célio Ana. Frischkorn, Horst. Andrade, de Maia Eunice. **Sazonalidade da qualidade das águas do açude Edson Queiroz, bacia do Acaraú, no Semi-Árido cearense**. Revista CienciaAgronomica, Fortaleza, 2007.
- MONTEIRO et al. **Análise do Índice de Estado Trófico do Reservatório Pereira de Miranda, Ceará, para o Período 2012-2016**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Florianopolis, 2017.

MONTEIRO, Ramilton Rodolpho. ARAÚJO, de Sousa Vanessa. PEREIRA. Felix Rejane. **Avaliação do Índice de Estado Trófico do Reservatório Acarape do Meio, Ceará, No Período 2012-2016**, Fortaleza-Ceará, 2017.

MORAIS et al. **Qualidade da Água em Reservatórios de Regiões com Escassez Hídrica: Estudo de caso na região mediterrânica de Portugal e região semiárida do Brasil.** Disponível em

:https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/3709/1/CAPITULO_Livro_CISA_Brasil_Portugal.pdf. Acesso em 27/04/2018.

PAULINO, W.D.; OLIVEIRA, R.R.A.; FREIRE, F.A. **Classificação do Estado Trófico para o Gerenciamento de Reservatórios no Semiárido: A Experiência da Gogerh no Estado do Ceará.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 20., 2013, Bento Gonçalves.

RODRIGUES, Rocha Cléa. **Indicadores para Avaliação de Comissões Gestoras de Sistemas Hídricos e suas Aplicação na Análise das Bacias da Região Metropolitana de Fortaleza.** Fortaleza/CE, 2014.

SALA DE IMPRENSA, TODOS PELA ÁGUA. Disponível em: <http://saladeimprensa.ceara.gov.br/todospelaagua/?p=26189>. Acesso em 27/04/2018.

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS, GOVERNO DE ESTADO DO CEARÁ- SRH. Disponível em : <http://atlas.srh.ce.gov.br/>. Acesso em 27/04/2018.

SILVA, Vicente P. R. da et al . **Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil.** Rev. bras. eng. agric. ambient., Campina Grande , v. 15, n. 2, p. 131-138, fev. 2011. Disponível em

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141543662011000200004&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em 18 maio 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000200004>.

VON SPERLING, M. **Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.** DESA –UFMG. 1996