

INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS ATMOSFÉRICOS NA CIRCULAÇÃO VERTICAL EM PISCICULTURA DO AÇUDE OLHO D'ÁGUA, VÁZEA ALEGRE-CE.

Cibele Figueiredo Cruz Saraiva¹
Hênio do Nascimento Melo Júnior²

RESUMO

Os processos de estratificação e desestratificação são fundamentais para a estrutura e organização dos processos químicos e biológicos de lagos, represas e açudes, e podem ser influenciados pela temperatura atmosférica e velocidade de direção do vento. A circulação vertical teve grande importância na piscicultura do Ceará, devido ao desconhecimento do fenômeno ocorreram várias mortalidade de peixes cultivados causadas por circulação vertical turbulenta. Este trabalho pretendeu demonstrar a influência atmosférica na determinação da circulação vertical, podendo inclusive servir de modelo para ações futuras de planejamento de atividade de piscicultura em açudes do semiárido. Em dezembro de 2012 o ambiente estratificou, a diferença térmica entre epilímnio e hipolímnio foi superior a 1°C, não foi verificada influência eólica nesse período. Em fevereiro de 2013, houve estratificação diária e homogeneização noturna. A diferença térmica entre epilímnio e hipolímnio foi inferior a 1°C. Durante o dia o vento não interviu na estratificação, a noite o vento contribuiu com a desestratificação. Nesse estudo a estratificação foi fortemente influenciada pela variação de temperatura do ar, devido a baixa intensidade de velocidade dos ventos e as altas temperaturas do ar, o vento teve participação inexpressiva na circulação vertical. O diferencial de temperatura entre o período seco e chuvoso determinou estratificação total no período seco e, no período chuvoso, ocorreu estratificação diária e desestratificação noturna.

Palavras-chave: Estratificação; Desestratificação; Circulação vertical; Piscicultura; Tanque rede.

INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil é caracterizada por possuir clima semiárido caracterizado por temperaturas médias entre 23 e 27°C e grandes variabilidades interanual e intrasazonal de precipitação, o que resulta em grandes períodos de estiagem associados a um curto período de chuvas durante o ano (MOURA; SHUKLA, 1981; SAMPAIO 1995; REBOUÇAS, 1997; PRADO 2003).

¹ Graduanda do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Regional do Cariri - URCA, belesaraiva15@gmail.com;

² Mestre em Oceanografia Biológica pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, professor efetivo da Universidade Regional do Cariri - URCA, heniolimnologia@yahoo.com.br;

Como forma de minimizar os impactos causados pelos longos períodos de estiagem, foi inserida nas políticas de desenvolvimento federal, estadual e municipal a construção de pequenas barragens a partir de 1931, influenciada pelas secas de 1825, 1827 e 1830, e intensivamente, nas décadas de 50 e 60 quando foram iniciados os grandes programas de açudagem pública e particular como fonte de água para abastecimento humano e animal durante tais períodos (REBOUÇAS, 1997).

Os açudes são importantes ecossistemas artificiais com múltiplas possibilidades de uso, os quais transforma-se em ecossistemas dinâmicos (ROCHA, 2009). Considerando a dinâmica desses ecossistemas, os processos físicos de estratificação e desestratificação são de fundamental importância para a estrutura e a organização de processos químicos e biológicos em lagos, represas, rios e açudes (PALADINES ANDRADE, 2013).

A estratificação é o fenômeno no qual a coluna de água é subdividida em camadas, epilímnio, metalímnio e hipolímnio, divididos por diferencial de densidade e temperatura, refletindo essas diferenças nos parâmetros físicos, químicos e biológicos (SILVA e MELO JÚNIOR, 2017). Para Yu e Wang (2011), a estratificação térmica é um dos problemas ambientais mais importantes em reservatórios, especialmente para as águas profundas, devido a seus fortes efeitos sobre os aspectos físicos, químicos e biológicos.

No período mais frio, com temperaturas atmosféricas menores, a perda de calor para a atmosfera desfaz essas camadas e provoca mistura das águas ocasionado a desestratificação térmica que, praticamente, uniformiza a temperatura em todas as profundidades (NOGUEIRA, 1991; CLETO FILHO, 2006; ESTEVES, 2011). Em razão desse processo, há a mistura entre a água mais oxigenada proveniente do epilímnio com a água de reduzido teor de oxigênio (hipolímnio) (SABADINI, 2013).

Segundo Santos et al. (2013), associado a queda de temperatura atmosférica, a velocidade do vento que pode promover a desestratificação das camadas de água, bem como, circulação turbulenta, especialmente nos açudes do semiárido, em maioria são rasos, portanto, fortemente influenciados pela ação do vento.

Segundo Santos (2006), variáveis meteorológicas como, temperatura do ar, vento, chuva e radiação solar são os principais controladores dos processos físico, químicos e biológicos.

Segundo Diniz et al. (2006) e Diemer et al. (2010), os estudos de variação nictimeral são indispensáveis para esclarecer como os mecanismos de interações que incidem de forma direta ou indireta nas variações que ocorrem na coluna de água, como influenciam na

estratificação e desestratificação do corpo hídrico, podendo estas variações serem analisadas a partir da condutividade elétrica, temperatura, pH, transparência, oxigênio dissolvido e regime de chuvas.

A piscicultura em tanque rede no Ceará atingiu o posto de segundo maior produtor do país em 2013, porém nos últimos anos ocorreu um declínio acentuado dessa capacidade produtiva, um dos motivos dessa declínio foram as sucessivas mortalidades de peixes cultivados no sistema de tanque redes instalados em açudes, eventos esses reportadas por Barbosa (2008), Barbosa (2010), Freitas (2013), Crispim (2014) e COGERH (2016).

Conforme Melo Júnior (2017a), Melo Júnior (2017b), Vasconcelos e Melo Júnior (2018), Silva e Melo Júnior (2018) e Melo Júnior, Dias e Vasconcelos (2019). Em todos os casos analisados ficou caracterizado que os eventos de mortalidade ocorridos nas piscicultura dos açudes tiveram relação direta com os efeitos da circulação vertical turbulenta.

Em virtude do anseio de retomada da piscicultura em tanque rede em açudes do Ceará, o qual é estimado para o período após a recuperação do volume hídricos dos açudes, este trabalho tem como objetivo possibilitar uma melhor compreensão sobre os mecanismos que determinam os eventos de circulação vertical nos açudes e nas pisciculturas em tanque rede.

METODOLOGIA

Este estudo foi realizado no açude Olho D'água, localizado no município de Várzea Alegre -CE (6°47'49.40" S e 39°22'35.42" O), situado na bacia hidrográfica do rio Salgado. Construído para atender as necessidades de abastecimento do município, dessedentação de animais, lazer e também para desenvolvimento de projetos de piscicultura (COGERH, 2008; SANTOS, 2013).

As coletas do presente trabalho foram realizadas na piscicultura da Associação de Piscicultores do açude Olho D'Água (6°48'03.24" S e 39°22'48.09" O) ocorrendo em dois períodos climáticos, em dezembro de 2012, correspondendo ao período de estiagem, e em fevereiro de 2013, correspondendo ao período de chuvas.

O método de coleta foi adaptado da metodologia de variação nictemeral com amostragens realizadas em ciclo diário e noturno com coletas sucessivas a cada 3 horas, ocorrendo das seguintes maneiras: nos dias 14 e 15 de dezembro de 2012 iniciando 12:00 h e

terminando as 09:00h do dia seguinte; nos dias 06 e 07 de fevereiro de 2013 iniciado 08:00 h às 05:00 h do dia seguinte.

As amostragens foram coletadas nas seguintes profundidades: epilímnio a 1,0m, metalímnio a 7,0m e hipolímnio a 11,5m, sendo essas profundidades determinadas em função do volume hídrico registrado dezembro de 2019, correspondendo a 65,26%. Em fevereiro de 2013 as profundidades de coletas foram: epilímnio a 1,0m; metalímnio a 5,5 0m e hipolímnio a 10,0m, correspondendo ao volume hídrico de 60,21%. Os dados de volume hídrico foram coletados no Portal hidrológico-FUNCEME/GOGERH (<http://www.hidro.ce.gov.br/>).

A velocidade do vento (m/s) foi analisada através da utilização do anemômetro ITAN 700. A temperatura do ar e da coluna de água foi verificada com o termohigrômetro digital Incoterm-7663.02.0.00.

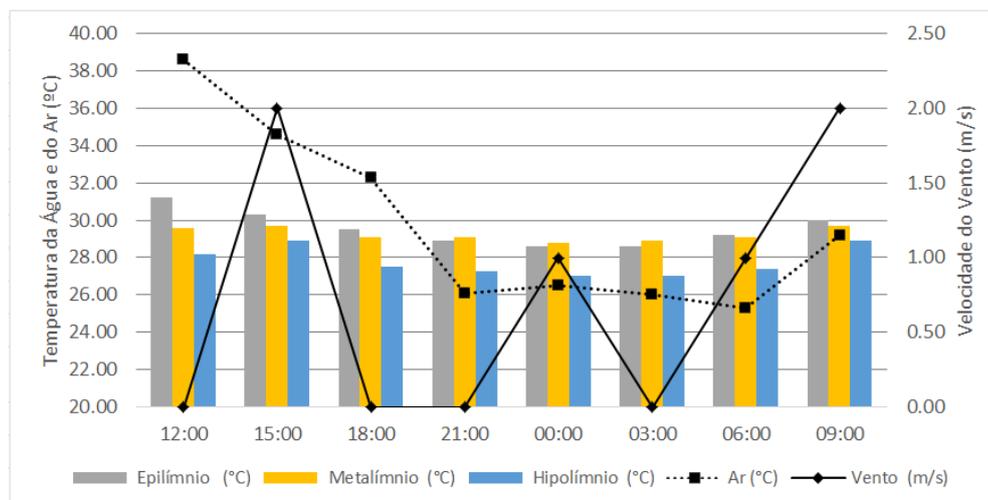
A partir da classificação adotada por Barbosa et al (2010), foi considerado estratificação da coluna de água quando a diferença de temperatura entre o Epilímnio e hipolímnio foi igual ou superior a 1,0°C.

Os dados coletados foram organizados e processados em planilhas do software Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 14 e 15 de dezembro de 2012, a temperatura do ar variou de 25,3 °C a 38,6°C. A temperatura da água no epilímnio variou de 28,6 a 31,2°C e no hipolímnio variou de 27,0 a 28,9°C. Entre o Epilímnio e hipolímnio foi verificado um diferencial de temperatura da ordem de 1,1°C a 3,0°C (Gráfico 01), fato este que classifica o ambiente como estratificado.

Gráfico 01. Influência da térmica e eólica sobre o processo de estratificação da coluna de água do açude Olho D'Água – Ceará. 14 e 15 de dezembro de 2012.



Barbosa et al (2010) considerou que para açudes do semiárido, a diferença de gradiente de temperatura igual ou superior a $0,5^{\circ}\text{C}$ diferencia os gradientes da coluna de água, o que corresponde a estratificação.

O diferencial supracitado é semelhante ao que foi verificado neste trabalho para o açude Olho D'Água, ou seja, $0,5^{\circ}\text{C}$ entre epilímnio e metalímnio, somado a $0,5^{\circ}\text{C}$ de diferença entre metalímnio e hipolímnio, os quais somados correspondem a $1,0^{\circ}\text{C}$ que adotamos como diferença para classificar o ambiente como estratificado.

Segundo Fiedler (2012), a estratificação térmica em lagos e reservatórios ocorre devido ao balanço de calor entre a água armazenada e as contribuições externas as quais incluem radiação solar e atmosférica, e troca condutiva de calor entre a atmosfera e a água. A temperatura do ar influencia diretamente toda a água, atuando na estrutura vertical dos sistemas aquáticos, a qual interfere na dinâmica de processos físicos, químicos e biológicos, influenciando o metabolismo do ecossistema aquático (SOARES et al., 2008; AYROZA, 2012).

Em geral, os reservatórios abertos (lagos, açudes e represas) ganham calor nos períodos quentes (sejam eles diário ou anual) (MEIRELES et al. 2007). Segundo Fiedler (2012) e Medeiros (2004), os processos de aquecimento ocorrem na camada superficial, que é relativamente fina, e o calor da superfície tende a se propagar por condução para as demais camadas, o que gera um diferencial de temperatura.

Chai et al, (2014) afirma que estratificações duradouras, impedem o fornecimento de oxigênio dissolvido (OD) para o hipolímnio, ficando limitado ao epilímnio, causando uma série de problemas de qualidade da água, como anóxia em zonas profundas. Conforme Paro (1979), essa condição de anaerobiose induz à degradação da matéria orgânica, podendo

originar sulfeto de hidrogênio (H_2S) que quando lançado a superfície acarretam consequências desagradáveis para os organismos aeróbicos.

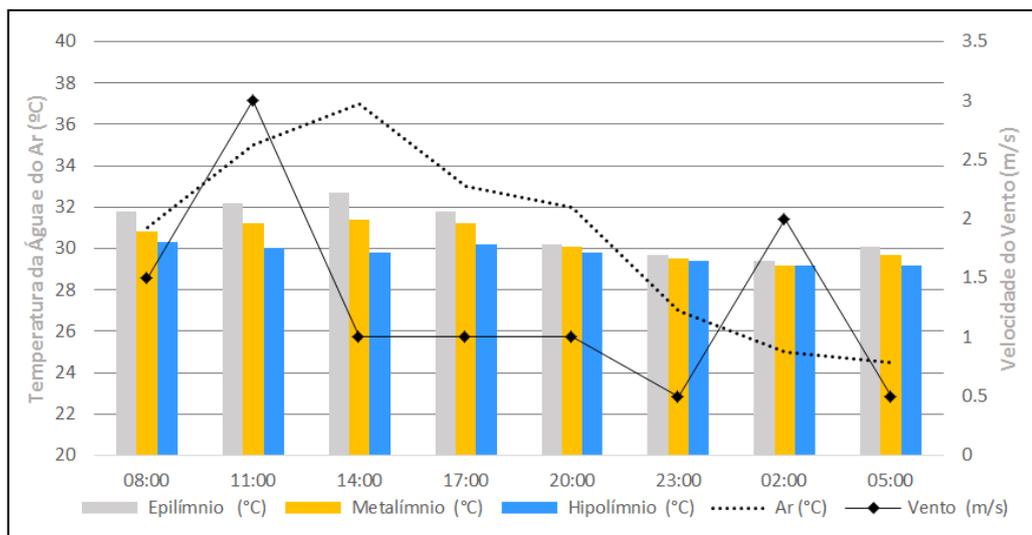
A velocidade do vento variou de 0,0 e 2,0 m/s (Gráfico 1) sendo pouco influente na ação de movimentação vertical da água pois o ambiente se manteve termicamente estável, mantendo a resistência à circulação vertical. Tundisi et al. (2004) e Esteves (1998) asseveram que em temperaturas elevadas, há resistência térmica ao trabalho do vento, impedindo a atuação da energia eólica em toda a coluna de água. Quanto maior a Resistência Térmica Relativa, maior é a estabilidade térmica do corpo hídrico, o que dificulta a circulação vertical e a ação do vento na mistura de água (FIEDLER, 2012).

Na coleta de dados no período de 06 e 07 de fevereiro de 2013, quando foi possível observar a ocorrência de circulação vertical, caracterizada por estratificação diária e desestratificação noturna. A variação de temperatura da atmosfera durante o dia variou entre 31,0°C e 37,0 °C, porém durante a noite o resfriamento da atmosfera foi marcado por uma variação térmica entre 32,0 °C e 24,5 °C (Gráfico 2).

Nos horários compreendidos entre 08:00h e 17:00h, o açude mostrou-se estratificado apresentando diferença de temperatura entre Epilímnio e hipolímnio com variação entre 1,5°C a 2,7°C (Gráfico 2). Nos horários subsequentes, foi verificado que no período de 20:00hs do dia 06 às 5:00hs do dia 07 o açude permaneceu desestratificado, com diferença de temperatura entre o epilímnio e o hipolímnio variando entre 0,2°C e 0,9°C. (Gráfico 2).

Durante o período de estratificação foram registradas velocidade do vento variando entre 1,0m/s a 3,0m/s, mesmo com velocidade média 1,6m/s, essa variação de velocidade de vento não foi suficiente para desestratificar a coluna de água. No período noturno, homogeneização da coluna de água, a variação de velocidade do vento ocorreu entre 0,5m/s e 2,0m/s, com média de 1,0m/s (Gráfico 2).

Gráfico 02. Influência da térmica e eólica sobre o processo de estratificação e desestratificação da coluna de água do açude Olho D'Água - Ceará. 06 e 07 de fevereiro de 2013.



Mesmo com maior velocidade de vento no período diário, o vento não promoveu homogeneização da coluna de água, esse evento ocorre em virtude da resistência térmica ao trabalho do vento, as altas temperaturas registradas no momento foram suficientes para não permitir a mistura das camadas de água.

A noite o resfriamento da atmosfera e do Epilímnio possibilitou dois efeitos, ou seja, a redução de temperatura do Epilímnio implicando no aumento da densidade provocando circulação de massa de água, como também, o resfriamento do ar e do Epilímnio possibilitaram a contribuição da energia eólica, mesmo que em baixa velocidade o vento contribui na formação do processo de circulação e homogeneização térmica da coluna de água.

No período mais frio, a perda de calor para a atmosfera desfaz essas camadas e provoca mistura das águas ocasionado a desestratificação térmica que, praticamente, uniformiza a temperatura em todas as profundidades (NOGUEIRA, 1991; CLETO FILHO, 2006; ESTEVES, 2011)

Segundo Santos et al (2013); Santos (2014) e Silva (2018) nos corpos hídricos continentais de águas represadas as variações do vento (velocidade e direção) são de suma importância para o desenvolvimento do processo de movimentação horizontal e vertical da água presente no açude.

Em climas tropicais os reservatórios são submetidos à estratificação e desestratificação diária (DINIZ et al., 2004; MELO, 2005; ESTEVES, 2011). Durante o dia, a estratificação ocorre pelo aquecimento da camada superficial e, à noite, acontece a desestratificação pela

ação combinada dos ventos e do resfriamento da camada superior, provocando mistura total a cada 24 h (MEIRELES et al. 2007).

A importância da compreensão dos mecanismos de circulação vertical das massas de água, especialmente para a piscicultura em tanque rede é justificada pela afirmação de Melo Júnior (2017) que assevera que a circulação vertical, estratificação e desestratificação, quando é marcada por intenso processo de homogeneização, essa mistura das massas de água podem remover material depositado no sedimento, tais como, matéria orgânica, sulfeto de hidrogênio (H_2S) e metano (CH_4), sendo esse evento o principal causador das mortalidades generalizadas ocorridas em pisciculturas em tanque-rede nos açudes do semiárido.

Estudando represas da região sudeste Chiba et al. (2009) menciona que o vento e frentes frias causam circulações verticais, desestratificando a coluna de água com intensidade que pode alterar a concentração de oxigênio, desagrega e resuspende o sedimento do fundo do reservatório alterando a turbidez, a cor da água, com a liberação de odor, sulfeto de hidrogênio (H_2S) e gás metano (CH_4).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se que os processos de estratificação e desestratificação são importantes para o metabolismo aquático influenciando na dinâmica do oxigênio dissolvido e nutrientes, distribuindo-os na coluna de água e especialmente promovendo o constante equilíbrio do metabolismo do ecossistema.

Os processos de estratificação são fortemente influenciados pela radiação solar, temperatura do ar, resultando em alterações da temperatura e densidade nas massas de água as altas temperaturas verificadas no mês de dezembro caracterizam a intensidade térmica no estabelecimento da estratificação.

Em fevereiro de 2013 a ação térmica de aquecimento das massas de água possibilitou estratificação diária, no entanto, a intensidade de resfriamento noturno possibilitou a desestratificação da coluna de água, possibilitando homogeneização térmica da coluna de água.

Neste estudo ficou evidenciado que a energia eólica teve resistência das altas temperaturas, dessa forma, a velocidade do vento exerceu reduzida influência na circulação

vertical. Esse fenômeno é comum na região do semiárido, especialmente em função das altas temperaturas que ocorrem na maior parte do ano.

É primordial que os gestores públicos responsáveis pelas atividades de produção de pescado através da piscicultura em tanque rede nos açudes do semiárido considerem as informações descritas nesse trabalho, especialmente na fase de planejamento e implementação da atividade.

O conhecimento da dinâmica de circulação vertical dos açudes pode garantir a condução da atividade para a sustentabilidade. No entanto, a experiência vivenciada demonstrou que preferir a Limnologia e os aspectos relacionados com a circulação vertical, certamente, conduzirá a atividade a insustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. AYROZA, D. M. M. de R. **Características limnológicas em áreas sob influência de piscicultura em tanques-rede no reservatório da UHE Chavantes, rio Paranapanema, SE/S, Brasil**, 2012. 142f. Tese (Doutorado Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal-SP, 2012.
2. BARBOSA, J. E de L.; BRASIL, J; MONTENEGRO, A. K. A.; OLIVEIRA, F. M. F. de. **Varição interanual do fitoplâncton e variáveis limnológicas em um açude raso, típico do semi-árido brasileiro (Açude Taperoá II, Paraíba)**. In: MOURA, A. do. N. Reservatórios do Nordeste do Brasil: biodiversidade, ecologia e manejo. Bauru, SP: Canal 6, 2010. cap. Capítulo 4, p. 81-114. ISBN: 978-85-7917-078-2.
3. CHAI, B.; LI, Y.; HUANG, T.; ZHAO, X. Pollution characteristics of thermally-stratified reservoir: A case study of the Heihe reservoir in Xi'an city, China. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v. 6, n. 7, p. 1231-1240, 2014.
4. 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). **Anais. III Congresso Latino Americano de Ecologia**, São Lourenço – MG, 10 a 13 de set. De 2009.
5. CLETO FILHO, S. E. N. O clima e a vida no ambiente aquático. **Revista Ciência Hoje**, v.38, n.224, p. 62-65, 2006.
6. CRISPIM, R. Mortandade atinge 12t de peixes em Aurora: fenômeno conhecido como "ressurgência" pode ter provocado a perda de cerca de 70% da produção local. **Diário do Nordeste**, 27 jun. 2014. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/regiao/mortandade-atinge-12t-de-peixes-em-aurora-1.1045852>. Acesso em: 10 jun. 2016.
7. COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Nota técnica 05/2016 GEDOP/DIOPE. **Eventos de mortandade de peixe no Estado do Ceará** - Governo do Estado do Ceará – Secretaria de Recursos Hídricos 10/06/2016.
8. DIEMER. O.; NEU. D. H.; FREIDEN. A.; LORENZ. E. K.; BITTENCOURT. F.; BOSCOLO. W. R. **Dinâmica nictimeral 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
9. DINIZ, C. R.; CEBALLOS, B. S. O.; BARBOSA, J. E. L.; KONIG, A.; PEDROZA, A. S. **Diurnal rhythms and vertical of variable limnologicals, in a dry and rain season at the Epitácio Pessoa reservoir of Paraíba, Brazil.** In: Simpósio Internazionale di Engenharia Sanitaria Ambiental, 2004.
 10. 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.
 11. ESTEVES, F, A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro RS. Editora Interciência. 3° Edição, p. 790, 2011.
 12. ESTEVES, F, A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro RS. Editora Interciência. 2° Edição, p. 226, 1998.
 13. FIEDLER, M. F. M. Aspectos conceituais da dinâmica dos reservatórios. In: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA - ANA. Flávia Carneiro da Cunha Oliveira. **Modelagem da qualidade de água de reservatórios.** [S. l.: s. n.], 2012. cap. Unidade 1. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/handle/ana/72?mode=full>. Acesso em: 1 nov. 2019.
 14. FREITAS, E. Mortandade de peixe causa apreensão em Jaguaribara. **Diário do Nordeste**, [S. l.], 30 set. 2013. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/regiao/mortandade-de-peixe-causa-apreensao-em-jaguaribara-1.450907>. Acesso em: 11 set. 2019.
 15. MEDEIROS, P. R. de. **Dinâmica vertical, nictemeral de variáveis limnológicas no açude de Bodocongó, Campina Grande-PB**, 2004. 62f. Monografia (Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB, 2004.
 16. MEIRELES, A. C. M.; FRISCHKORN, H.; ANDRADE, E. M. de. Sazonalidade da qualidade das águas do açude Edson Queiroz, bacia do Acaraú, no semiárido Cearense. **Rev. Ciênc. Agron.**, ISSN 0045-6888, v. 38, n. 1, p. 25- 31, 2007.
 17. MELO JÚNIOR, H. do N. Sustentabilidade da piscicultura em taque-rede em açudes da bacia hidrográfica do Rio Salgado – semiárido Cearense. In: 6° Colóquio Sociedade, Políticas Públicas Cultura e Desenvolvimento e 2° Simpósio do Observatório das Migrações no Estado do Ceará, 2017, Crato-CE. **Anais.** Universidade Regional do Cariri – URCA. p. 1115 – 1134. 2017. Disponível em: <http://www.urca.br/novo/portal/docs/pdf/2017/Eventos/VI-CEURCA-Anais.pdf>. Acesso em: set/2019
 18. MELO JUNIOR, 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. Volume 1, 2017, ISSN 2319-0248.
 19. MELO JÚNIOR, H. do N.; DIAS, M. I. B.; VASCONCELOS, F. F. de. Indicadores etnolimnológicos e meteorológicos de circulação vertical turbulenta na piscicultura em tanque-rede. In: SAMPAIO, F. G; DA SILVA, C. M; TORIGOI, R. H; PACKER, A. P. C; MANZATTO, C. V; DA SILVA, J. L (ed.). **Estratégias de monitoramento ambiental da aquicultura:** portfólio de monitoramento ambiental da aquicultura em

- água da União. São Paulo: Instituto de Pesca, 2019. v. 4, p. 19-20. ISBN 978-65-80646-00-5. *E-book*.
20. MELO, A. D. **Operação de reservatórios no semi-árido considerando critérios de qualidade de água**, 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado em Eng^a. Civil e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2005.
 21. 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.
 22. NOGUEIRA, V. P. Q. **Qualidade da água em lagos e reservatórios**. In: PORTO, R.L.L. Hidrologia Ambiental. São Paulo: Editora do Estado de São Paulo, cap. 2, p.165-210, 1991.
 23. NOGUEIRA, V. P. Q. **Qualidade da água em lagos e reservatórios**. In: PORTO, R.L.L. Hidrologia Ambiental. São Paulo: Editora do Estado de São Paulo, cap. 2, p.165 210, 1991.
 24. PALADINES ANDRADE, Andrés Benjamín **Modelo Inteligente de Avaliação da Qualidade de Água e da Qualidade Ambiental para um Reservatório Tropical Oligo- Mesotrófico**. 2013. Dissertação de Mestrado. Pontifica Universidade Católica do Rio Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica, 2013.
 25. PARO, M. C. Estratificação térmica e reflexos na qualidade da água em reservatórios de acumulação do sistema produtor Cantareira-São Paulo, **Dae**, p. 81-94, 1980
 26. 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.
 27. REBOUÇAS, Aldo da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos avançados**, v. 11, n. 29, p. 127-154, 1997. ISSN 0103-4014
 28. ROCHA, M. E; ROSA, R. de M; MANGIAVACCHI, N; SOARES, C. B. P. Aplicação de modelo tridimensional na dinâmica do oxigênio dissolvido e na mistura da coluna d'água no reservatório do Lobo, SP. XXIC Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. Salvador, BA, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009.
 29. SABADINI, S. da C. **Avaliação dos déficits real e relativo de oxigênio na lagoa palminhas (Linhares, ES)**, Espírito Santo 69 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.
 30. 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.
 31. SANTOS, E. O. de. **Contabilização das emissões líquidas de gases de efeito estufa de hidrelétricas: Uma análise Comparativa entre ambientes naturais e reservatórios hidrelétricos**. Rio de Janeiro. 2006. 165 p. Tese (Doutorado em Ciência e Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro
 32. SANTOS, T. M. L, dos.; MELO JÚNIOR, H, do N.; FEITOSA, I. M. M.; SOUSA, F. de F. S. Mortalidade de peixes em tanque-rede versus meteorologia – Açude Olho d'água – Várzea Alegre, Ceará. **III Congresso Nacional de Educação Ambiental e o V Encontro Nordestino de Biogeografia**. p. 9. 2013
 33. SANTOS, T. M. L. de. **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.

34. SANTOS, T. M. L. dos. **Influência térmica e eólica na dinâmica vertical da piscicultura em tanques-rede do açude Olho D'água.** 2014. 60 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Regional do Cariri - URCA, Crato-CE, 2014.
35. SILVA, M. I. S.; MELO JÚNIOR, H. do N. Padrão de circulação vertical em piscicultura em tanque rede no semiárido. **Anais - III Workshop Internacional sobre Águas no Semiárido Brasileiro, Campina Grande - PB.** p. 6. 2017
36. SILVA, P. B. da. **Influência de variáveis climatológicas na circulação vertical em piscicultura em um açude tropical no semiárido.** 2016. 53 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Regional do Cariri - URCA, Crato-CE, 2016.
37. 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), CratoCE, Junho, 2018.
38. SOARES M. C. S. The effects of water retention time and watershed features on the limnology of two tropical reservoirs in Brazil. **Lakes & Reservoirs. Research and Management.** n.13, p. 257-269, 2008.
39. TUNDISI, J. G; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia.** São Paulo: Oficina de Textos, p. 631, 2008.
40. TUNDISI, J. G; MATSUMURA-TUNDISI, T; ARANTES JUNIOR, J. D; TUNDISI, J. E; MANZINI, N. F; DUCROT, R. The response of Carlos Botelho (Lobo, Broa) reservoir to the passage of cold fronts as reflected by physical, chemical, and biological variables. **Brazilian Journal of Biology,** v. 64, n. 1, p. 177-186, 2004.
41. VASCONCELOS, F. F.; MELO JÚNIOR, H. DO N. Diagnóstico dos processos determinantes de mortalidade em piscicultura em tanque-rede no semiárido. **Anais (II Simpósio de Aquicultura e Recursos Pesqueiros), Serra Talhada – PE.** p. 11. 2018.
42. YU, Z.; WANG, L. Factors influencing thermal structure in a tributary bay of three gorges reservoir. **Journal of hydrodynamics,** v. 23, n.4, p.407-415. 2011.