

## INFLUÊNCIA ATMOSFÉRICA NA MORTALIDADE DE PEIXES CULTIVADOS NO AÇUDE SÍTIOS NOVOS: PENTECOSTE – CE

José Augusto Soares de Araújo <sup>1</sup>

Hênio do Nascimento Melo Júnior <sup>2</sup>

### RESUMO

A sustentabilidade da piscicultura em tanque rede em açudes do semiárido está diretamente relacionada com aspectos limnológicos e meteorológicos, podendo estes aspectos serem determinantes no sucesso e longevidade dessa atividade produtiva. O desenvolvimento de piscicultura em tanque de rede é capaz de proporcionar melhorias na economia local. O presente estudo objetiva caracterizar a influência atmosférica na mortalidade de peixes ocorrida em 2011 nos cultivos do açude Sítios Novos, Ceará. Os dados hidrológicos e meteorológicos foram coletados respectivamente no Portal Hidrológico do Ceará e no sistema SINDA/INPE. O volume hídrico registrado foi 96,87% da sua capacidade total, não foi verificada relação direta do volume com a ocorrência de mortalidade na piscicultura. No dia 1º de maio, data da mortalidade, a variação de temperatura variou entre 30,7°C e 22,0°C com amplitude de 8,7°C ocorrendo em curto período de tempo, influenciando diretamente no evento de circulação vertical turbulenta. O vento apresentou grandes variações durante o período estudado, em especial durante o acontecimento do fenômeno, onde a duração de 6 horas consecutivas com vento na mesma direção, com variação observada em período de três horas entre de 3,4 m/s e 1,0 m/s, contribuindo para a formação do evento de mortalidade. As variações térmicas da atmosfera e variações da velocidade do vento desencadearam um processo de circulação vertical turbulenta, o qual culminou na mortalidade dos peixes cultivados. Esse fenômeno não ocorreu em toda extensão do açude, das cinco pisciculturas do açude, ocorreu mortalidade apenas em três pisciculturas localizadas na porção oeste (município de Pentecostes-Ceará).

**Palavras-chave:** Limnologia; Meteorologia; semiárido; Circulação Vertical Turbulenta.

### INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil é caracterizada por possuir clima semiárido e vegetação predominante do tipo caatinga, sendo caracterizada pelas grandes variabilidades interanual e intrasazonal de precipitação pluviométrica, resultando em grandes períodos de estiagem associados a um curto período de chuvas durante o ano (PRADO 2003; ROPELEWISK e HALPERT, 1997; MOURA e SHUKLA, 1981; SAMPAIO 1995). A construção dos

<sup>1</sup> Graduado pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Cariri – URCA, augustopxd@gmail.com;

<sup>2</sup> Orientador. Coordenador do Laboratório de Limnologia e Aquicultura - Universidade Regional do Cariri – URCA, [heniolimnologia@yahoo.com.br](mailto:heniolimnologia@yahoo.com.br) -

reservatórios de água no semiárido brasileiro é uma prática vital para subsidiar o desenvolvimento de atividades econômicas nessa área, agregando múltiplas finalidades para essa região, como por exemplo, o abastecimento do urbano e industrial, com isso, minimizando os problemas inerentes à seca (SILVA 2016; FREITAS, RIGHETTO, ATTYADE, 2009).

O desenvolvimento da piscicultura em tanque-rede nos açudes do Ceará é uma forma de produção alternativa, sendo caracterizada pelo seu baixo custo de instalação, de forma que, tem-se uma rapidez maior na sua implantação (FARIA *et al.*, 2013). Essa prática de agronegócio contempla grande potencial para promover melhorias nas condições econômicas e sócio-cultural de uma região (DIEMER *et al.*, 2010; PERUSSATO *et al.*, 2012).

A demanda pelo consumo de produtos oriundos do pescado na região cearense exerce grande influência na produção e comercialização de peixes proveniente das pisciculturas, por sua vez, é gerada uma inter-relação dentro de uma cadeia produtiva, relacionando diretamente a oferta e demanda desse produto (SILVA, 2018; VIDAL, 2016).

A instalação de uma piscicultura em tanque-rede deve ser precedida de estudos limnológicos buscando conhecer a circulação das massas de água, o metabolismo do ecossistema e seu nível trófico, a negligência desses estudos conduz o cultivo ao acaso da natureza estando sujeito a impactos ambientais como circulação vertical turbulenta e mortalidade em massa dos peixes (MELO JUNIOR, 2017).

Os estudos de variação nictemeral esclarecem como as interações incidem direta ou indiretamente nas variações da coluna de água, influenciando na estratificação e desestratificação, para tal, as variações podem ser analisadas a partir da condutividade elétrica, temperatura, pH, transparência, oxigênio dissolvido e regime de chuvas, conforme foram utilizados por Diniz *et al.* (2006) e Diemer *et al.* (2010).

Conforme Esteves (1998) em ambientes tropicais é comum haver estratificação durante o dia, e desestratificação durante a noite, sendo essa variação causada pela alteração da temperatura do ar.

Melo Júnior, Silva e Dias (2017) e Santos (2014) demonstram que em açudes do semiárido a estratificação acontece ao longo do dia e a desestratificação durante a noite, em virtude das variações de temperatura e velocidade do vento, durante o dia mudanças de temperatura conferem uma diferença de densidade conforme a profundidade, estratificando a coluna de água em três camadas, a superficial, o epilímnio; a intermediária, o metalímnio; a última camada, o hipolímnio.

Durante a noite, com o resfriamento da temperatura do ar, ocorre a diminuição da resistência térmica do corpo aquático a energia eólica e alteração da densidade da água promovendo a homogeneização da coluna de água.

Em alguns casos, devido à intensidade da desestratificação poderá ocorrer uma circulação mais intensa, denominada de circulação vertical turbulenta, a qual poderá liberar gases tóxicos como sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ) e gás metano ( $CH_4$ ), os quais são potencialmente tóxicos, podendo ser letal aos peixes (MELO JUNIOR, 2017).

Entre 1991 até 2016 foram registradas as ocorrências de 26 episódios de mortalidade nas pisciculturas em tanque-rede no estado do Ceará, destacando os meses de Maio a Julho, somando 14 mortalidades nesse período, equivalendo a 53,8% dos casos de mortalidade (COGERH, 2016).

Este estudo tem como objetivo analisar influência dos parâmetros atmosféricos, temperatura do ar, direção e velocidade do vento na mortandade ocorrida em pisciculturas do açude Sítios Novos. Dessa maneira, é pretendido que as informações resultantes deste estudo possam contribuir de forma significativa para aos piscicultores, possibilitando um entendimento mais amplo sobre esse impacto ambiental e sua atuação sobre a piscicultura.

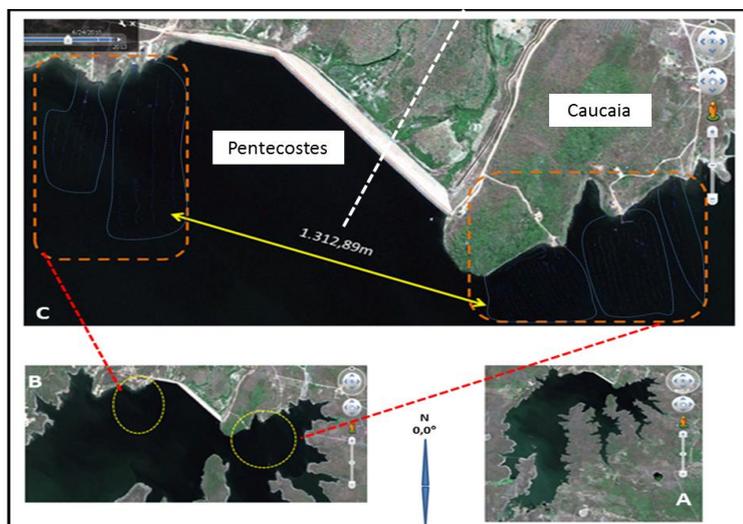
## **METODOLOGIA**

Este trabalho realiza um estudo de caso do evento de mortalidade ocorrida na piscicultura do açude Sítios Novos, localizado na confluência dos municípios de Caucaia e Pentecoste-CE, situado na bacia hidrográfica metropolitana,  $3^{\circ}46'12.76''S$ ;  $38^{\circ}58'10.41''O$  (COGERH, 2008; OLIVEIRA et al, 2011).

O espelho d'água do açude possui área de 2.010 hectares e capacidade hídrica de 126.000.000m<sup>3</sup>, com 446 km<sup>2</sup> de área drenada (CEARÁ, 2008). É utilizado para dessedentação animal, uso doméstico, recreação de contato secundário, pesca e piscicultura. Três pisciculturas eram localizadas na porção leste do açude, município de Caucaia e, na porção oeste, município de Pentecostes, haviam duas pisciculturas, as quais foram afetadas pelo impacto ambiental aqui analisado (Figura 1).

Os dados de volume hídrico e meteorológicos foram coletados nos Portal Hidrológico do Ceará (<http://www.hidro.ce.gov.br/>) e os dados meteorológicos foram coletados do site <http://sinda.crn.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/historico/passos2.php>, Sistema Integrado de Dados Ambientais <http://sinda.crn.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/historico/passos2.php>.

Figura 1. Açude Sítio novos (A). Área utilizada para piscicultura em tanque rede (B); Limite municipal, porção leste com três pisciculturas e porção oeste com duas.



Imagens: Google Hearth

Foram analisados temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), velocidade do vento (m/s), conforme Santos *et al.*, (2013); Santos (2014); Silva, (2016), bem como, incluindo a direção de vento.

A análise quantitativa foi feita com planilha Biostat 5.0, sendo calculada a estatística descritiva dos parâmetros meteorológicos.

Para o entendimento do comportamento atmosférico foi analisada a periodicidade anual, mensal e dos dias 29 de abril a 03 de maio de 2011, período de ocorrência da circulação vertical.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período estudado o volume hídrico do açude Sítios Novos correspondia a 96,87 %. O mesmo não foi considerado como fator determinante para a ocorrência do evento.

Em outros açudes do Ceará foi observado ocorrência de mortalidade de peixes nas pisciculturas sob os mais variados volumes hídricos: Santos *et al* (2013), açude Olho D'água, localizado em Várzea Alegre, Ceará, em 2010, com volume de 61,68%; Melo Júnior, Silva e Dias (2017) açude Rosário, localizado em Lavras da Mangabeira, Ceará, em 2017, com volume de 39,69%; Melo Júnior (2017) açude Cachoeira, localizado em Aurora, Ceará, em 2014 com volume de 45,38%; Silva (2018) o açude Olho D'água em 2008, 96,42 % da sua capacidade total.

No Ceará, os eventos de circulação vertical turbulenta ocorrem independentemente do volume hídrico do açude, porém, o baixo volume hídrico potencializa essas ocorrências. No açude Castanhão - Ceará, foi registrado varios eventos de mortalidade nas pisciculturas, as quais ocorreram entre fevereiro e maio, período em que o volume hidrico variou de 4% a 5,5% (BARBOSA, 2019).

A análise descritiva da variação de temperatura no período analisado demonstrou semelhança entre os valores máximos e mínimos de 2009 e 2011, contudo, os valores verificados em 2010 é um pouco divergente, resultando em maior amplitude térmica anual (Quadro 01). Porém os valores médios anuais de temperatura são diferenciados, apresentando maior valor em 2010.

Quadro 01. Análise descritiva da variação térmica no período 2009 a 2011. Açude Sítio Novos – Pentecostes/Caucaia – CE.

Temperatura do ar (°C)	2009	2010	2011
Mínimo	17.00	14.90	17.00
Máximo	36.10	38.60	36.10
Amplitude Total	19.10	23.70	19.10
Média Aritmética	27.37	28.26	26.85
Desvio Padrão ( $\pm$ )	3.60	3.47	3.50

Considerando os valores semelhantes da análise descritiva o teste ANOVA-tukey demonstraram não haver diferença signicativa entre todos os anos analisados, o valor de todos os estes foram superiores ao valor de  $p = <0,0001$ , determinado pelo teste.

A análise descritiva da velocidade do vento resultou média do vento para 2009 2,96 m/s, para 2010 foi 2,82 m/s e para o ano 2011 foi 1,80 m/s (Quadro 02). Nesse parâmetro o ano 2011 a menor média, embora os valores sejam numericamente diferenciados, o teste ANOVA revelou não haver difereça estatísitcas, os resultados dos testes foram sueriores ao valor de  $p = <0,0001$ , determinado pelo teste adotado.

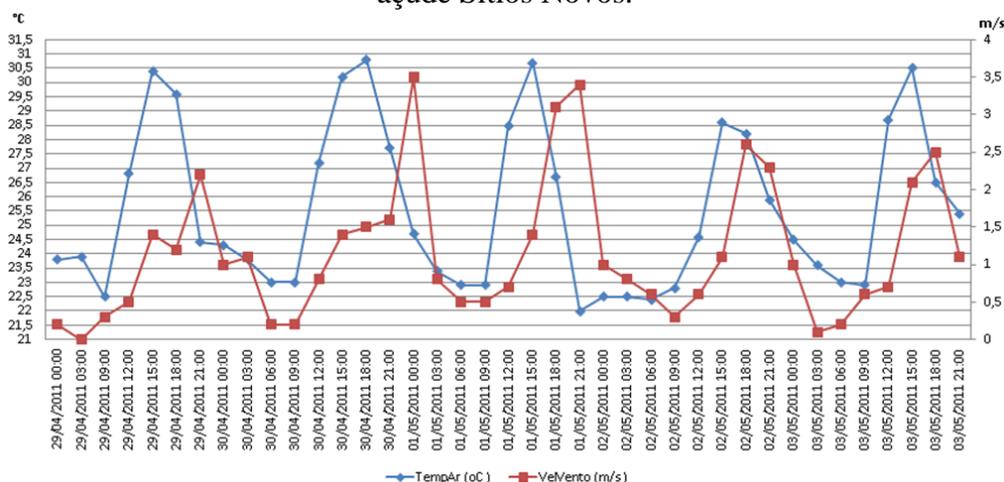
Quadro 02. Análise descritiva da variação térmica no período 2009 a 2011. Açude Sítio Novos – Pentecostes/Caucaia – CE.

Velocidade do vento (m/s)	2009	2010	2011
Mínimo	0.10	0.10	0.00
Máximo	14.90	15.10	19.10
Amplitude Total	14.80	15.00	19.10
Média Aritmética	2.96	2.82	1.80
Desvio Padrão ( $\pm$ )	1.65	1.70	1.65

Entre os dias 01 e 02 de Maio de 2011 foi registrado o fenômeno de mortalidade em duas das cinco pisciculturas em tranque-rede do açude Sítios Novos, as variações de

temperatura resultaram em amplitude térmica de 8,7°C, compreendida entre 30,7°C e 22,0°C. Simultaneamente a variação do vento ocorreu de forma crescente de 0,5 m/s a 3,4 m/s, com amplitude de 2,9 m/s (Gráfico 01).

Gráfico 01: Variação diária de temperatura e vento, dias 1 de Maio a 02 de Maio de 2011 – açude Sítios Novos.



O decréscimo de temperatura observado neste estudo foi semelhante aos 9,6°C verificados por Melo Júnior (2017), no evento de mortalidade ocorrido no Rosário em 2017. Porém, para o açude Olho D'Água em 2008 Silva (2018) e Silva e Melo Júnior (2018) verificaram amplitude 6,8°C.

Para Tundisi *et al* (2010), ventos com velocidade constante de aproximadamente 3m/s são aptos de proporcionar alterações na coluna de água. Pesquisas realizadas nos reservatórios da região metropolitana de São Paulo por Chiba *et al* (2009), Passerini *et al* (2009) e Moris, Tundisi e Passerini (2009) registraram que oscilações de velocidade de vento entre 1,5 m/s a 3,5 m/s quando perduram por tempo prolongado em uma mesma direção resultaram em circulação vertical do corpo hídrico.

No açude Sítio Novos a variação do vento atuou com fator preponderante na formação da circulação vertical turbulenta e mortalidade dos peixes cultivados. Nos dias 01 e 02 de maio, no período entre as 18:00 e 21:00 o vento mantém velocidade entre a 3,4 m/s a 1,4m/s simultaneamente a maior queda da temperatura.

Além da velocidade do vento, a direção do vento possui importante contribuição na origem do evento de circulação vertical turbulenta. As 18:00 horas a direção do vento era 87°, no sentido lés-nordeste (Figura 2). Entre as 21:00 horas do dia 01 e as 00:00 hora do dia 02 a

direção do vento permaneceu incidindo na mesmo sentido, porém com as respectivas direções: 321° (noroeste) e 285° (oeste) (Figura 3 e 4).

Figura 2: mapa de direção do vento no período das 18:00 horas do dia 1 de maio de 2011.



Figura 3: mapa de direção do vento no período das 21:00 horas do dia 1 de maio de 2011.



Figura 4: mapa de direção do vento no período da 00:00 hora do dia 02 de maio de 2011.



Fonte: SINDA/INPE

Ruttiner (1940) *apud* Esteves (2011) estabeleceu a resistência térmica ao trabalho do vento no processo de mistura das massas de água. Utilizando dados de densidade e temperatura, foi possível estabelecer que entre 4°C e 5°C a resistência ao trabalho do vento é igual a uma unidade de força, para as temperaturas comuns ao semiárido, 24-25°C a resistência é 31 vezes maior e 29-30°C o aumento da resistência é 37 vezes maior. Os dados de resistência em função da temperatura estudados por esses autores demonstram relação próxima com a temperatura mínima registrada no dia 1 de maio de 2011, na qual, registrou-se 22°C durante a mortalidade, sendo um valor ligeiramente abaixo de 24-25°C, com resistência de 31 vezes, descrito anteriormente.

Melo Júnior (2017), Melo Júnior, dias e Vasconcelos (2019) relataram as informações etnolimnológicas fornecidas pelos piscicultores dos açudes Rosário e Olho D'água quando ocorreu circulação vertical turbulenta e mortalidade de peixes que em geral relatam os seguintes eventos: temperatura do ar, “Quente no dia e fria à noite” e “Queda de temperatura, mais acentuada que dias e ocorrências anteriores”; velocidade do vento, “Forte durante a noite e brisa leve durante o dia” e “À noite o vento variou de fraco a moderado, sempre na mesma direção”; Cor da água, “Mudou da cor normal para amarronzada, de barrenta para marrom vivo”; cheiro da água “Liberação de cheiro de ovo podre” e “Cheiro de enxofre”.

Sobre esse evento de mortalidade do açude sítio novos Oliveira *et al* (2011) relataram as seguintes informações etnolimnológicas cedidas pelos piscicultores: “ a coloração da água mudou de esverdeada para um amarelo escuro”; “presença de fortes odores desagradáveis”; “os peixes bebiam ar, buscavam oxigênio direto do ar”.

As afirmações etnolimnológicas mencionadas por Melo Júnior (2017), Melo Júnior, dias e Vasconcelos (2019) e por Oliveira *et al* (2011) reforçam os indícios de que a mortalidade dos peixes cultivados tenha ocorrido circulação vertical turbulenta, sendo esta tese corroborada por Chiba *et al* (2009), quando menciona que a circulação vertical turbulenta altera a qualidade da água e promove liberação de odores, alteração da cor da água, depleção de oxigênio e liberação de sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S).

Os resultados discutidos no presente estudo sugerem que as variações dos parâmetros atmosféricos, temperatura do ar e vento, influenciaram a circulação vertical, tornando-a turbulenta e alterando as condições limnológicas, determinando a mortalidade dos peixes cultivados. Conforme observado por Oliveira *et al* (2011) No açude Sítio Novos a circulação vertical turbulenta pode ocorrer apenas em partes isoladas do açude, sendo registrado mortalidade apenas nas pisciculturas da porção Oeste do açude. Conforme relatado por Melo Júnior (2017) e Melo Júnior, Dias e Vasconcelos (2019), nos eventos de mortalidade em piscicultura registrados no Ceará, apenas os peixes cultivados são afetados, não há relato de mortalidade de peixes nativos que vivem livres nos corpos aquáticos.

Portanto, é possível inferir que o evento de circulação vertical turbulenta pode ocorrer em determinadas regiões dos corpos aquáticos, possibilitando que os peixes livres possam se deslocar procurando áreas de menor impacto ou sem perturbação causada pela circulação vertical turbulenta.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As variações dos padrões atmosféricos observados na área que compreende o açude Sítios Novos evidenciaram pouca variação das médias anuais de temperatura referente aos anos de 2009, 2010 e 2011, para o mês de maio do ano de 2010 e 2011, os mesmos permaneceram dentro da sua normalidade, fato que nos conduz a considerar esses eventos de mortalidade como fenômenos esporádicos de rápida formação em situações atípicas de temperatura e com a contribuição da energia eólica.

O volume hídrico do corpo aquático não é uma variável determinante dos eventos de circulação vertical turbulenta e mortalidade dos peixes, no açude Sítio Novos, esse fenômeno ocorreu com os mais variados volumes hídricos.

Além dos aspectos atmosféricos, limnológicos e hidrológicos a circulação vertical turbulenta também está condicionada ao relevo do entorno do açude, bem como a sua

morfometria. No açude Sítios Novos a mortalidade ocorreu apenas nas duas pisciculturas da porção oeste do açude, nas três pisciculturas da porção leste, distantes aproximadamente 1.312,89 m não aconteceu mortalidade de peixes, demonstrando que o fenômeno pode ser ocorrer apenas em áreas isoladas do açude.

O processo de queda da temperatura do ar ocorrido em escala de tempo de seis horas foi suficiente para provocar decaimento térmico da ordem de 8,7°C, sendo 30,7°C as 15:00, reduzindo até 22°C as 21:00. Esse mecanismo foi suficiente para alterar a densidade da massa de água promovendo circulação vertical de forte intensidade. O comportamento eólico no período de formação da circulação vertical foi caracterizado com variação de velocidade do vento de 1,0m/s as 15:00, e aumentando até 3,4 m/s as 21:00, nesse mesmo período o vento manteve-se na mesma direção. Dessa forma, a energia eólica contribuiu fortemente no processo de circulação vertical, contribuindo com as forças térmicas que impulsionam o evento.

A circulação vertical turbulenta ocasiona a ressuspensão material do sedimento, liberando H<sub>2</sub>S e CH<sub>4</sub> que, dissolvidos na água, são potencialmente tóxicos aos peixes. As partículas minerais e a matéria orgânica alteram a turbidez inibindo a penetração de luz, reduzindo a fotossíntese, bem como, promovem entupimento das brânquias dos peixes cultivados. A matéria orgânica em suspensão incrementou a atividade dos organismos decompositores presentes na coluna de água, conduzindo o ambiente a um processo de hipóxia seguido de anoxia.

Os eventos de circulação vertical turbulenta acompanhado de mortalidade nas pisciculturas são mecanismos de origem natural, os quais poderão ser potencializados pela ação antrópica, especialmente a falta de conhecimento sobre a dinâmica e sazonalidade dos processos naturais que desencadeiam esse processo.

No contexto econômico, político e social é primordial que o conhecimento técnico científico seja levado em consideração para elaboração de uma nova política pública de investimento na piscicultura em tanque rede, o modelo adotado no Ceará não se mostrou eficiente diante da realidade dos eventos de circulação vertical turbulenta. Além dos fenômenos hidrológicos, causados pela estiagem prolongada, os eventos de mortalidade e a falta de conhecimento a cerca dessa dinâmica limnológica foram determinantes na insustentabilidade de algumas pisciculturas em tanque rede no Estado do Ceará.

## REFERÊNCIAS

ALVES, W. S.; SILVA, P. B.; SANTOS, T. M. L.; MELO JÚNIOR, H. N. Variação dos parâmetros químicos (OD, STD e pH) como indicador de impacto ambiental da piscicultura em tanque rede no semiárido cearense. In: **Anais. III Colóquio de Geografia Agrária do Cariri Cearense**. Universidade Regional do Cariri, Crato-CE, 2014. p. 312 – 317.

ASSUNÇÃO. L. M.; LIVINGSTONE. I. **Desenvolvimento inadequado: construção de açudes e secas no sertão do Nordeste**. R Bras. Econ., Rio de Janeiro, p 425-448, Julho/Setembro 1993.

BARBOSA. H. **Nova mortandade de peixes encerra a piscicultura no Castanhão**. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/regiao/nova-mortandade-de-peixes-encerra-a-piscicultura-no-castanhao-1.2102361>> data de acesso: 24/05/2019

CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH). **Atlas Eletrônica dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Ceará**. Disponível em: <<http://atlas.srh.ce.gov.br/obras/index.asp>>. Acesso: 20 dez. 2008.

CHIBA. W.A.C.; MORIS. M.A.; TUNDISI. J.G.; PASSERINI. M.D. **Influência de frentes frias sobre a limnologia dos reservatórios de abastecimento de água da região Metropolitana de São Paulo (RMSP)**. Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Ecologia, 2009.

COGERH. **Eventos de mortandade de peixes no estado do Ceará**, pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Nota técnica – COGERH, 2016.

COGERH. **Inventário ambiental do açude sítios novos: Fatores Condicionantes da Qualidade das Águas**. Fortaleza-Ceará, Dezembro de 2008.

COGERH-FUNCEME. **Portal Hidrológico do Ceará**. Disponível em <<http://www.hidro.ce.gov.br/>> Data acesso: 01/03/2019.

CORCOVIA. J. A.; CELLIGOI. A. avaliação preliminar da qualidade da água subterrânea no município de Ibiporã-PR . REA – **Revista de estudos ambientais** (Online), v. 14, n. 2esp, p. 39-48, ISSN 1983-1501, 2012.

DIAS. M. I. B. **Dinâmica vertical do oxigênio dissolvido na piscicultura em tanque rede no semiárido cearense**. 32p Monografia defendida na Universidade Regional do Cariri – URCA (Graduação em Ciências Biológicas), Crato-CE, Junho, 2018.

DIAS. M. I. B.; MELO JUNIOR. H. N. **Dinâmica do oxigênio dissolvido na coluna d'água de piscicultura em tanque rede em açude do semiárido**. III Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro, 2017.

DIEMER. O.; NEU. D. H.; FREIDEN. A.; LORENZ. E. K.; BITTENCOURT. F.; BOSCOLO. W. R. **Dinâmica nictímeral e vertical das características limnológicas em ambiente de criação de peixes em tanques-rede**. Ciência Animal Brasileira, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 24 - 31, abr. 2010. ISSN 1809-6891.

DINIZ. C. R.; BARBOSA. J. E. L.; CEBALLOS. B. S. O. Variabilidade Temporal (Nictemeral Vertical e Sazonal) das condições Limnológicas de Açudes do Trópico Semi-árido Paraibano. **Revista de biologia e ciências da terra**, Suplemento Especial, N° 1, 2° semestre 2006. ISSN 1519-5228.

G1. **Toneladas de peixes mortos são retiradas do açude Castanhão, no Ceará**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2019/02/09/toneladas-de-peixes-mortos-sao-retiradas-do-acude-castanhao-no-ceara.ghtml>> data de acesso: 24/05/2019

EMBRAPA. **Piscicultura em tanques-rede**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2009. ISBN 978-85-7383-450-5.

ESTEVEZ. F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª Ed. – Rio de Janeiro: Interciência 1998.

- ESTEVES. F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3<sup>o</sup> edição, Rio de Janeiro, Interciência, 2011. ISBN: 978-85-7193-271-5.
- FILHO. P. F. A.; NOBREGA. G. C.; CABRAL. J. J. S. P.; BRAGA. R. A. P.; SILVA. A. V. **Dispositivo para determinação da influência da evaporação na aluvião de leito de rio no semiárido nordestino**. XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014.
- FREITAS. F, R, S; RIGHETTO, A, M; ATTAYDE, J. L. **Caracterização físicoquímica dos compartimentos verticais do reservatório Cruzeta (semi-árido do RN)**. XVIII Simpósio de Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009.
- GONÇALVES. J. C. S. I.; COSTA. D. SILVEIRA. A.; GIORETTI. M. F. Reoxigenação Superficial e Sumidouro Físico de Oxigênio Dissolvido em um Tanque Agitado por Jatos. RBRH – **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Volume 18 n.3 –Jul/Set 2013, 231-240.
- LEITÃO, M. V. B. R.; OLIVEIRA, G. M. & LEITÃO, T. J. V. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evaporação para duas regiões da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 11, n. 6, p. 585-593, 2007.
- MELO JÚNIOR. H. N. **Protocolo de diagnóstico e monitoramento de eventos de mortalidade nas pisciculturas de açudes do semiárido**. III Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro, 2017.
- MELO JÚNIOR, H, do N.; SILVA, M. I. S; DIAS, M. I. B. **Análise do evento de mortalidade de peixes na piscicultura em tanque rede no açude rosário – Bacia hidrográfica do rio Salgado**. Laudo técnico científico, 2017.
- MELO JÚNIOR. H. N.; DIAS. M. I. B.; VASCONCELOS. F. F. **Indicadores Etnolimnológicos e Meteorológicos de Circulação Vertical Turbulenta na Piscicultura em Tanque-rede**. Portfólio de Resultados do Monitoramento Ambiental da Aquicultura em Águas da União, p. 19-20. São Paulo, 2019.
- MORIS. M. A.; TUNDISI. J. G.; PASSERINI. M. D. Influência de frentes frias sobre a limnologia dos reservatórios de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo (RMSP). **Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia**, 10 a 13 de Setembro de 2009, São Lourenço - MG.
- MOURA. A.D. & SHUKLA. J. **On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model**. J. Atmos. Scie., v. 38, n. 12, p. 2653-2675. 1981.
- OLIVEIRA. R. R. A.; FRANÇA. J. M. B.; ALEXANDRE. D. M. B.; FREIRE. F. A.; PAULINO. W. D. **Avaliação da influência da qualidade da água na ocorrência de mortandade de peixes em reservatórios hídricos tropicais: o caso do açude Sítios Novos, Ceará**. XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS, 2011.
- PASSERINI. D. P.; TUNDISI. J. G.; MATSUMURA-TUNDISE. T.; CHIBA. W. A. C.; LUZIA. A. P. **Influência das frentes frias nos mecanismos de funcionamento de represas da região sudeste do Brasil**. II Simpósio de Ecologia. 2009.
- ROPELEWSKI, C.F.; & JONES, P.D. **An Extension of the Tahiti-Darwin Southern Oscillation Index**. Mon. Wea. Rev., v. 15, p. 2161-2165. 1987.
- PRADO. D. E. **As caatingas da América do Sul**. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. (eds.). Ecologia e conservação da caatinga. Ed. Universitária da UFPE, Recife, 2003.
- PERUSSATO. A.; CAMARA. D.; MIRITZ. D. L.; CORONEL. A. D. **Cadeia produtiva dos peixes comercializados na feira municipal do peixe vivo de Palmeira das Missões/RS: uma estratégia de desenvolvimento**. n. 21 p. 207 – 224 jul-dez 2012.
- ROPELEWSKI, C.F. & HALPERT, M. **Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation**. Monthly Weather Review, v. 115, p. 1606-1626. 1997.
- RUTTNER. F. **Grundriss der Limnologie (hydrobiologie des sesswassers)**. Berlin: Walter de Gruyter & Co, 1940.

- SAMPAIO. E. V. S. B. **Overview of the brazilian caatinga**. In: Bullock, S. H.; Mooney, H. A. & Medina, E. (eds.). Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- SANTOS, T. M. L. **Influência térmica e eólica na dinâmica vertical da piscicultura em tanques-rede do açude olho d'água**. Crato. 2014. 60p Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Regional do Cariri.
- SANTOS. T. M. L.; MELO JUNIOR. H.N. **Comportamento limnológico da coluna de água da piscicultura em tanques rede no Açude Rosário - Lavras da Mangabeira - CE**. In: XI Reunião Científica do Instituto de Pesca, 2013, São Paulo. Resumos expandidos da 11ª Reunião Científica do Instituto de Pesca. São Paulo: Instituto de Pesca, 2013. p. 173-175.
- SANTOS, T. M. L.; MELO JUNIOR, H.N.; FEITOSA, I. M. M; SOUSA, F. F. S. **Mortalidade de peixes em piscicultura em tanque rede versus meteorologia - açude olho d'água - Várzea Alegre, Ceará**. In: Giovani Siebra. (Org.). Congresso Nacional de Educação Ambiental. 1ed. João Pessoa: Editora da Universidade Federal da Paraíba, 2013, v. 3, p. 758-766.
- SILVA P. B. **Influência de variáveis climatológicas na circulação vertical em piscicultura de um açude tropical semiárido**. Monografia aprovada em 2016, Universidade Regional do Cariri – URCA.
- SILVA. M. I. S. **Influência de parâmetros atmosféricos na mortalidade de peixes em piscicultura em tanque rede: semiárido cearense**. 44p Monografia defendida na Universidade Regional do Cariri – URCA (Graduação em Ciências Biológicas), Crato-CE, Junho, 2018.
- SILVA. M. I. S.; MELO JUNIOR. H. N. Padrão de circulação vertical em piscicultura em tanque rede no semiárido. In: **Anais III Workshop Internacional Sobre Águas no Semiárido Brasileiro**; Volume 1, 2017, ISSN 2319-0248.
- SILVA. L. A. C.; SOARES. J. L. **Análise de investimento em piscicultura: produção de tilápia do nilo (*oreochromis niloticus*) em tanques-rede**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE - Brasil, 2009.
- SINDA. **Sistema Integrado de Dados Ambientais**. Disponível em <<http://sinda.crn.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/index.php>> Data de acesso: 01/03/2019.
- SOUZA. L.; MIRANDA. R. A. C. **Climatologia geográfica**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, v.1, 246 p, 2013. ISBN: 978-85-7648-882-8.
- TUNDISI. J. G.; MATSUMURA-TUNDISI. T.; PEREIRA. K.C.; LUZIA. A. P.; PASSERINI. M. D.; CHIBA. W. A. C.; MORAIS. M. A.; SEBASTIEN. N. Y. **Cold fronts and reservoir limnology: an integrated approach towards the ecological dynamics of freshwater ecosystems**. Brazilian Journal of Biology, v. 70, n. 3, p. 815-824, 2010.
- VIDAL. M. F. **Panorama da piscicultura no nordeste**. Caderno Setorial ETENE - Banco do Nordeste. Ano 1, n.3, novembro, 2016.