



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIENCIA ANIMAL
DOUTORADO EM CIENCIA ANIMAL

YURI VINICIUS DE ANDRADE LOPES

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLOGICAS E DA PESCA ARTESANAL EM UM
RESERVATÓRIO NO SEMIÁRIDO TROPICAL.**

MOSSORÓ
ANO 2016

YURI VINICIUS DE ANDRADE LOPES

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICAS E DA PESCA ARTESANAL EM UM
RESERVATÓRIO NO SEMIÁRIDO TROPICAL.**

Tese apresentada ao Doutorado em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

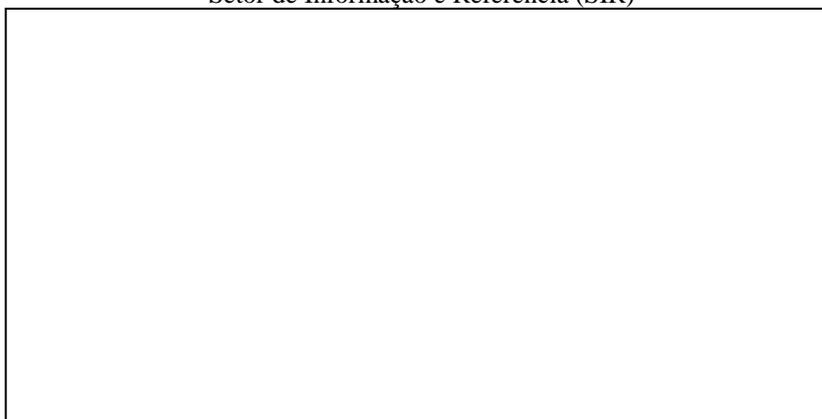
Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação do Semi-Árido

Orientador: Prof. Dr. Jose Luis Costa Novaes

MOSSORÓ
ANO 2016

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)



Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

YURI VINICIUS DE ANDRADE LOPES

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICAS E DA PESCA ARTESANAL EM UM
RESERVATÓRIO NO SEMIÁRIDO TROPICAL.**

Tese apresentada ao Doutorado em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação do Semi-árido

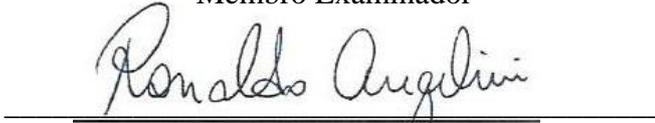
Defendida em: 30/06/2016.

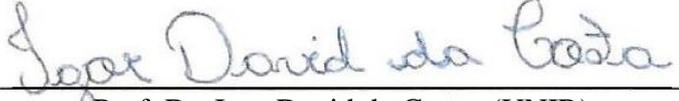
BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. José Luis Costa Novaes, (UFERSA)
Presidente


Prof. Dr. Guelson Batista da Silva, (UFERSA)
Membro Examinador


Prof. Dr. Humberto Gomes Hazin, (UFERSA)
Membro Examinador


Prof. Dr. Ronaldo Angelini, (UFRN)
Membro Examinador


Prof. Dr. Igor David da Costa, (UNIR)
Membro Examinador

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

YURI VINICIUS DE ANDRADE LOPES, nasceu no dia 01 de junho de 1984, na cidade de Caruaru –PE, cursou o curso médio no colégio Sete de Setembro (em Caruaru), concluindo no ano de 2001. Iniciou o ensino superior em 2003 na Universidade Federal Rural de Pernambuco, o curso de Engenharia de Pesca, concluindo no ano de 2008. Ingressou no mestrado em Ciência Animal na Universidade Federal Rural do Semi-árido no ano de 2009, concluindo em 2011. Ingressou no Doutorado em Ciência Animal na Universidade Federal Rural do Semi-árido no ano de 2012, Atualmente é professor docente da Universidade Federal de Rondônia (2014), Coordenador do Laboratório de Aquicultura e Pesca (LPA), Membro do Núcleo estruturante do curso de Engenharia de Pesca da UNIR, Instrutor da Escola Superior de Supermercados, voltada para higiene de pescados. Participação como pesquisador dos seguintes projetos intitulados: Cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), em água doce: estratégias de cultivo e incidência de cianobactérias; Estudo das relações tróficas e suas implicações no manejo do cultivo de camarões marinhos; Efeito do Perfil Nutricional e Nível Proteico de Rações no Desempenho do Camarão Branco *Litopenaeus vannamei* em Condição de Cultivo Heterotrófico; Caracterização e Monitoramento de Ecossistemas Aquáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró como base para o desenvolvimento das atividades de aquicultura e pesca no Semi-Árido do Rio Grande do Norte. Foi consultor da Produtec, onde elaboração atividades referentes ao plano de habitação rural. Tem experiência na área de Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, com ênfase em Aquicultura, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade de água, água doce, *Litopenaeus vannamei*, heterotrófico, tilápia, tanque rede, bijupira, alcalinidade e sustentabilidade de empreendimentos aquícolas.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais,

Amaro e Verônica, por todo amor carinho e
confiança;

A minha irmã,

Aléa, pela ajuda, amizade e incentivo a todo o
momento.

A minha namorada, noiva e esposa

Geysa, pela paciência, incentivo, carinho e cuidado a
todo momento.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho nele.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. José Luis Costa Novaes, que acreditou em mim até o último momento, com sua paciência e sabedoria tornou possível à realização desta conquista.

Ao professor Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva, pelos conselhos e apoio durante minha jornada, que em muitos momentos a partir de sua sabedoria permitiu a chegada a este momento.

Ao professor Prof. Dr. Rodrigo Silva da Costa, pela sua ajuda fundamental em momentos difíceis e principalmente pela sua amizade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo suporte material concedido a esta pesquisa.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA por ter cedido o transporte e as instalações para a realização das análises desta pesquisa.

Aos membros que fizeram parte da Banca Examinadora, os professores José Luis Costa Novaes, Humberto Gomes Hazin, Igor David da Costa, Guelson Batista da Silva, Ronaldo Angelini por todas as sugestões e colaborações para este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFERSA e a todo o seu quadro funcional.

Aos amigos do Doutorado, em especial à Leonardo Lelis e Junior Bessa, contribuíram com suas amizades e experiências, tornando-se verdadeiros amigos.

À meus pais e irmã, por estarem sempre ao meu lado, incentivando, ajudando, demonstrando que seria capaz de subir mais um degrau.

À república UsCaipira: Edmar (tesouro), Rafael, Juniano (irmão), Thiago (catita), Cassio (Taz), Luiz (fera), Raul (Tarso), Haroldo (papai urso) e Berg (presuntinho), que me acolheram e proporcionaram momentos de muita alegria.

À todos aqueles que, em um momento ou outro esqueci de citar, mas que foram de fundamental importância.

A todos vocês meu muito obrigado!

*A educação tem raízes
amargas, mas os seus frutos são
doces.*

Aristóteles

CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICAS E DA PESCA ARTESANAL EM UM RESERVATÓRIO NO SEMIÁRIDO TROPICAL. LOPES, Yuri Vinicius de Andrade. Efeitos de um longo período de estiagem sob um reservatório no semiárido tropical, Brasil. Tese (Doutorado em Ciência Animal) Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró – RN, Brasil, 2016.

RESUMO: A influência dos gradientes temporal e espacial sobre as variáveis abióticas foi avaliada em um reservatório artificial no semiárido tropical, localizado no estado do Rio Grande do Norte – BR. Em relação aos dados sobre a pesca, foi realizado mensalmente durante o ciclo de um ano (janeiro de 2012 à dezembro de 2012), através de entrevistas com os pescadores artesanais que utilizam o reservatório como ambiente explorado. Através do desembarque da pesca artesanal, foi amostrado um total de 9.932,65 kg pescado, paralelamente foi mesurado os dados ambientais buscando encontrar a relação entre a captura e variáveis ambientais. As variáveis ambientais foram analisadas através da Análise de Componentes Principais (ACP). As espécies capturadas no reservatório foram a tucunaré, tilápia, pescada, curimatã e piaú. Os dois primeiros eixos da PCA, explicou 78,58% da variação total dos dados ambientais relacionados com o reservatório. Eixo 1 foi positivamente influenciado pelo pH, sólidos totais dissolvidos (STD), N-total, P-total, e influenciado negativamente por oxigênio dissolvido (OD), temperatura e precipitação. Uma vez que as quatro primeiras variáveis (pH, sólidos totais dissolvidos (STD), N-total, P-total) apresentando um alto nível de redundância, as duas variáveis com os menores valores (N-total, P-total) foram excluídas de análises posteriores. A transparência e condutividade foram as variáveis que mais influenciou o Eixo 2, enquanto que a Clorofila, não apresentou interação com nenhum dos dois eixos. De acordo com a CCA, os fatores abióticos oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e temperatura, favoreceram o aumento da captura das espécies de curimatã, tilápia e piaú, esses fatores mais a transparência favoreceram a captura da pescada, enquanto, o pH e sólidos totais dissolvidos favoreceu o aumento na captura do tucunaré. Desta forma os resultados demonstram que as variáveis ambientais influenciaram na composição da captura de espécies durante o estudo no reservatório de Santa Cruz. Durante o segundo estudo O levantamento dos dados foi realizado de forma trimestral ao longo dos anos de 2011 a 2014. As amostragens foram realizadas em oito pontos distribuídos no reservatório. As variáveis ambientais observadas no estudo não apresentou diferença na distribuição espacial. Entretanto, quando observado no sentido temporal a análise estatística indicou diferença entre os anos no reservatório. A precipitação pluviométrica revelou-se um fator determinante na dinâmica temporal das variáveis abióticas no reservatório de Santa Cruz, principalmente temperatura; pH; oxigênio dissolvido; saturação de oxigênio; condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos. O reservatório de Santa Cruz, demonstrou uma tendência de aumento nas concentrações de sólidos totais dissolvidos, elevação da condutividade elétrica e pH, características que indicam uma tendência de eutrofização deste ambiente.

Palavras-chave: Variáveis ambientais, Pesca, Captura, Santa Cruz, Pluviometria, Balanço Hídrico.

CHARACTERIZATION LIMNOLOGICAL AND ARTISAN FISHING IN A RESERVOIR IN TROPICAL SEMIARID.

ABSTRACT: The influence of temporal and spatial gradients of the abiotic variables was evaluated in an artificial reservoir in tropical semi-arid region, located in the state of Rio Grande do Norte - BR. In relation to data on fisheries was held monthly during the course of one year (January 2012 to December 2012) through interviews with artisanal fishermen that use the reservoir as explored environment. Through the artisanal fishing landing, was sampled a total of 9932.65 kg fish, was parallel obeisant environmental data trying to find the relationship from entering the capture and environmental variables. Environmental variables were analyzed by Principal Component Analysis (PCA). The species caught in the reservoir were the peacock bass, tilapia, hake, curimatã and piau. The first two axes of the PCA explained 78.58% of the total variation of environmental data related to the reservoir. Axis 1 was positively influenced by pH, total dissolved solids (TDS), total N, total-P, and negatively influenced by dissolved oxygen (DO), temperature and precipitation. Once the first four variables (pH, total dissolved solids (TDS), total-N, total-P) presenting a high level of redundancy, the two variables with minor amounts (total N, P total) were excluded for further analysis. The transparency and conductivity were the variables that most influenced the Axis 2, while Chlorophyll, showed no interaction with any of the two axes. According to the CCA, the abiotic oxygen factors dissolved, electrical conductivity and temperature, favored the increase of the capture of species curimatã, tilapia and piau these more factors transparency favored catch hake while the pH and total dissolved solids favored the increase in the catch of the peacock bass. Thus the results demonstrate that the environmental variables influence the capture of the species composition in the reservoir during the study Santa Cruz. During the second study The survey data was conducted on a quarterly basis over the years 2011 to 2014. Sampling was carried out in eight points distributed in the reservoir. Environmental variables observed in the study showed no difference in the spatial distribution. However, when observed in the temporal sense of statistical analysis indicated difference between the years in the reservoir. The rainfall proved to be a determining factor in the temporal dynamics of abiotic variables in the reservoir of Santa Cruz, mainly temperature; pH; Dissolved oxygen; oxygen saturation; electrical conductivity and total dissolved solids. The reservoir of Santa Cruz, showed a trend of increase in total dissolved solids concentrations, high electrical conductivity and pH, characteristics that indicate eutrophication trend in this environment.

KEYWORDS: Variable environmental, Fishing, Catch, Santa Cruz, Rainfall, Water balance.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Localização do Reservatório de Santa Cruz no estado do Rio Grande do Norte, no semiárido brasileiro..... 37
- Figura 2** – Precipitação acumulada por meses do ano de 2012 no Reservatório de Santa Cruz no Estado do Rio Grande do Norte, no semiárido brasileiro (Fonte: EMPARN)..... 37
- Figura 3** – Captura por trimestre (kg) por tipo de pescado no reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte, em 2012.....39
- Figura 4** – Análise de Componentes Principais usando variáveis limnológicas para o reservatório de Santa Cruz. Temperatura, oxigênio dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade, sólidos totais dissolvidos, transparência, Nitrogênio total (N-total). 1(janeiro, fevereiro e março), 2 (abril, maio, junho), 3 (julho, agosto e setembro) e 4 (outubro, novembro e dezembro).....40
- Figura 5** – Ordenação da CCA com espécies de peixes e variáveis limnológicas do reservatório de Santa Cruz. Variáveis: TEMP: temperatura, OD: oxigênio dissolvido, pH: potencial hidrogeniônico, TDS: sólidos totais dissolvidos, COND: Condutividade elétrica. Espécie: Pescada; Tucunaré; Tilápia; Piau; Curimatã.....42
- Figura 6** - Localização do Reservatório de Santa Cruz – RN, distribuição e localização dos pontos de coleta (pontos de 1 a 6 indicam a região lacustre; pontos 7 e 8 a região fluvial).....52
- Figura 7** - Volume acumulado semestral do reservatório de Santa Cruz durante o período monitorado pelo estudo.....52
- Figura 8** - Histórico das precipitações de chuva a partir da inauguração do reservatório de Santa Cruz. Onde: Média histórica é marcada pela linha pontilhada.53

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Média e desvio padrão dos valores das variáveis limnológicas do reservatório analisadas nos quatro trimestres de 2012. Cl= Clorofila a; P- total= Fósforo Total; TDS= Sólidos Totais Dissolvidos; OD= Oxigênio dissolvido; Temp = temperatura; Transparência (cm) = Transparência do disco de Secchi; Condutividade= Condutividade Elétrica; pH = Potencial hidrogeniônico; Precipitação = Precipitação da chuva.
..... 41
- Tabela 2** – Resultados do teste de PERMANOVA – one - way aplicados entre os anos e pontos de amostragem no reservatório de Santa Cruz, durante o período de 2011 e 2014.
.....54
- Tabela 3** – Médias das variáveis ambientais monitoradas no reservatório de Santa Cruz e o acumulado da precipitação ao longo de quatro anos. PREC= Precipitação TEMP= Temperatura; pH= Potencial hidrogeniônico; OD = Oxigênio dissolvido (mg/L); COND = Condutividade; TDS = Sólidos totais dissolvidos; TRANS = Transparência (cm)..... 54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP	Análise de Componentes Principais
ANA	Agencia Nacional das Águas
CCA	Análise de Correspondência Canônica
Dr	Doutor
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IMNET	Instituto Nacional de Meteorologia
KG	Quilo Grama
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
NH ₃	Amônia
N-NO ₂	Nitrito
N-NO ₃	Nitrato
pH	Potencial Hidrogeniônico
P-total	Fosforo total
RN	Rio Grande do Norte
SEMARH	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
TDS	Sólidos Totais Dissolvidos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	OBJETIVOS.....	22
2.1	OBJETIVO GERAL	22
2.2	OBJETIVO ESPECIFICO.....	22
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
4	REVISÃO DE LITERATURA	25
4.1	PESCA ARTESANAL	25
4.2	EFEITOS DA ESTIAGEM	27
4.3	RESERVATÓRIOS	28
5	REFERENCIAL TEÓRICO.....	30
	CAPITULO 1. INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS AMBIENTAIS SOBRE A CAPTURA NA PESCA ARTESANAL EM UM RESERVATÓRIO DO SEMIRÁRIDO TROPICAL, BRASIL.....	34
1	RESUMO.....	34
2	ABSTRACT.....	34
3	INTRODUÇÃO.....	35
4	MATERIAIS E MÉTODOS	36
5	RESULTADOS	39
6	DISCUSSÃO	42
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
8	REFERENCIAL TEORICO	44
	CAPITULO 2. EFEITO DE UM LONGO PERÍODO DE SECA SUPRA-SAZONAL NAS CARACTERÍSTICAS LIMONÓGICAS DE UM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO TROPICAL, BRASIL.....	49
1	RESUMO.....	49
2	ABSTRACT.....	49
3	INTRODUÇÃO.....	50
4	MATERIAIS E MÉTODOS	51
5	RESULTADOS.....	54
6	DISCUSSÃO	55
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
8	REFERENCIAS TEORICO.....	57

1 INTRODUÇÃO

As alterações climáticas na Terra estão afetando o desenvolvimento dos sistemas sociais, ecológicos e econômicos ao redor do mundo (PATZ et al., 2005, IPCC, 2007, HOWAT Et al., 2007, HEIN et al., 2009, Dai de 2010, VAN DER VELDE et al., 2012 e SMITH e KATZ, 2013), essas alterações vem provocando um forte impacto sobre o ciclo hidrológico e, portanto, sobre os recursos hídricos em muitas regiões no mundo (IPCC, 2007 e IPCC, 2013, MEARNS e NORTON, 2010 e NAÇÕES UNIDAS, 2011). Em regiões áridas e semiáridas, as quais são caracterizadas pela escassez de recursos hídricos, o aumento da população humana e as recentes secas vêm provocando, prejuízos econômicos, migrações populacionais, fome e até a morte (MISHRA e SINGH, 2010, SHI et al., 2011 e KHARRAZ et al., 2012).

Nas ultimas décadas regiões da África, Oriente Médio, sul da Ásia, China, México, e o nordeste do Brasil e da costa ocidental da América do Sul, sofreram severas secas com impactos importantes sobre sua economia, a saúde dos ecossistemas, a agricultura, a produção de energia e quantidade e qualidade de água (ZHANG, 2003, MENDOZA, 2005, KUSANGAYA et al., 2014 e SELBY e HOFFMANN, 2014). Nas regiões áridas e semiáridas, a variabilidade da precipitação interanual e escassez de água, são comumente associadas a fenômenos extremos, como secas e inundações, demonstrando a necessidade do uso sustentável deste recurso (HERRERA-PANTOJAA e HISCOCKB 2015). Devido ao aumento da demanda de água e a reduzida capacidade pluviométrica levou à necessidade de criação de reservatórios artificiais, os quais armazenam água nos períodos de chuva e mantém o abastecimento urbano e de áreas irrigadas durante os períodos de estiagem (DÖLL et al., 2009 e AUS DER BEEK et al., 2010).

Reservatórios localizados em regiões semiáridas, são sujeitos a redução do volume de água armazenado, durante o período de estiagem, o que apresenta como consequência o aumento na concentração de nutrientes e um possível bloom de algas, acarretando na biomassa que contribui para a eutrofização deste corpo hídrico (BOUVY et al., 2003; CÂMARA et al., 2009; OZEN et al., 2010; ROMO et al., 2013; JEPPESEN et al., 2015). A partir de modelos climáticos, é previsto o aumento de eventos extremos como secas prolongadas, criando maiores tensões hidrológicas no semiárido (MARENGO et al., 2009; IPCC, 2014).

A implantação de reservatórios podem trazer graves consequências ecológicas para o ambiente aquático, como a perda de habitats e da conectividade rio-planície de inundação, introdução e proliferação de espécies exóticas, fragmentação de habitat e barreiras à dispersão da biota do rio, entre outros, o que pode resultar na perda de biodiversidade, não apenas na área coberta pelo reservatório, mas também a jusante do rio (RENÖFÄLT et al., 2010 e GRILL et al., 2015). Alterações na composição de espécies e/ou na estrutura das comunidades pode prejudicar os serviços ecossistêmicos para sociedade, como a disponibilidade de alimento (BUNKER et al 2005; LARSEN et al., 2005) e a pesca artesanal (HOEINGHAUS et al. 2009).

Apesar dos seus efeitos negativos, os reservatórios da região do semiárido brasileiro, são de usos múltiplos, como disponibilidade de água potável, desenvolvimento da aquicultura, irrigação (CHELLAPPA et al. 2009) e a pesca artesanal, que é uma das principais atividades exercidas nesses ecossistemas, contribuindo para complementação da renda das comunidades do entorno do lago (LIRA, 2015), e sendo a principal fonte de proteína animal para as comunidades ribeirinhas, fator essencial para garantir a segurança alimentar e nutricional a nível local e regional, especialmente nos países em desenvolvimento (BELTON, B. e THILSTED, S. H. 2014).

A maioria desses reservatórios de água apresenta uma carência de informações sobre seu uso como fonte de produção pesqueira, agregado à falta de conhecimento sobre a biologia da sua ictiofauna, desta forma não sendo permitido um correto ordenamento pesqueiro e manejo adequado de seus estoques (CASTRO et al., 2006). A falta de dados sobre a captura em reservatórios brasileiros é resultado de uma falha de monitoramento destes ambientes no país, situação decorrente de equívocos na alocação de recursos, os quais são desviados para outras ações díspares do monitoramento pesqueiro (OLIVEIRA., J. C. S. et al, 2013). Geralmente as informações obtidas são oriundas de diversas metodologias, e algumas situações, sem rigor científico (MARUYAMA et al., 2010).

Nas últimas décadas a construção de barragens para os mais diversos fins no Brasil aumentou consideravelmente. Entretanto, a formação dos reservatórios produz não somente interferências ambientais, mas também sociais e econômicas que necessitam ser diagnosticadas. Estas alterações devem ser estudadas de forma interdisciplinar apoiando-se em observações de campo, que forneçam subsídios para as possíveis intervenções, visando a amenização ou eliminação dos efeitos danosos causados ao ambiente aquático (TUNDISI &

MATSUMURA-TUNDISI, 1999; ALVES, 2005). Neste sentido, o monitoramento ambiental e socioeconômico é fundamental para avaliar o estado de conservação e/ou grau de degradação de ecossistemas, e para fornecer informações necessárias à elaboração de modelos que permitam prever a capacidade suporte do reservatório para a instalação de atividades de aquicultura que sejam ambientalmente corretas, economicamente viáveis e socialmente justas.

Diante deste contexto, observamos o reservatório de Santa Cruz, o qual pode desempenhar múltiplas funções econômicas, uma vez que possui potencial para abastecimento humano, irrigação, pesca artesanal, turismo e aquicultura. Alguns destes usos (turismo, aquicultura e irrigação) podem conflitar com o abastecimento humano. Da mesma forma existem poucas informações referentes aos impactos da estiagem e os efeitos sobre a pesca neste reservatório. Assim o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do balanço hídrico da região do semiárido tropical sob as características limnológicas e a composição do desembarque pesqueiro no reservatório de Santa Cruz – RN.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Descrever os efeitos das variáveis ambientais sobre a captura da pesca artesanal em um reservatório no semiárido tropical, e verificar possíveis alterações no reservatório artificial de Santa Cruz sob um período de estiagem.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Avaliar a produção pesqueira oriunda da pesca artesanal em um reservatório do semiárido brasileiro e a influência das variáveis ambientais sobre a produção;
- Avaliar a influência da estiagem sob um reservatório oligomesotrófico.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

AUS DER BEEK, T., ET AL., 2010. Modelling historical and current irrigation water demand on the continental scale: Europe. *Adv. Geosci.* 27, 79–85.

BELTON, B., KARIM, M., THILSTED, S., MURSHED-E-JAHAN, K., COLLIS, W., & PHILLIPS, M. (2011). Review of aquaculture and fish consumption in Bangladesh. *Studies and reviews* 2011–53. **The WorldFish Center**, November 2011. Beveridge M.C.M. & Baird.

BOUVY, M., NASCIMENTO, S. M., MOLICA, R. J. R., FERREIRA, A., HUSZAR, V. AND AZEVEDO, S. M. F. O. (2003), Limnological features in Tapacurá reservoir (northeastern Brazil) during a severe drought. **Hydrobiologia**, 493, 115-130.

BUNKER, D. E., F. DECLERCK, J. C. BRADFORD, R. K. COLWELL, I. PERFECTO, O. L. PHILLIPS, M. SANKARAN, AND S. NAEEM. 2005. Species loss and aboveground carbon storage in a tropical forest. **Science** 310:1029–1035

CÂMARA, F.R.A., LIMA, A.K.A., ROCHA, O., CHELLAPPA, N.T., 2009. The role of nutriente dynamics on the phytoplankton biomass (chlorophyll-a) of a reservoir-channel continuum in a semi-arid tropical region. **Acta Limnol. Bras.** 21, 431-439.

DAI, A., 2010. Drought under global warming: a review. **Clim. Change** 2, 45–65, <http://dx.doi.org/10.1002/wcc.81>.

DÖLL, P., FIEDLER, K., ZHANG, J., 2009. Global-scale analysis of river flow alterations due to water withdrawals and reservoirs. **Hydrol. Earth Syst. Sci.** 13, 2413–2432.

GRILL, G., LEHNER, B., LUMSDON, A.E., MACDONALD, G.K., ZARFL, C., LIERMANN, C.R., 2015. An index-based framework for assessing patterns and trends in river fragmentation and flow regulation by global dams at multiple scales. *Environ. Res. Lett.* 10, 015001.

HEIN, L., METZGER, M.J., LEEMANS, R., 2009. The local impacts of climate change in the Ferlo, Western Sahel. **Clim. Change** 93, 465–483.

HERRERA-PANTOJA, M., HISCOCK, K.M., 2015. Projected impacts of climate change on water availability indicators in a semi-arid region of central Mexico.

HOWAT, I.M., JOUGHIN, I., SCAMBOS, T.A., 2007. Rapid changes in ice discharge from Greenland outlet glaciers. **Science** 315, 1559–1561

IPCC, 2007. In Parry, M. L., O. F. Canzian, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden & C. E. Hanson (eds), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, **Cambridge.Howat**.

IPCC, 2013. *Climate change 2013: the physical science basis*. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (Eds.), *Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. **Cambridge University Press**, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, p. 1535 pp

IPCC, 2014. *Summary for policymakers*. In Field, CB, VR Barros, DJ Dokken, KJ Mach, MD Mastrandrea, TE Bilir, M. Chatterjee, KL Ebi, YO Estrada, RC Genova, B. Girma,

ES Kissel, AN Levy, S. MacCracken, PR Mastrandrea & LL White (eds), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. **Cambridge University Press**, Cambridge: 1–32.

JEPPESEN, E.; BRUCET, S.; NASELLIFLORES, L.; PAPASTERGIADOU, E.; STEFANIDIS, K.; NÖGES, T.; NÖGES, P.; ATTAYDE, J. L.; ZOHARY, T.; COPPENS, J.; BUCAK, T.; MENEZES R. F.; FREITAS, F. R. S.; KERNAN, M.; SØNDERGAARD, M.; BEKLIOĞLU, M. Ecological impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in water level and related changes in salinity. **Hydrobiologia** (2015) 750:201–227

KHARRAZ, E.L.J., EL-SADEK, A., GHAF FOUR, N., MINO, E., 2012. Water scarcity and drought in WANA countries. **Procedia Eng.** 33, 14–29.

KUSANGAYA, S., WARBURTON, M.L., VAN GARDEREN, E.A., JEWITT, G.P.W., 2014. Impacts of climate change on water resources in southern Africa: a review. **Phys. Chem. Earth** 67, 47–54.

LARSEN, T. H., N.M. WILLIAMS, AND C. KREMEN. 2005. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. **Ecology Letters** 8:538–547.

LIRA, M. M. P. **ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DO RESERVATÓRIO POÇO DA CRUZ, PERNAMBUCO – BRASIL** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, para obtenção do título de mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

MARENCO, J.A.; JONES, R.; ALVESA, L.M. E VALVERDEA, M.C. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. **International Journal of Climatology** 29: 2241–2255. 2009.

MEARNS, R., NORTON, A. (Eds.), 2010. **Social Dimensions of Climate Change: Equity and Vulnerability in a Warming World**. World Bank, Washington, DC

MENDOZA, V.M., 2005. Historical droughts in Central Mexico and their relation with El Niño. **J. Appl. Meteorol.** 44, 709–716.

MISHRA, A.K., SINGH, V.P., 2010. A review of drought concepts. **J. Hydrol.** 391, 202–216.

OLIVEIRA, J. C. S.; VASCONCELOS, H. C. G.; PEREIRA, S. W. M.; Victoria Judith Isaac Nahum, V. J. I.; Junior, A. P. T. Caracterização da pesca no Reservatório e áreas adjacentes da UHE Coaracy Nunes, Ferreira Gomes, Amapá - Brasil. **Biota Amazônia**. Macapá, v. 3, n. 3, p. 83-96, 2013.

OZEN, A., B. KARAPINAR, I. KUCUK, E. JEPPESEN E M. BEKLIÖG˘LU. Drought-induced changes in nutrient concentrations and retention in two shallow Mediterranean lakes subjected to different degrees of management. **Hydrobiologia** 646: 61–72, 2010.

PATZ, J.A., CAMPBELL-LENDRUM, D., HOLLOWAY, T., FOLEY, J.A. Impact of regional climate change on human health. **Nature** 438, 310–317, 2005.

RENÖFÄLT, B.M., JANSSON, R., NILSSON, C., 2010. Effects of hydropower generation and opportunities for environmental flow management in Swedish riverine ecosystems. **Freshwater Biol.** 55 (1), 49–67

ROMO, S. J. SORIA, F. FERNANDEZ, Y. OUAHID & A. BARON-SOLA. Water residence time and the dynamics of toxic cyanobacteria, 2013.

SELBY, J., HOFFMANN, C., 2014. Beyond scarcity: rethinking water, climate change and conflict in the Sudans. **Global Environ. Change** 29, 360–370.

SMITH, A.B., KATZ, R.W., 2013. US billion-dollar weather and climate disasters: data sources, trends, accuracy and biases. **Nat. Hazards** 67, 387–410.

VAN DER VELDE, M., TUBIELLO, F.N., VRIELING, A., BOURAOUI, F. Impacts of extreme weather on wheat and maize in France: evaluating regional crop simulations against observed data. **Clim. Change** 113, 751–765, 2012.

ZHANG, Q. Drought and its impacts. In: Chen, H. (Ed.), **China Climate Impact Assessment**. China Meteorological Press, Beijing, 2003.

4. REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção é apresentado o referencial teórico, no qual são abordados conceitos sobre a pesca artesanal, reservatórios e os efeitos da estiagem.

4.1 PESCA ARTESANAL

A atividade denominada de pesca artesanal é exercida pelo homem desde períodos anteriores ao Neolítico, assim, pescadores puderam adquirir ao longo dos séculos, conhecimentos relacionados ao ciclo de vida das espécies alvos das pescarias, como a época

de sua reprodução e a concentração dos cardumes (DIEGUES, 2004). Além disso, as populações litorâneas são beneficiadas, quanto ao elevado nível de emprego com grande potencial para o desenvolvimento social e econômico destas populações, proporcionando maiores conhecimento e exploração nos setores de pesca como um todo (RAMIRES., et al, 2012). Esta atividade constitui uma ampla diversidade cultural das populações de pescadores (DIEGUES, 1993).

Estudos apontam que a produção nacional de pescado é constituída pela pesca artesanal, industrial e do cultivo de organismos aquáticos. Diferentes ecossistemas contribuem para a produção dos pescados, onde a água doce contribui com 25% da produção total e a água salgada com 75%. Em escala nacional, cerca de quatro milhões de pessoas incorporam a atividade pesqueira no seu dia- a- dia de maneira direta ou indireta (BORGHETTI, 2000). Pelo exposto pressupõe-se que a pesca artesanal no cenário nacional exerce grande importância (RAMIRES., et al, 2012).

Na região nordeste do Brasil, a pesca artesanal contribui para a economia com aproximadamente 85% do pescado (MPA.2010) Esse tipo de pesca é caracterizado por envolver diversas organizações familiares e comerciais, sendo uma atividade exclusivamente manual do pescador que é transmitida por seus ascendentes, por representantes mais idosos da comunidade ou pelos companheiros de trabalho (SILVA, 2013) . Exercendo, assim, um papel importante para a manutenção do sustento e a garantia da segurança alimentar de um grande número de comunidades pesqueiras. Esse tipo de profissão é realizado com pequenas embarcações, com ausência de instrumentos de apoio da navegação, e utiliza praticamente a experiência e a sabedoria adquirida pelos pescadores da comunidade.

O ambiente natural de exploração da pesca artesanal sofre constantes mudanças, contudo as atividades estão restritas ao limite imposto pelo meio ambiente, relacionados por vezes ao baixo esforço de pesca e incertezas de clima, tempo, viabilidade de peixes, entre outros fatores que alteram as estratégias utilizadas e as viagens em busca do pescado (BEGOSSI, 1992; DIEGUES, 1988).

A pesca, é um dos setores que, por sua importância econômica, deve ser protegido das alterações climáticas, as quais interferem na produção. Assim, é imprescindível desenvolverem-se pesquisas no sentido de aumentar a proteção do ambiente, especialmente nos setores econômicos, como a pesca, para que esta não seja comprometida pelas alterações climáticas, os quais influenciam na diminuição ou no aumento de seus modos de produção.

Uma investigação que contribua de modo considerável para alargar os conhecimentos sobre os impactos das alterações climáticas nos modos de produção torna-se cada vez mais

necessária e significativa. Espera-se que o pescador não explore inadequadamente os estoques, e que não ultrapasse a capacidade de recuperação populacional das espécies, que garante a continuidade da exploração. E, para que isso aconteça é necessário acompanhar a produção e o esforço de pesca, ajustando-se esse esforço aos limites sustentáveis de extração, além de tentar distribuir as capturas de diversos recursos (CLAVICO, 2008).

4.2 EFEITOS DA ESTIAGEM

Em muitas partes do mundo, as atividades humanas têm aumentado os níveis de salinidade das águas doces em ambientes lóticos e lênticos no último século. Esta salinização antrópica, conhecida como salinização secundária, tem contribuído para aumentar consideravelmente o número de fluxos de solução salina (CAÑEDO-ARGÜELLES et al., 2013), incluindo aqueles na região do Mediterrâneo (COOPER et al., 2013). Esta situação deve se intensificar devido o aquecimento global (IPCC, 2014). Um cenário semelhante de redução da precipitação e evaporação reforçada está prevista para outras regiões semiáridas do mundo em risco de desertificação, como a Nordeste do Brasil (OYAMA e NOBRE, 2003 ; DA SILVA, 2004 ; MARENGO et al., 2009). A magnitude dessas mudanças representa uma grande ameaça para o funcionamento e a biodiversidade das águas doces, incluindo lagos, e pode resultar em forte contração ou mesmo o desaparecimento dos corpos de água. A magnitude dessas mudanças representa uma grande ameaça para o funcionamento e a biodiversidade das águas doces, incluindo lagos, e pode resultar em forte contração ou mesmo o desaparecimento dos corpos de água. Exemplos dramáticos de corpos d'água que diminuíram drasticamente de tamanho devido a ambas as alterações climáticas e altas exigências de água para a agricultura já foram observados. O Mar de Aral diminuiu em mais de 50% e atingiu níveis de salinidade que resultaram na perda quase completa da biodiversidade (Aladin et al., 2009). Da mesma forma, o Lago Chade, na África Ocidental, foi reduzido para cerca de um vigésimo do seu tamanho original (UNEP, 2009). Lake Akşehir, anteriormente um dos maiores lagos de água doce na Turquia, desapareceu completamente devido à perda de fontes de água superficiais e subterrâneos através da irrigação intensiva de técnicas de cultivo, levando à extinção de duas espécies de peixes endêmicas (Jeppesen et al., 2009).

Devido à alta demanda de água doce para irrigação e outros usos, estuários áridas e semi-áridas estão sob crescente estresse em todo o mundo a partir de fluxos de água doce diminuiu (Leblanc et al., 2012 e Ferguson et al., 2013). A enorme exploração dos recursos hídricos resultou em 35% da população mundial vivem em regiões com escassez de água

grave. Além disso, cerca de 65% do fluxo dos rios globais e ecossistemas aquáticos estão sob moderados a elevados ameaças de degradação (Alcamo et al., 2000 e Vörösmarty et al., 2010), secas severas podem ter grandes impactos na agricultura, os usuários domésticos e industriais, turismo e sobre os ecossistemas (M.T. Kahil et al., 2015).

4.3 RESERVATORIOS

A perda de conectividade longitudinal em rios represados podem afetar as espécies nativas, enquanto que a difusão de espécies exóticas é facilitada por suas próprias características biológicas e por seres humanos (Petesse e Petreire Jr., 2012), contribuindo para o estabelecimento de espécies não nativas por perturbar a paisagem natural e aumentar a "pressão de propágulos" (Leprieur et al., 2008).

Os reservatórios possuem diversos mecanismos específicos de funcionamento que sugerem o desenvolvimento de várias atividades e estudos para sua implementação. A maior parcela destes reservatórios é construída com a finalidade de gerar energia e abastecimento, entretanto, eles têm sido utilizados com finalidades múltiplas, tais como pesca, irrigação, recreação e aquicultura (UNEP-IETC, 2003). Por outro lado, a construção de barragens está relacionada a um grande número de problemas associados, tais como eutrofização, sedimentação, toxicidade e veiculação de doenças. A qualidade da água em reservatórios é altamente dependente da matéria orgânica e carga de nutrientes a partir de afluentes (Marcé et al., 2008).

Em reservatórios é possível visualizar a formação de compartimentos de grande complexidade espacial e temporal. Isto ocorre devido às próprias características do relevo inundado, padrões de circulação, retenção e interações com os tributários, ambiente terrestre e atmosférico e também graças a ações antrópicas (THORNTON et al., 1990; STRAŠKRABA et al., 1993; MORETTO & NOGUEIRA, 2003). O tipo de construção, o tempo de retenção, o período de enchimento e os impactos dos usos múltiplos são de importância fundamental para o funcionamento de reservatórios. As suas características químicas físicas e biológicas são muito influenciadas por essas variáveis físicas (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2008).

A implantação de reservatórios acarreta modificações nas características espaço-temporais do ambiente. Impactos relacionados são: o aumento da taxa de sedimentação na confluência com seus afluentes, a inundação de áreas florestais e agrícolas, causando alterações físicas e químicas no meio aquático e modificações substanciais na fauna e na flora silvestre (Esteves, 2011). A água de um reservatório é o resultado da drenagem de sua bacia, sua qualidade e, portanto suas características físicas, químicas, biológicas e ecológicas, são

dependentes diretamente das ações (uso e ocupação) que se realizam no solo dessa bacia, bem como do grau de controle que se tem (ou não se tem) sobre essas fontes (SOUZA, 2012).

O rápido aumento na implementação de reservatórios, e a dimensão desses sistemas aquáticos, tem contribuído para alterações na hidrologia, biologia e fator social nas regiões onde são construídos. O reservatório passar a ser um coletor de eventos, ou seja, detectam os impactos do uso e ocupação do solo dentro dos limites da bacia hidrográfica o qual pertence (PRADO, 2002). Nas regiões semiáridas tropicais, a escassez e irregularidade da pluviometria, juntamente com a ocorrência de elevadas taxas de evaporação provocam a perda de grande parte da água superficial, causando a intermitência de quase toda a rede hídrica, o que constitui um severo problema para a captação e armazenamento desse recurso (SOUZA, 2007). A construção destes reservatórios vem auxiliando a suprir uma demanda da população por melhores fontes de proteína animal (DEMIRAK et al., 2006), em especial com o consumo de pescado.

O represamento de um rio ocasiona consideráveis modificações nas comunidades de organismos aquáticos em sua área de influência, alterando a distribuição longitudinal da ictiofauna e, conseqüentemente, a estrutura da comunidade dentro e a montante do reservatório (OLIVEIRA & LACERDA, 2004). A comunidade de peixes em reservatório é dominada por espécies pré-adaptadas ao ambiente lântico que podem inclusive sustentar pescarias bastante rentáveis, principalmente nos primeiros anos após a sua formação (PETRERE-JÚNIOR, 1996).

Dentre os corpos aquáticos do Nordeste brasileiro podemos destacar a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró inserida no trópico semiárido, Rio Grande do Norte. Apesar de alguns afluentes e trechos do Apodi/Mossoró serem de caráter temporário, o mesmo, a jusante é considerada um rio permanente, isso pode ser atribuído principalmente à criação da barragem de Santa Cruz, Apodi/RN. O reservatório de Santa Cruz foi construído com o objetivo de apresentar características de uso múltiplas, entretanto ao longo dos anos, vem sofrendo com os despejos domésticos e industriais. . Essa degradação se dá pelo mau uso da água por parte das comunidades ribeirinhas, e/ou pela falta de saneamento na maioria das cidades inseridas ao longo do rio (JUNIOR, 2009). Atualmente o reservatório é utilizado para abastecimento urbano, irrigação, cultivo de organismos aquáticos e lazer (LOPES e HENRY-SILVA, 2014).

É importante salientar, que reservatórios construídos no semiárido tendem a apresentar longos períodos de residência da água, conseqüentemente favorecendo o acúmulo de nutrientes e alteração no estado trófico da água devido a períodos longos de estiagem. Desta forma é fundamental a existência de estudos com objetivos de observar a modificação do reservatório ao longo anos. Gerando ferramentas para gestão destes recursos hídricos.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

ALADIN, N. V., I. S. PLOTNIKOV, P. MICKLIN & T. BALLATORE, 2009. Aral Sea: water level, salinity and long-term changes in biological communities of an endangered ecosystem – past, present and future. **Natural Resources and Environmental Issues** 15: 36.

ALCAMO, J., HENRICH, T., RÖSCH, T., 2000. World water in 2025: global modeling and scenario analysis for the World Commission on Water for the 21st Century, Kassel World Water Series, Report 2, Center for Environmental System Research, **University of Kassel**, Kassel.

BEGOSSI, A. 1992. **Fishing Actives and Strategies at Búgios Island (Brazil)**. IN: **Fisheries Resource Utilization and Policy**. Athens, Greace.

BORGHETTI, J. R. 2000. **Estimativa da pesca e aquíicultura de água doce e marinha**. Brasília, DF: Instituto de Pesca/APTA/SAA. p. 8-14. (Série Relatório Técnico, n. 3).

CAÑEDO-ARGÜELLES, M., B. J. KEFFORD, C. PISCART, N. PRAT, R. B. SCHAFFER & C. J. SCHULZ, 2013. Salinisation of rivers: na urgent ecological issue. **Environmental Pollution** 173: 157–167.

CLAVICO, L. S. **Estudo das relações da variabilidade climatológica relacionada à variabilidade social da safra de pescados de água doce desembarcado na cidade de Pelotas, RS, 2008**. 105 f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2008.

DA SILVA, V. D. R., 2004. On climate variability in Northeast of Brazil. **Journal of Arid Environments** 58: 575–596.

DEMIRAK, A.; BALCI, A.; TÜFEKÇI, M. Environmental impac of the marine aquaculture in Güllük Bay, Turkey. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.123, p.1-12, 2006.

DIEGUES, A.C.S. 1988. **A Pesca Artesanal no Litoral Brasileiro: Cenários e Estratégias para sua Sobrevivência**. Instituto Oceanográfico. Cidade Universitária. São Paulo.

DIEGUES, A.C.S. 1993. **O Movimento Social dos Pescadores Artesanais Brasileiros. CEMAR: Centro de Culturas Marítimas**. Série Documentos e Relatórios de Pesquisa no. 8. Universidade de São Paulo. São Paulo/SP.

DIEGUES, A. C. 2004. **A pesca construindo sociedades: Leituras em antropologia marítima e pesqueira**. São Paulo: Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras/ USP, 315p

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 2011, 790 p.

FERGUSON, G.J., WARD, T.M., YE, Q., GEDDES, M.C., GILLANDERS, B.M., 2013. Impacts of drought, flow regime, and fishing on the fish assemblage in Southern Australia's largest temperate estuary. **Estuar. Coasts** 36, 737e753.

JEPPESEN, E., B. KRONVANG, M. MEERHOFF, M. SØNDERGAARD, K. M. HANSEN, H. E. ANDERSEN, T. L. LAURIDSEN, M. BEKLIØG˘LU, A. Ø˘ZEN & J. E. OLESEN, 2009. Climate change effects on runoff, catchment phosphorus loading and lake ecological state, and potential adaptations. **Journal of Environmental Quality** 38: 1930–1941.

LEBLANC, M., TWEED, S., VAN DIJK, A., TIMBAL, B., 2012. A review of historic and future hydrological changes in the Murray-Darling Basin. **Glob. Planet. Change** 80-81, 226-246.

LEPRIEUR, F., BEAUCHARD, O., BLANCHET, S., OBERDOFF, T., BROSSE, S., 2008. Fish invasions in the world's river system: when natural processes are blurred by human activities. **PLoS Biol.** 6 (2), 404–410, doi:10.1371/journal.pbio.0060028.

LEWINSOHN, T. M & P. I. PRADO 2002. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. **Editora Contexto**, São Paulo.

LOPES e HENRY-SILVA. Efeito da criação de Tilápia do Nilo sobre as variáveis limnológicas de um reservatório do semiárido do Rio Grande do Norte em um período de 24 horas. **Inst. Pesca, São Paulo**, 40(3): 299 – 313, 2014

MARENGO, J. A., R. JONES, L. M. ALVESA & M. C. VALVERDEA, 2009. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the

PRECIS regional climate modeling system. **International Journal of Climatology** 29: 2241–2255.

MORETTO, E.M. & NOGUEIRA, M.G. 2003. Physical and chemical characteristics of Lavapés and Capivara rivers, tributaries of Barra Bonita reservoir (São Paulo – Brazil). **Acta Limnol. Brasil.**, 15(1): 27-39.

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura 2010 **Produção pesqueira e aquícola: estatística 2008 e 2009**. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura. 30p. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/informacoes-e-estatisticas/estatistica-da-pesca-e-aquicultura>> Acesso em: 9 nov. 2010.

OLIVEIRA, J. C. & LACERDA, A. K. G. (2004). Alterações na composição e distribuição longitudinal da ictiofauna na área de influência do reservatório de Chapéu d’Uvas, bacia do Rio Paraíba do Sul (MG), pouco depois da sua implantação. **Rev. Bras. Zool.**, 6(1): 45-60.

OYAMA, M. D. & C. A. NOBRE, 2003. A new climate–vegetation equilibrium state for tropical South America. **Geophysical Research Letters** 30(23): 2199–2203.

PETREIRE-JÚNIOR, M. (1996). Fisheries in large tropical reservoirs in South America. *Lakes Reserv.: Res. Manage.*, 2: 111-133.

SILVA, N. R.. 2013 **Caracterização das relações socioeconômicas da cadeia produtiva da pesca em Macaé –RJ: Transformações e impactos associados à economia do petróleo**. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - RJ.

SOUSA, W. **Comunidades zooplanctônicas como bioindicadores da qualidade da água de quatro reservatórios da região semi-árida do Rio Grande do Norte. 2007**. 400f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2007.

SOUZA, F. F. C. **Modelagem do regime térmico e caracterização do estado trófico de um reservatório tropical de abastecimento público**. Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais. 2012.

STRASKRABA, M., TUNDISI, J.G., DUNCAN, A., 1993. State-of-the-art of reservoir limnology and water quality management. In: Straskraba, M., Tundisi, J.G., Duncan, A. (Eds.), **Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management**. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

THORNTON et al., 1990 *Reservoir limnology: ecological perspective*. New York: Copyright, 1990.

TUNDISI, J.G. e MATSUMURA-TUNDISI, T. 2008 **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos. 631p.

UN (United Nations). **Indicators of sustainable development. UN Department for Policy Coordination and Sustainable Development. Division for Sustainable Development, 1995.**

UNEP (2009). The UNEP 2008 Annual Report, UNEP Division of Communications and Public Information, www.unep.org, 106 pp., UNON/Publishing Section Services, Nairobi.

UNEP-IETC. **Planning and management of lakes and reservoirs : an integrated approach to eutrophication**. Washington, D.C; UNEP; 2003. 67 p. Ilus.

VÖRÖSMARTY, C., MCINTYRE, P., GESSNER, M., DUDGEON, D., PRUSEVICH, A., GREEN, P., GLIDDEN, S., BUNN, S., SULLIVAN, C., LIERMANN, C., DAVIES, P., 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature** 467, 555–561.

CAPITULO 1. INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS AMBIENTAIS SOBRE A CAPTURA NA PESCA ARTESANAL EM UM RESERVATÓRIO DO SEMIRÁRIDO TROPICAL, BRASIL

RESUMO: Alterações na composição de espécies e/ou na estrutura das comunidades podem prejudicar os serviços ecossistêmicos para sociedade, como a disponibilidade de alimento em particular, na pesca artesanal. A interação das variáveis ambientais como temperatura oxigênio e precipitação tem influenciado a disponibilidade de peixes para pesca, esta condição esta associada ao impacto no ciclo reprodutivo dos peixes nos reservatórios do semiárido. Desta forma o objetivo do trabalho foi avaliar a produção pesqueira oriunda da pesca artesanal em um reservatório do semiárido brasileiro e a influência das variáveis ambientais sobre a produção. Do volume captura 90% foi representado pelas seguintes espécies introduzidas: Tucunaré, Tilápia e Pescada, enquanto as espécies como Curimatã e Piau representaram 9% do volume capturado, e com 1% as demais espécies capturadas. De acordo com a CCA, os fatores abióticos oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e temperatura, favoreceram o aumento da captura das espécies de Curimatã, Tilápia e Piau, esses fatores mais a transparência favoreceram a captura da pescada, enquanto, o pH e sólidos totais dissolvidos favoreceu o aumento na captura do Tucunaré. Os resultados permitiram concluir que as variáveis ambientais influenciaram na composição do desembarque pesqueiro no reservatório de Santa Cruz. As principais espécies capturadas foram às introduzidas, desta forma sustentando a pesca artesanal no reservatório.

Palavras chaves: Pluviosidade, reservatório, desembarque.

CHAPTER 1 INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL PARAMETERS ON CAPTURING THE ARTISAN FISHING IN A TROPICAL SEMIRÁRIDO RESERVOIR, BRAZIL

ABSTRACT: Changes in species composition and / or structure of communities can harm the ecosystem services to society, such as food availability particularly in artisanal fisheries. The interaction of environmental variables such as oxygen temperature and rainfall has affected the availability of fish for fishing, this condition is associated with the impact on the reproductive cycle of fish in semi-arid reservoirs. Thus the objective of this study was to evaluate the fishery production from artisanal fishing in a reservoir in the Brazilian semiarid region and the influence of environmental variables on production. Volume capture 90% was represented by the following species introduced: Peacock Bass, Tilapia and Hake, while species like Curimatã Piau and represented 9% of the volume captured, and 1% other species caught. According to the CCA, the abiotic factors dissolved oxygen, conductivity and temperature, favored the increase of the capture of species Curimatã, Tilapia and Piau, these factors more transparency favored catch hake while the pH and total dissolved solids favored the increase in the capture of Tucunaré. The results showed that environmental variables influence the composition of fishing landing in the reservoir of Santa Cruz. The main species caught were those introduced in this way supporting the artisanal fishing in the reservoir.

KEYWORDS: Rainfall, reservoir, landing.

1.INTRODUÇÃO

Regiões semiáridas são caracterizadas pela escassez de recursos hídricos (COSTA et al., 2016), que interfere na capacidade econômica e social da população baseada em atividades do setor primário (JOSHI et al., 2014). Neste sentido, buscando suprir as necessidades humanas, medidas foram adotadas para manter o fornecimento de água para a população no semiárido brasileiro, entre elas, à implantação de reservatórios artificiais (MORAIS et al., 2014) que tem como principal objetivo o armazenamento de água para uso doméstico e na agropecuária (DANTAS-SILVA, L. T. & DANTAS Ê. W., 2013).

A implantação de reservatórios podem trazer graves consequências ecológicas para o ambiente aquático, como a perda de habitats e da conectividade rio-planície de inundação, introdução e proliferação de espécies exóticas, fragmentação de habitat e barreiras à dispersão da biota do rio, entre outros, o que pode resultar na perda de biodiversidade, não apenas na área coberta pelo reservatório, mas também a jusante do rio (RENÖFÄLT et al., 2010 e GRILL et al., 2015). Alterações na composição de espécies e/ou na estrutura das comunidades pode prejudicar os serviços ecossistêmicos para sociedade, como a disponibilidade de alimento (BUNKER et al 2005; LARSEN et al., 2005) em particular, na pesca artesanal (HOEINGHAUS et al. 2009).

Com o objetivo de mitigar os efeitos negativos da construção dos reservatórios na pesca artesanal, o DNOCS desenvolveu um programa de introdução de espécies de peixes e crustáceos, na tentativa de aumentar a produção disponível para a captura (ROSA et al., 2003). A introdução de espécies exóticas podem provocar sérios impactos ambientais a partir das características dessas espécies, como: hábitos alimentares; flexibilidade em taxa de crescimento e maturação de tamanho de acordo com a condição ambiental vigente (BEVERIDGE & BAIRD 2000; LOWE-MCCONNELL 2000), além de reduzir a abundância de peixes nativos (ATTAYDE ET AL.2011). A captura de peixes migradores, os quais são importantes componentes da pesca continental apresenta severas restrições, ocasionadas pela construção dos reservatórios, diminuindo a disponibilidade dessas espécies (CHELLAPPA et al., 2009).

Apesar dos seus efeitos negativos, os reservatórios da região do semiárido brasileiro, são de usos múltiplos, como disponibilidade de água potável, desenvolvimento da aquicultura, irrigação (CHELLAPPA et al. 2009) e a pesca artesanal, que é uma das principais atividades exercidas nesses ecossistemas, contribuindo para complementação da renda das

comunidades do entorno do lago (LIRA, 2015), e sendo a principal fonte de proteína animal para as comunidades ribeirinhas, fator essencial para garantir a segurança alimentar e nutricional a nível local e regional, especialmente nos países em desenvolvimento (BELTON, B. e THILSTED, S. H. 2014).

As alterações decorrentes de altas temperaturas, mudanças ciclo hidrológico, proliferação de algas nocivas (FEELY et al., 2009 e FLEMING et al., 2006), impactam nas operações de pesca (MERINO, et al 2012). Estudos relatam que a produção por captura de peixe em águas continentais está reduzindo (DOF, 2006 e ICF Inland Capturar estratégia para as pescas de 2006). A interação das variáveis ambientais como temperatura oxigênio e precipitação tem influenciado a disponibilidade de peixes para pesca, esta condição esta associada ao impacto no ciclo reprodutivo dos peixes nos reservatórios do semiárido (CHELLAPPA et al. 2003).

Desta forma o objetivo do trabalho foi avaliar a produção pesqueira oriunda da pesca artesanal em um reservatório do semiárido brasileiro e a influência das variáveis ambientais sobre a produção. Embora, o estudo concentra-se em um reservatório da região, acredito que pela falta de informação existente sobre esse tema na região, esse estudo poderá servir de referencia e como uma importante ferramenta de gestão nos reservatório das regiões semiáridas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O reservatório de Santa Cruz está localizado na bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró, no município de Apodi (05°45'45''S/ 037°48'00''W), semiárido do Rio Grande do Norte (Figura 1). Foi formado em 2002 e possui área de 3.413,36 ha, com capacidade máxima de 599.712.000,00 m³, foi caracterizado como um reservatório oligotrófico (HENRY-SILVA et al., 2013), com tempo de residência da água de \pm 3.424 dias e profundidade média 13m (MOURA et al., 2015). A precipitação média anual na região é de 705,0 mm registrando-se uma distribuição irregular durante o ano, apresentando duas estações ao ano, estação chuvosa) e estação seca (Figura 2).

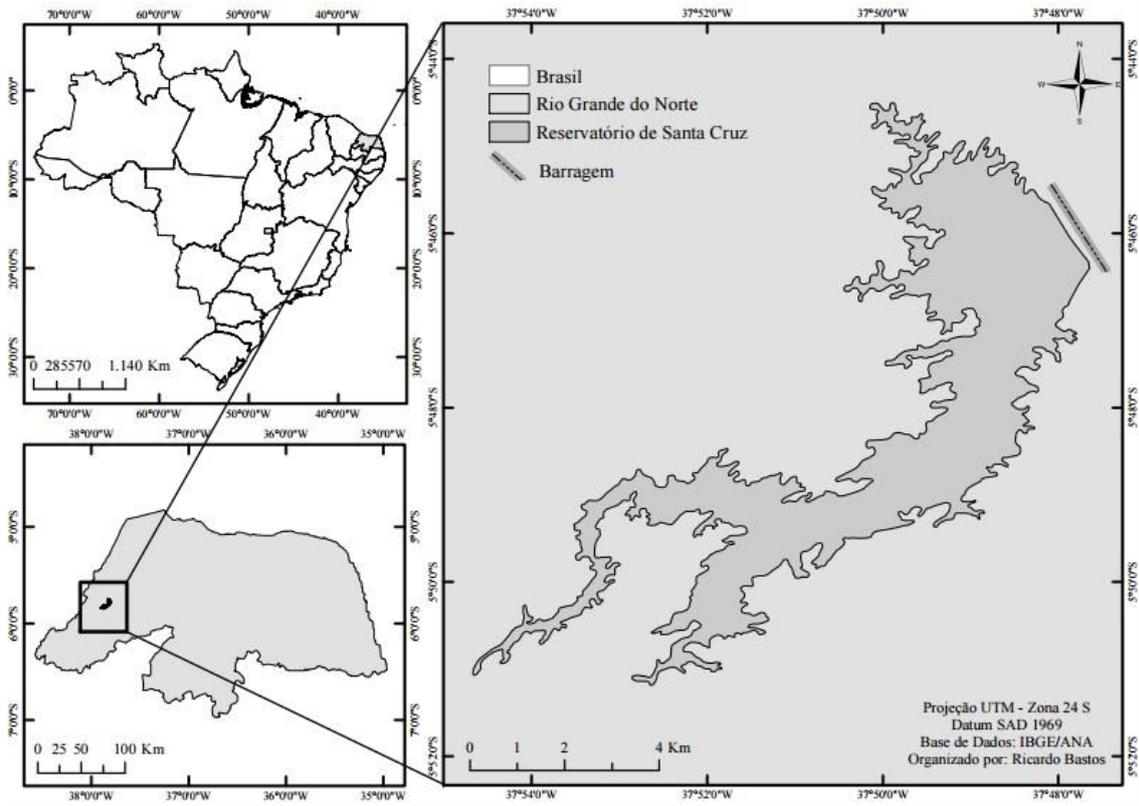


Figura 1. Localização do Reservatório de Santa Cruz no Estado do Rio Grande do Norte, no semiárido brasileiro.

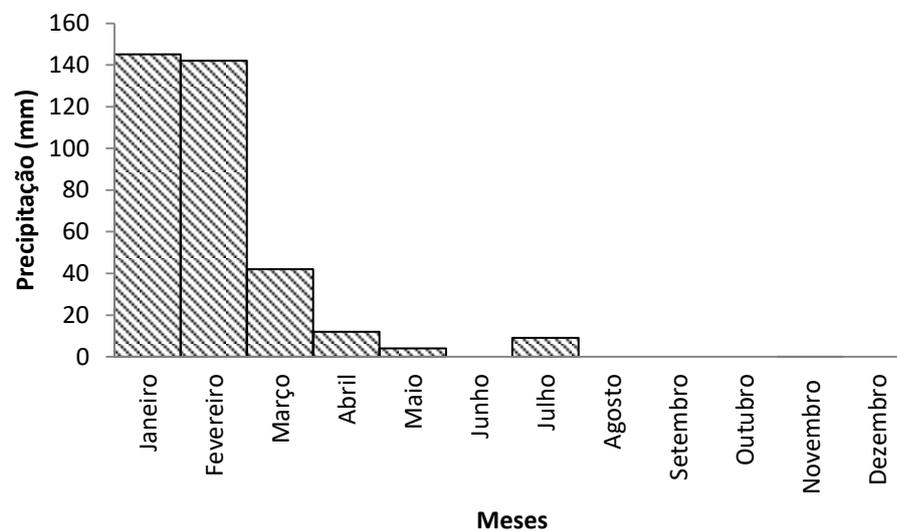


Figura 2. Precipitação acumulada por meses do ano de 2012 no Reservatório de Santa Cruz no Estado do Rio Grande do Norte, no semiárido brasileiro (Fonte: EMPARN).

OBTENÇÃO DE DADOS

Este trabalho foi realizado com pescadores do entorno do reservatório, e para identifica-los foi utilizado o método “bola de neve” (CARVALHO, 2004). Os pescadores que

aceitaram participar espontaneamente do trabalho receberam um formulário que consistia das seguintes informações: data; horário do início e fim da pescaria; equipamentos utilizados (isca, anzol, rede); características das embarcações (tipo de propulsão, tamanho, material) número de pescadores por embarcação; biomassa total e por tipo de pescado capturado e a conservação do pescado. Para facilitar o preenchimento, as fichas de produção foram ilustradas com fotos dos tipos de pescados, que foram agrupados seguindo a nomenclatura dos pescadores em tucunaré, pescada, tilápia, traíra, piauí, curimatã e outros. Essas fichas foram recolhidas mensalmente, entre janeiro e dezembro de 2012, e conferidas com os pescadores a fim de esclarecer as possíveis dúvidas. As fichas em que as dúvidas não foram esclarecidas não foram consideradas nas análises. A produção pesqueira mensal no reservatório foi calculada somando-se a captura total dos pescadores participantes informada nas fichas de produção.

Os dados de pluviosidade foram obtidos pela Empresa de pesquisa agropecuária (EMPARN). O monitoramento das variáveis da água foi realizado trimestralmente no ano de 2012, buscando obter os dados de Temperatura; Oxigênio dissolvido; Saturação de oxigênio; pH; Condutividade e Sólidos totais Dissolvidos, através do auxílio de uma sonda multiparâmetros (HORIBA – U52). Os dados de transparência foram obtidos através do disco de Secchi. Os dados de umidade relativa do ar e Evaporação foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, para o ano de 2012. Os dados de Nitrogênio total; Clorofila “a”; Fosforo Total foram obtidos em Santos (2013).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Como as informações dos fatores ambientais usados no trabalho eram de periodicidade trimestral, para a análise estatística agrupamos os dados de produção em trimestres, da seguinte forma: 1 (janeiro, fevereiro e março), 2 (abril, maio, junho), 3 (julho, agosto e setembro) e 4 (outubro, novembro e dezembro).

As variáveis ambientais foram combinadas através de uma análise dos Componentes Principais (PCA) (BOUROCHE e SAPORTA, 1982) a fim de reduzir a dimensionalidade dos dados e descrever as relações entre as variáveis. Para a aplicação da PCA foram utilizadas as seguintes variáveis Nitrogênio-Total; P-Total; Precipitação; Sólidos Totais em Suspensão (TDS); Condutividade; Transparência; clorofila *a*; temperatura; oxigênio dissolvido e

potencial hidrogeniônico. A PCA foi realizada usando o software STATISTICA (STATISTICA 13.0.159.7).

A relação entre as variáveis ambientais e a captura dos peixes foi avaliada por meio da Análise de correlação canônica (CCA). O teste de Monte Carlo também foi utilizado para determinar o significado de cada análise sob a hipótese nula de que há relação entre os peixes e as variáveis ambientais.

Para todas as análises, os dados foram previamente log-transformados. A CCA foi realizada utilizando o programa estatístico PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2008). Os resultados foram considerados significativos quando $p \leq 0,05$.

3. RESULTADOS

Foi capturado um total de 9.933 kg de pescado no período de estudo, desse volume captura aproximadamente 90% foi representado pelas seguintes espécies introduzidas: Tucunaré, Tilápia e Pescada, com 5.823 kg, 1.634 kg e 1.433 kg, respectivamente. Enquanto as espécies como Curimatã e Piau representaram 9% do volume capturado, com 566 kg e 420 kg respectivamente, e com 1% as demais espécies capturadas, com um volume de 15 kg (Figura 3).

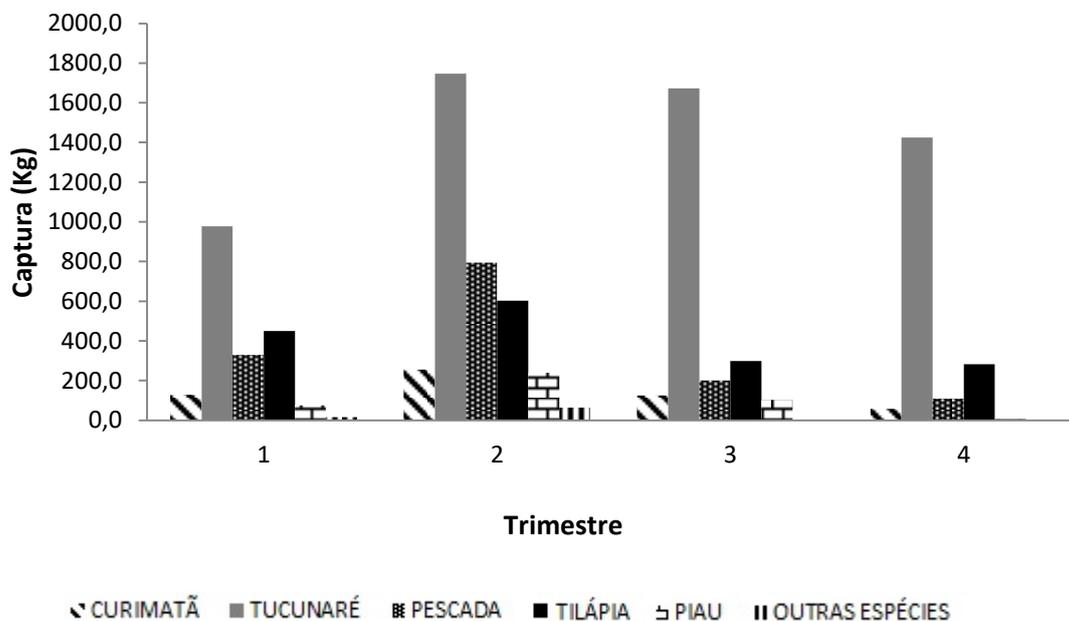


Figura 3. Captura por trimestre (kg) por tipo de pescado no reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte, em 2012.

Os dois primeiros eixos da PCA (Figura 4) explicou 78,58% da variação total dos dados ambientais relacionados com o reservatório (Tabela 1). Eixo 1 (52,26%) foi positivamente influenciado pelo pH, sólidos totais dissolvidos (STD), N-total, P-total, e influenciado negativamente por oxigênio dissolvido (OD), temperatura e precipitação. Uma vez que as quatro primeiras variáveis (pH, sólidos totais dissolvidos (STD), N-total, P-total) apresentando um alto nível de redundância, as duas variáveis com os menores valores (N-total, P-total) foram excluídos de análises posteriores. A transparência e condutividade foram as variáveis que mais influenciou o Eixo 2 (26,4%), enquanto que a Clorofila, não apresentou interação com nenhum dos dois eixos.

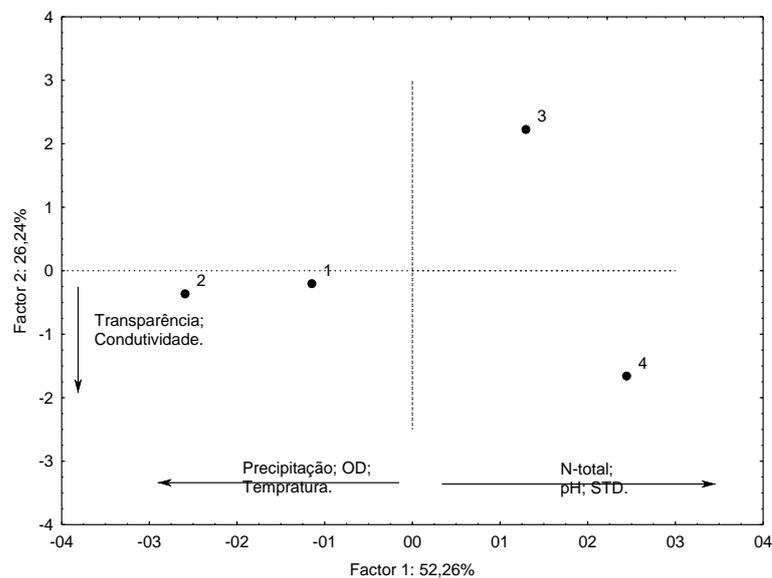


Figura 4. Análise de Componentes Principais usando variáveis limnológicas para o reservatório de Santa Cruz. Temperatura, oxigênio dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade, sólidos totais dissolvidos, transparência, Nitrogênio total (N-total). 1(janeiro, fevereiro e março), 2 (abril, maio, junho), 3 (julho, agosto e setembro) e 4 (outubro, novembro e dezembro).

Tabela 1. Média e desvio padrão dos valores das variáveis limnológicas do reservatório analisadas nos quatro trimestres de 2012. Cl= Clorofila a; P- total= Fósforo Total; TDS= Sólidos Totais Dissolvidos; OD= Oxigênio dissolvido; Temp = temperatura; Transparência (cm) = Transparência do disco de Secchi; Condutividade= Condutividade Elétrica; pH = Potencial hidrogeniônico; Precipitação = Precipitação da chuva.

Trimestre	1	2	3	4
Transparência (cm)	272,4 ± 14,0	261,6 ± 12,0	247,5 ± 10,0	262,9 ± 11,0
pH	8,7 ± 0,9	8,4 ± 0,3	8,6 ± 0,2	8,9 ± 0,3
OD(mg/l)	8,4 ± 0,4	8,8 ± 0,2	8,1 ± 0,1	7,5 ± 0,4
Temp	28,45 ± 1,5	29,65 ± 2,1	28,85 ± 1,7	30,5 ± 1,9
Condutividade	290,5 ± 37,0	317,0 ± 21,3	285,5 ± 19,4	302,5 ± 23,7
TDS	189,6 ± 1,5	182,0 ± 0,8	186,7 ± 0,7	197,0 ± 0,9
Precipitação	111,3 ± 19,1	5,6 ± 0,1	3,1 ± 0,3	0,0
N-total (mg/L)	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Cl (µg/L)	6,6 ± 0,5	4,7 ± 0,4	4,8 ± 0,3	4,3 ± 0,7
P-total (µg/L)	33,6 ± 1,7	19,3 ± 0,9	61,0 ± 2,1	30,7 ± 0,6

Na análise CCA foram utilizadas as variáveis mais importantes com baixa colinearidade de acordo com a PCA (Temperatura, Oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais dissolvidos, transparência e condutividade). Utilizando a CCA para quantificar a influência das variáveis ambientais sobre a distribuição dos pescados capturados ao longo do ano, mostrou que os dois primeiros eixos explicaram 99,3% da variabilidade total dos dados. (Figura 4). A soma de todos os eixos canônicos não foi significativa quando o teste de Monte Carlo foi aplicado ($p > 0,05$).

De acordo com a CCA, os fatores abióticos oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e temperatura, favoreceram o aumento da captura das espécies de Curimatã, Tilápia e Piau, esses fatores mais a transparência favoreceram a captura da pescada, enquanto, o pH e sólidos totais dissolvidos favoreceu o aumento na captura do Tucunaré (Figura 5).

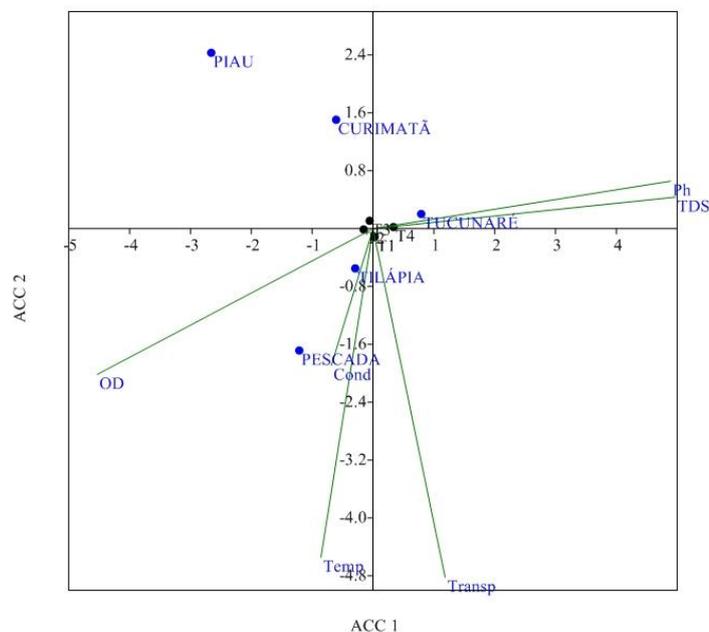


Figura 5. Ordenação da CCA com espécies de peixes e variáveis limnológicas do reservatório de Santa Cruz. Variáveis: TEMP: temperatura, OD: oxigênio dissolvido, pH: potencial hidrogeniônico, TDS: sólidos totais dissolvidos, COND: Condutividade elétrica. Espécie: Pescada; Tucunaré; Tilápia; Piau; Curimatã.

4. DISCUSSÃO

A captura de pescado no reservatório de Santa Cruz foi sustentada por espécies exóticas à bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró, o tucunaré, pescada e tilápia-do-Nilo são espécies bem adaptadas a ambientes lênticos (BRITTON e ORSI, 2012), no entanto não há registros oficiais de introdução de espécies no reservatório de Santa Cruz, assim, é provável que essas espécies tenham sido introduzidas clandestinamente, ou alcançaram o ambiente através de escapes de açudes particulares (NOVAES et al., 2015). Estudos sobre a pesca artesanal nos reservatórios no nordeste, mostrou após a formação dos represamentos, facilitou a obtenção de pescado nesses lagos artificial, entretanto, o valor de mercado dos peixes apresentou uma redução, podendo estar associada ao aumento da disponibilidade do produto nos primeiros anos do reservatório (BRASIL et al., 2015), além do menor valor de mercado das espécies que compõem a pesca artesanal em reservatórios (HOEINGHAUS et al., 2009).

O volume de chuva acumulado no ano de 2012 foi de 360 mm, volume abaixo da média histórica para região do 705 mm (EMPARN, 2016), demonstrando que ao longo do período de estudo a chuva foi escassa, conseqüentemente houve o aumento nas concentrações

de sólidos totais dissolvidos, temperatura e pH. Sob essas condições tucunaré, pescada e a tilápia foram os pescados mais capturados no reservatório de Santa Cruz. De acordo com os dados da SEMARH (2014), a baixa precipitação no ano de 2012, provocou uma redução do volume de água armazenada no reservatório, onde em Janeiro o volume acumulado era de 78% da capacidade e ao mês de Dezembro era de 67%. Com a redução dos níveis de água, podem acarretar como consequência o aumento de temperatura da água e elevar as concentração de sólidos totais dissolvidos e clorofila, tais condições favorece a captura de predadores carnívoros em reservatórios no semiárido (GURGEL-LOURENÇO et al., 2013).

A dinâmica das variáveis abióticas permitiu associar as espécies capturadas com os aspectos limnológicos. Essa situação pode refletir o bem-estar e as maneiras distintas de utilização dos recursos e alocação de energia pela espécie, com o objetivo de obter uma melhor condição de permanência nesse ambiente (SILVA et al., 2010). Entretanto o volume de captura está associado a diferenças entre as condições no reservatório durante o período de estiagem e precipitação, sendo explicada por fatores como disponibilidade e competição por recursos, interações com outras espécies e por fatores relacionados ao ambiente como, habitat e a sazonalidade (NASCIMENTO et al., 2012).

O reservatório de Santa Cruz apresenta características oligomesotróficas, essa característica do ambiente contribui para a captura de espécies que utilizam sua capacidade de visão para localizar suas presas, como a *P. squamosissimus* (ELVIDGE e BROWN, 2012). Foi observado que o aumento da temperatura da água associada à redução da turbidez favorece a captura de espécies predadoras visuais, devido a características fisiológicas e das táticas de predação, as quais tem mais facilidade em localizar seu alimento em ambientes com essas características (PETRY et al., 2007, BREJÃO et al., 2013 ; JÖNSSON et al., 2013). Entretanto a elevada captura do tucunaré pode ter sido ocasionada através da redução do volume de água no ambiente diminuindo as áreas de refugio desta espécie. Em nosso estudo a captura do tucunaré correlacionou com sólidos totais dissolvidos e o pH, portanto menor transparência. Tucunaré utiliza como tática de captura de suas presa a emboscada, característica que induz a preferencia dos adultos por áreas mais rasas do reservatório (COSTA et al., 2009 ; KOVALENKO et al., 2010) que sofrem maior ação dos ventos proporcionando uma ressurgência de nutrientes mais intensa, uma elevação nas concentrações de sólidos dissolvidos e o pH é mais facilmente afetado devido a reduzida profundidade. O reservatório de Santa Cruz apresenta uma extensa região litorânea nos trechos lótico e de transição (MOURA et al., 2015), com a presença de bancos de macrófitas (HENRY-SILVA et

al., 2010) que servem de refúgio e local de alimentação para os tucunarés. Além disso, o predomínio do tucunaré no desembarque pode estar associado ao principal apetrecho de pesca (linha e anzol) utilizado pelos pescadores durante o estudo no reservatório (NOVAES et al., 2015) sendo essa estratégia bastante eficiente na captura desses peixes (PAIVA et al., 1994).

As maiores capturas de piau e curimatã ocorreram no segundo trimestre do estudo e foram ao aumento do oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e temperatura. Esse resultado pode estar relacionado com a dinâmica reprodutiva da dessas espécies, que são reofílicas e com desova no período de chuva (MONTENEGRO et al., 2010; GURGEL et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2012; ARAÚJO et al., 2013; NASCIMENTO et al., 2013), que ocorre na região entre fevereiro e abril. Após a reprodução, retornam ao local de alimentação nos reservatórios, onde ficarão até o próximo reprodutivo (LOWE-McCONNELL, 1999). Assim, a maior captura de piau e curimatã no segundo trimestre pode estar relacionado com o movimento de retorno dos cardumes para o reservatório (local de alimentação), o que aumenta a abundância desses pescados no reservatório e facilitado pelo hábito de formação de cardumes que esses grupos apresentam e desta forma relacionando essas capturas com as variáveis ambientais.

5. CONCLUSÃO

Os resultados permitiram concluir que as variáveis ambientais influenciaram na composição do desembarque pesqueiro no reservatório de Santa Cruz. As principais espécies capturadas foram às introduzidas, desta forma sustentando a pesca artesanal no reservatório.

6. REFERENCIAL TEORÍCO

ATTAYDE, J. L. ; BRASIL, J.; MENESCAL, R. A. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, 2011, 18, 437–443

BELTON, B., KARIM, M., THILSTED, S., MURSHED-E-JAHAN, K., COLLIS, W., & PHILLIPS, M. (2011). Review of aquaculture and fish consumption in Bangladesh. Studies and reviews 2011–53. The WorldFish Center, November 2011. **Beveridge M.C.M. & Baird**.

BEGOSSI, A.; MAY, P.H.; LOPES, P.F.; OLIVEIRA, L.E.C.; VINHA, V.; SILVANO, R.A.M. 2011 Compensation for environmental services from artisanal fisheries in SE Brazil: Policy and technical strategies. **Ecological Economics**, 71(único): 25-32.

BREJÃO, G.L., GERHARD, P. and ZUANON, J. Functional trophic composition of the ichthyofauna of forest streams in eastern Brazilian Amazon. **Neotropical Ichthyology**, 2013, 11(2), 361-373.

BRITTON, J.R. e ORSI, M.L. 2012 **Non-native fish in aquaculture and sport fishing in Brazil: economic benefits versus risks to fish diversity in the upper River Paraná Basin. Reviews in Fish Biology and Fisheries**, 22(3): 555-565

BUNKER, D. E., F. DECLERCK, J. C. BRADFORD, R. K. COLWELL, I. PERFECTO, O. L. PHILLIPS, M. SANKARAN, AND S. NAEEM. 2005. Species loss and aboveground carbon storage in a tropical forest. **Science** 310:1029–1031.

CHELLAPPA, S.; BUENO, R.M.X.; CHELLAPPA, T.; CHELLAPPA, N.T.; VAL, V.M.F.A. Reproductive seasonality of the fish fauna and limnoecology of semiarid Brazilian reservoirs. **Limnologica**, v. 39, p. 325-329, 2009

CHELLAPPA, N.T., COSTA, M.A.M., 2003. Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a eutrophicated reservoir of Rio Grande Norte State, Brazil. **Acta Oecol.** 24, 3–10.

COSTA, D. F.; BARBOSA, J. E. L.; DANTAS, Ê. W. Productivity- diversity relationships in reservoir phytoplankton communities in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments** 129 (2016) 64-70.

COSTA, SAGL, PERETTI, D., PINTO JUNIOR, JEM, FERNANDES, MA AND GURGEL JUNIOR, AM Espectro alimentar e variação sazonal da dieta de (Heckel, 1840) (*Osteichthyes*, *Sciaenidae*) na lagoa do Piató, Assu, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Plagioscion squamosissimus*. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 2009, 31(3), 285-292.

DANTAS-SILVA, L. T. & DANTAS Ê. W. Zooplâncton (Rotifera, cladocera e copepoda) e a eutrofização em reservatórios do nordeste brasileiro. **O ecologia Australis** 17(2): 53-58, Junho 2013.

ELVIDGE, C.K. and BROWN, G.E. Visual and chemical prey cues as complementary predator attractants in a Tropical stream fish assemblage. **International Journal of Zoology**, 2012, 2012, 1-7

EMPARN, Empresa de pesquisa agropecuária, monitoramento pluviométrico (online). Visto em 05 de fevereiro de 2015, disponível a partir de: <http://186.250.20.84/monitoramento/monitoramento.php>.

GRILL, G., LEHNER, B., LUMSDON, A.E., MACDONALD, G.K., ZARFL, C., LIERMANN, C.R., 2015. An index-based framework for assessing patterns and trends in river fragmentation and flow regulation by global dams at multiple scales. *Environ. Res. Lett.* 10, 015001.

GURGEL, L.L., VERANI, J.R. and CHELLAPPA, S. Reproductive ecology of *Prochilodus brevis* an endemic fish from the semiarid region of Brazil. *The Scientific World Journal*, 2012, 2012.

GURGEL-LOURENÇO, R.C., SOUSA, W.A., SÁNCHEZ-BOTERO, J.I. and GARCEZ, D.S. Ichthyofauna of two reservoirs in the middle Acaraú river basin, Ceará, Northeastern Brazil. *Check List*, 2013, 9(6), 1391-1395.

HENRY-SILVA, G.G.; SANTOS, R.V.; MOURA, R.S.T.; BUENO, N.C. 2013 Primeiro registro de *Chara indica* e *Chara zeylanica* (Charophyceae, Charales, Characeae) em reservatórios do semiárido do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Biotemas*, 26(3): 243-248.

HENRY-SILVA, G.G.; MOURA, R.S.T.; DANTAS, L. L. O. Richness and distribution of aquatic macrophytes in Brazilian semi-arid aquatic ecosystems. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2010, vol. 22, no. 2, p. 147-156

HOEINGHAUS, D. J.; AGOSTINHO, A. A; GOMES L. C.PELICICE, F. M.; OKADA, E. K.; LATINI, D. J.; KASHIWAQUI, E. A.L.; WINEMILLER, K.O.Effects of River Impoundment on Ecosystem Services of Large Tropical Rivers: Embodied Energy and Market Value of Artisanal Fisheries. *Conservation Biology*, Volume 23, No. 5, 1222–1231, 2009.

JOSHI, S., KUMAR, K., JOSHI, V. & PANDE, B. 2014. Rainfall variability and indices of extreme rainfall analysis and perception study for two stations over Central Himalaya, India. *Natural Hazards Review*, University of Colorado, N72, P361-374.

KOVALENKO, KE, DIBBLE, ED, AGOSTINHO, AA AND PELICICE, FM Recognition of non-native peacock bass, , by native prey: testing the naiveté hypothesis. *Cichla kelberi*. *Biological Invasions*, 2010, 12(9), 3071-3080.

LARSEN, T. H., N.M. WILLIAMS, AND C. KREMEN. 2005. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. **Ecology Letters** 8:538–547.

LIRA, M. M. P. **ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DO RESERVATÓRIO POÇO DA CRUZ, PERNAMBUCO – BRASIL**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, para obtenção do título de mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

LOWE-MCCONNELL R.H. (2000) The roles of tilapias in ecosystems. In: M.C.M. Beveridge & B.J. McAndrew (eds) *Tilapias: Biology and Exploitation*. the Netherlands: **Kluwer Academic Publishers**, pp. 129–162.

LOWE-MCCONNELL, R.H., 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Edusp, São Paulo.

MONTENEGRO, A.K.A.; TORELLI, J.E.R.; MARINHO, R.S.A.; CRISPIM, M.C.; HERNANDEZ, M.I.M. 2010 Aspects of the feeding and population structure of *Leporinus piau* Fowler 1941 (Actinopterygii, Characiformes, Anostomidae) of Taperoá II Dam, semiarid region of Paraíba, Brazil. **Biotemas**, 23(2): 101:110.

MORAIS, R. D.; SILVA, J. B. E ARAÚJO, A. R. ANÁLISE ESPACIAL DAS MARGENS DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA EPITÁCIO PESSOA - PB: REFLEXÕES SOBRE A CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO. **Revista de estudos ambientais**. v.16, n. 1, p.6-15, jan./jun. 2014

MOURA, R. S. T.; SANTOS, R. V.; LOPES, Y. V. A.; HENRY-SILVA, G. G. Parâmetros morfométricos dos reservatórios de Santa Cruz e Umari, semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, 41(2): 355 – 363, 2015

NASCIMENTO, M. M.; NASCIMENTO, W. S.; CHELLAPPA, N.T.; CHELLAPPA, S. Biologia reprodutiva do curimatã comum, *Prochilodus brevis* (Characiformes: Prochilodontidae) no açude Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 2, n. 2, p. 31-43, 2012

NASCIMENTO, W.S; ARAÚJO, A.S.; CHELLAPPA, N.T; CHELLAPPA, S. Reproductive strategy of *Leporinus piau* (Fawler, 1941), a Neotropical freshwater fish from the semi-arid region of Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, 29(4): 877-880. 2013.

NOVAES, J. L. C; FREIRE, A. E.; AMORIM, R. R. A; COSTA, R. S. Diagnóstico da pesca artesanal em um reservatório do semiárido brasileiro. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 41(1): 31 - 42, 2015.

OLIVEIRA, J. C. S.; VASCONCELOS, H. C. G; , PEREIRA, S. W. M.; VICTORIA JUDITH ISAAC NAHUM, V. J. I.; JUNIOR, A. P. T. Caracterização da pesca no Reservatório e áreas adjacentes da UHE Coaracy Nunes, Ferreira Gomes, Amapá - Brasil. **Biota Amazônia**. Macapá, v. 3, n. 3, p. 83-96, 2013.

OSTRENSKY, A; BOERGER, W. A.; CHAMMAS, M. A. 2008. **Potencial para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil**. In: Ostrenky, A; Borghetti, J. R.; Soto, D. (Orgs.) *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer*. SEAP-FAO. 27-72pp.

PAIVA, M.P.; PETRERE JR, M.; PETENATE, A.J.; NEPOMUCENO, F.H.; VASCONCELOS, E.A. 1994 Relationship between the number of predatory of species and fish yield in large North-eastern Brazilian reservoirs. In: COWX, I.G. *Rehabilitation of Freshwater Fisheries*. London: **Fishing News Books**. p.120-129.

PETRY, A.C., AGOSTINHO, A.A., PIANA, P.A. and GOMES, L.C. Effects of temperature on prey consumption and growth in mass of juvenile trahira *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794). **Journal of Fish Biology**, 2007, 70(6), 1855-1864.

RENÖFÄLT, B.M., JANSSON, R., NILSSON, C., 2010. Effects of hydropower generation and opportunities for environmental flow management in Swedish riverine ecosystems. **Freshwater Biol.** 55 (1), 49–67

ROSA, R.S.; MENEZES, N.A.; BRISTIKI, H. A.; COSTA, W. J. E. M. E GROTH, F. **Diversidade, padrões de distribuição e conservação de peixes da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 882p (2003)

SANTOS, R. V. **Variabilidade espacial e temporal das características limnológicas dos reservatórios de Santa Cruz e Umari, semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil**. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em ciência animal – UFERSA, 2014.

SILVA, J. P. A; MUELBERT, A. E.; OLIVEIRA, W. C.; FÁVARO, L. F.. Reproductive tactics used by the Lambari *Astyanax aff. fasciatus* in three water supply reservoirs in the same geographic region of the upper Iguaçu River. **Neotropical Ichthyology**, 8(4):885-892, 2010

CAPITULO 2. EFEITO DE UM LONGO PERÍODO DE SECA SUPRA-SAZONAL NAS CARACTERÍSTICAS LIMONÓGICAS DE UM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO TROPICAL, BRASIL

RESUMO: As alterações climáticas na Terra estão afetando o desenvolvimento dos sistemas sociais, ecológicos e econômicos ao redor do mundo, essas alterações vem provocando um forte impacto sobre o ciclo hidrológico e, portanto, sobre os recursos hídricos em muitas regiões. Reservatórios localizados em regiões semiáridas, são sujeitos a redução do volume de água armazenado, durante o período de estiagem, o que apresenta como consequência o aumento na concentração de nutrientes e um possível bloom de algas, acarretando na biomassa que contribui para a eutrofização deste corpo hídrico.). Essa degradação da qualidade de água em reservatórios prejudica sua utilização para o consumo humano, aplicação na indústria, na agricultura, aquicultura, pesca e recreação, tendo consequências negativas para economia local e regional. O objetivo desse estudo é testar essa hipótese no reservatório oligomesotrófico no semiárido brasileiro. A PERMANOVA - Two-way evidenciou que houve diferença entre os anos observado no reservatório de Santa Cruz e demonstrou que não houve diferença espaciais entre as variáveis ambientais no reservatório. O reservatório de Santa Cruz, demonstrou uma tendência de aumento nas concentrações de sólidos totais dissolvidos, elevação da condutividade elétrica e pH, características que indicam uma tendência de eutrofização deste ambiente.

PALAVRAS-CHAVES: Pluviometria, Santa Cruz, Reservatório, Balanço Hídrico.

CHAPTER 2. INFLUENCE OF SEASONAL VARIATIONS AND SPACE OF PRECIPITATION ON THE FEATURES ABIOTIC IN A RESERVOIR IN TROPICAL SEMIARID

ABSTRACT: Climate change on Earth are affecting the development of social, ecological and economic systems around the world, these changes has caused a strong impact on the hydrological cycle and thus on water resources in many regions. Reservoirs located in semiarid regions, are subjected to reduction of the stored volume of water during the dry period, which has the effect of increasing the concentration of nutrients and can bloom algae, resulting in biomass which contributes to the eutrophication of the body water.). This degradation of water quality in reservoirs preclude their use for human consumption, application in industry, agriculture, aquaculture, fishing and recreation, with negative consequences for local and regional economy. The aim of this study is to test this hypothesis in oligomesotrófico reservoir in the Brazilian semiarid region. The PERMANOVA - Two-way showed that there was difference between the years in the reservoir of Santa Cruz and showed no spatial difference between the environmental variables in the reservoir. The reservoir of Santa Cruz, showed a trend of increase in total dissolved solids concentrations, high electrical conductivity and pH, characteristics that indicate eutrophication trend in this environment.

KEYWORDS: Pluviometry, Santa Cruz Reservoir Water Balance.

1. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas na Terra estão afetando o desenvolvimento dos sistemas sociais, ecológicos e econômicos ao redor do mundo (PATZ et al., 2005, IPCC, 2007, HOWAT Et al., 2007, HEIN et al., 2009, Dai de 2010, VAN DER VELDE et al., 2012 e SMITH e KATZ, 2013), essas alterações vem provocando um forte impacto sobre o ciclo hidrológico e, portanto, sobre os recursos hídricos em muitas regiões no mundo (IPCC, 2007 e IPCC, 2013, MEARNNS e NORTON, 2010 e NAÇÕES UNIDAS, 2011). Em regiões áridas e semiáridas ao redor do mundo, as quais são caracterizadas pela escassez de recursos hídricos, o aumento da população humana e as recentes secas vêm provocando, prejuízos econômicos, migrações populacionais, fome e até a morte (MISHRA e SINGH, 2010, SHI et al., 2011 e KHARRAZ et al., 2012).

Nas ultimas décadas regiões da África, Oriente Médio, sul da Ásia, China, México, e o Nordeste do Brasil e da costa ocidental da América do Sul, sofreram severas secas com impactos importantes sobre sua economia, a saúde dos ecossistemas, a agricultura, a produção de energia e quantidade e qualidade de água (ZHANG, 2003, MENDOZA, 2005, KUSANGAYA et al., 2014 e SELBY e HOFFMANN, 2014). Nas regiões áridas e semiáridas, a variabilidade da precipitação interanual e escassez de água, são comumente associadas a fenômenos extremos, como secas e inundações, demonstrando a necessidade do uso sustentável deste recurso (HERRERA-PANTOJAA e HISCOCKB 2015). Devido ao aumento da demanda de água e a reduzida capacidade pluviométrica levou à necessidade de criação de reservatórios artificiais, os quais armazenam água nos períodos de chuva e mantém o abastecimento urbano e de áreas irrigadas durante os períodos de estiagem (DÖLL et al., 2009 e AUS DER BEEK et al., 2010).

Reservatórios localizados em regiões semiáridas, são sujeitos a redução do volume de água armazenado, durante o período de estiagem, o que apresenta como consequência o aumento na concentração de nutrientes e um possível bloom de algas, acarretando na biomassa que contribui para a eutrofização deste corpo hídrico (BOUVY et al., 2003; CÂMARA et al., 2009; OZEN et al., 2010; ROMO et al., 2013; JEPPESEN et al., 2015). A partir de modelos climáticos, é previsto o aumento de eventos extremos como secas prolongadas, criando maiores tensões hidrológicas no semiárido (MARENGO et al., 2009; IPCC, 2014).

Um dos efeitos decorrentes da ausência de precipitação e escassez de água por longos períodos de seca é a eutrofização, que tem muitos sintomas indesejáveis, incluindo alta biomassa de fitoplâncton, dominância de cianobactérias nocivas, depleção de oxigênio, diminuição da transparência da água, sabor desagradável e problemas de odor e de água potável de tratamento (SMITH e SCHINDLER, 2009). Essa degradação da qualidade de água em reservatórios prejudica sua utilização para o consumo humano, aplicação na indústria, na agricultura, aquicultura, pesca e recreação, tendo consequências negativas para economia local e regional (VAROL et al., 2012).

Desta forma, testaremos a hipótese proposta por Jeppesen et al., (2015) que eventos longos de estiagem ocasionaram a mudança trófica do reservatório. O objetivo desse estudo é testar essa hipótese em um reservatório oligomesotrófico no semiárido brasileiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O reservatório de Santa Cruz está localizado na bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró no município de Apodi (05°45'45''S/ 37°48'00''W), semiárido do Rio Grande do Norte (Figura 1). Foi formado em 2002, possui uma área é de 3413,36 ha (34,13 km²), com capacidade de armazenamento máxima de 599.712.000,00 m³. (ANA, 2007) e com tempo de residência de ±3.424 dias (MOURA et al., 2015), sendo que um estudo recente o caracterizou como um reservatório oligotrófico (HENRY-SILVA et al., 2013). O clima da região é tropical quente e semiárido com temperaturas médias anuais de 28,5 °C, com mínima de 22,0 °C e máxima de 35,0 °C. A precipitação média anual na região é de 772 mm, registrando-se uma distribuição irregular durante o ano (ANA, 2007).

OBTENÇÃO DE DADOS

Os dados de pluviosidade foram obtidos na Empresa de pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). Os dados de volume acumulado no reservatório foram obtidos na Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH)(Figura 2). Os dados de Temperatura da água; transparência; pH; Oxigênio dissolvido; oxigênio saturado; condutividade; sólidos totais dissolvidos; Turbidez, foram obtidos com o auxílio de uma sonda multi-parâmetros (HORIBA – U52). Os dados de transparência foram obtidos através do disco de Secchi.

O levantamento dos dados foi realizado de forma trimestral entre fevereiro de 2011 e novembro de 2014. As amostragens foram realizadas em oito pontos (Figura 1) distribuídos ao longo do eixo longitudinal do reservatório no sentido barragem-desembocadura do rio no reservatório.

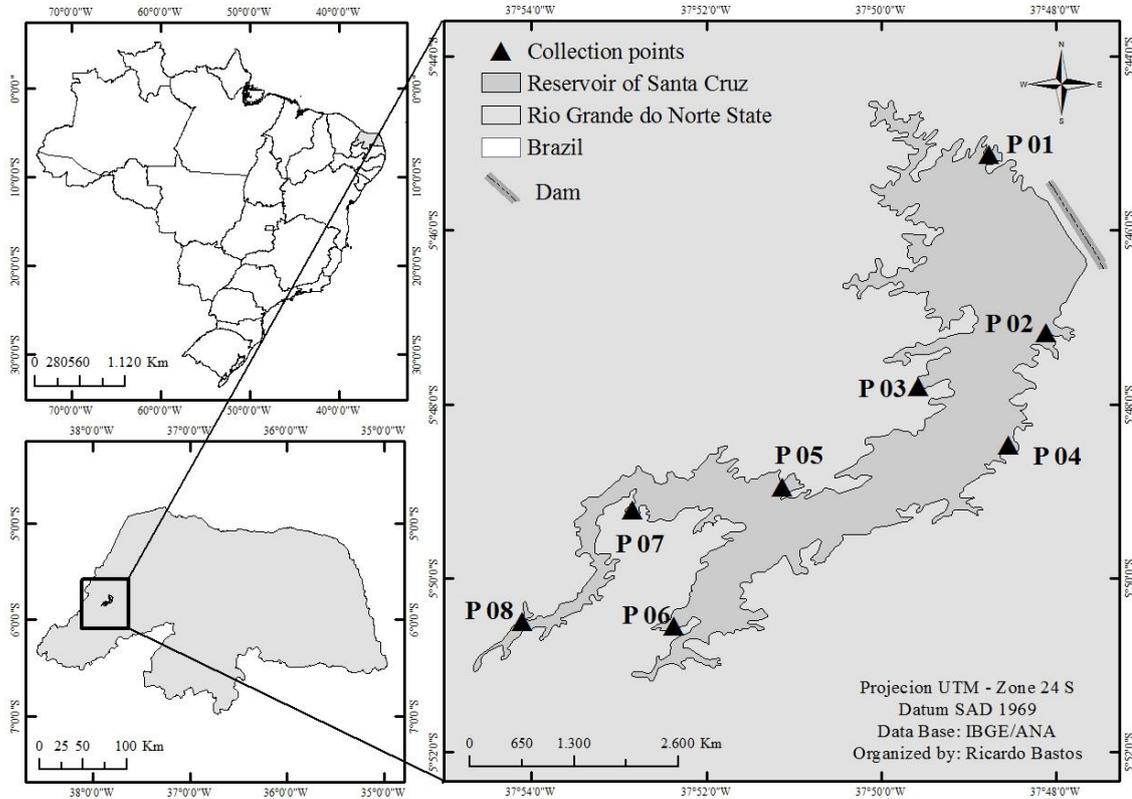


Figura 1. Localização do Reservatório de Santa Cruz – RN, distribuição e localização dos pontos de coleta (pontos de 1 a 6 indicam a região lacustre; pontos 7 e 8 a região fluvial).

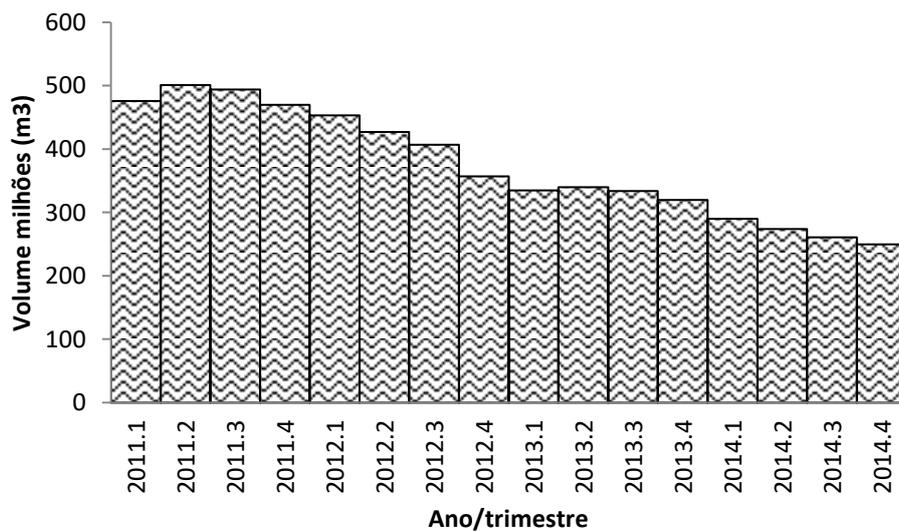


Figura 2. Volume acumulado semestral do reservatório de Santa Cruz durante o período monitorado pelo estudo.

O registro de precipitação anual no reservatório foi obtido a partir de um levantamento histórico dos dados da base física da EMPARN, localizada no município de Apodi, a qual registrou a média de 705 mm a partir do início das operações do reservatório de Santa Cruz (Figura 3).

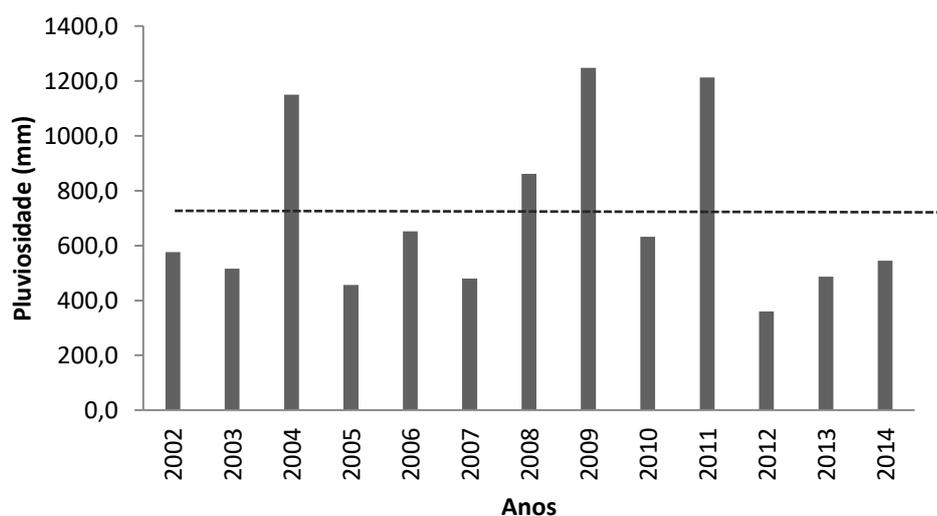


Figura 3. Histórico das precipitações de chuva a partir da inauguração do reservatório de Santa Cruz. Onde: Média histórica é marcada pela linha pontilhada.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Um teste PERMANOVA - Two-way foi aplicado no intuito de identificar as permutações entre o tempo e espaço sobre as variáveis: Temperatura; pH; Oxigênio dissolvido; Oxigênio saturado; Condutividade; Sólidos Totais Dissolvidos e Transparência. Para aplicação, foram utilizados os dados observados nos oito pontos de amostragem no reservatório de Santa Cruz, durante quatro anos. Possíveis diferenças entre os anos foram verificadas através da ANOVA one-way para cada uma das variáveis limnológicas analisadas, em seguida aplicado o teste de tukey. A normalidade foi verificada pelo Kolmogorof-Smirnoff. Todas as análises estatísticas foram realizadas com nível de significância de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS

Durante o estudo, as variáveis ambientais no reservatório apresentaram as seguintes médias no período de estudo: temperatura de 29,3°C ($\pm 2,0$); pH de 8,1 ($\pm 1,6$); oxigênio dissolvido de 8,4 mg/L ($\pm 1,6$); saturação do oxigênio de 110,5 ($\pm 26,6$); condutividade elétrica de 297,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ($\pm 37,2$); transparência de 272,7 cm ($\pm 23,6$) e sólidos totais dissolvidos de 195,2 mg/L ($\pm 34,9$). A PERMANOVA - Two-way evidenciou que houve diferença entre os anos observado no reservatório de Santa Cruz ($F_{(3)} = 60,909$; $p < 0,05$) (Tabela 1), e demonstrou que não houve diferença espaciais entre as variáveis ambientais no reservatório ($F_{(7)} = 0,64309$; $p > 0,05$) (Tabela 1)

Tabela 1. Resultados do teste de PERMANOVA – one - way aplicados entre os anos e pontos de amostragem no reservatório de Santa Cruz, durante o período de 2011 e 2014.

Fonte	Df	Média dos quadrados	F	P
Ano	3	2.729E05	60.909	0.0001*
Local	7	2881.4	0.64309	0.7662
Interação	21	3394.5	0.75761	0.8048
Residual	96	4480.5		
Total	127			

* 5% de significância

A partir destes resultados, foi aplicada uma Anova–One-way para cada variável ambiental monitorada no reservatório e para os valores acumulados de precipitação nos anos do estudo, apresentando diferenças significativas na precipitação, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (Tabela 2).

Tabela 2. Médias das variáveis ambientais monitoradas no reservatório de Santa Cruz e o acumulado da precipitação ao longo de quatro anos. PREC= Precipitação TEMP= Temperatura; pH= Potencial hidrogeniônico; OD = Oxigênio dissolvido (mg/L); COND = Condutividade; TDS = Sólidos totais dissolvidos; TRANS = Transparência (cm).

VARIVAVEIS	ANO				p
	2011	2012	2013	2014	
PREC	1212,1 \pm 3,6 ^A	360,1 \pm 0,25 ^B	486,2 \pm 4,14 ^C	544,9 \pm 4,03 ^C	0,001
TEMP	29,1 \pm 1,4 ^A	30,6 \pm 2,7 ^B	29,2 \pm 1,0 ^A	28,3 \pm 1,6 ^A	0,001
pH	6,8 \pm 2,6 ^A	8,8 \pm 0,3 ^B	8,2 \pm 1,0 ^B	8,5 \pm 0,5 ^B	0,001

OD	9,5±2,6 ^A	8,8±0,8 ^A	7,6±1,0 ^B	7,8±0,9 ^B	0,001
COND	263,6±28,6 ^A	292,0±22,3 ^B	301,5±40,5 ^B	331,8±6,64 ^C	0,001
TDS	173,4±36,8 ^A	190,6±13,6 ^{AB}	199,7±47,2 ^{BC}	217,6±8,8 ^C	0,001
TRANS	256±94,4 ^A	270±107,3 ^A	258±131,2 ^A	307±106,0 ^A	0,24

Letras sobrescritas diferentes entre si indicam que há significância estatística entre os valores.

4. DISCUSSÃO

A interação entre o ciclo hidrológico e o sistema climático, vem impactando mudanças climáticas e influenciando a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos no planeta, sendo um dos primeiros desafios para o século XXI (MEARNS e NORTON de 2010; _NAÇÕES UNIDAS, 2011). Em regiões áridas e semiáridas, os ecossistemas e as populações humanas, são mais vulneráveis aos efeitos adversos das mudanças climáticas (HERRERA-PANTOJA e HISCOCK, 2015), uma vez que a diminuição precipitação e aumento da temperatura são fenômenos recorrentes nessas regiões (KIEM e AUSTIN, 2013), influenciando o metabolismo por meio das reações enzimáticas, proporcionando uma maior velocidade na floração de algas (YAN et al., 2016) e possibilitando um aumento da salinidade, o que pode resultar no estresse osmótico elevando a mortalidade de peixes e reduzindo a taxa de crescimento e reprodução da biota aquática (BEZIRCI et al., 2012) . Em estudos recentes, é esperado que a ocorrência de eventos extremos de seca ocorra com mais intensidade (MARENGO et al., 2009; ZOHARY e OSTROVSKY, 2011; IPCC, 2014), esta situação vem proporcionando um aumento na eutrofização dos lagos e impactando nas comunidades aquáticas (MOSS et al., 2011).

O reservatório de Santa Cruz apresentou uma redução em seu volume em decorrência da reduzida precipitação durante o estudo, foi possível observar uma tendência de aumento nas concentrações de sólidos totais, na condutividade elétrica e elevação do pH, esta situação encontra-se em conformidade com estudos recentes, os quais demonstram que a redução do nível de água devido à seca e remoção de água para fins múltiplos pode aumentar a salinidade e condutividade da água (JEPPESEN et al., 2015), e que elevam o tempo de residência da água em reservatórios contribuindo para a floração de algas especialmente a *Microcystis* spp. e alteração do estado trófico do lago (BEKLIUGLU et al., 2011; ELLIOTT, 2012; ROMO et al., 2012; ROMO et al., 2013) e proporcionando alterações na estrutura das comunidades aquáticas (BRUCET et al., 2012 ; MEERHOFF et al., 2012).

Em ambientes semiáridos o aumento da evaporação, elevação da temperatura, contribui na redução do volume de água e tornando o reservatório mais propício a eutrofização (ÖZEN et al., 2010; MARCÉ et al., 2010; MOSS et al., 2011), somadas a outras variáveis como, pH, condutividade elétrica e turbidez são características que podem limitar ou proporcionar a produção de biomassa e a abundância de espécies de fitoplâncton (MOURA et al., 2012). Foi descrito em um reservatório do semiárido do Rio Grande do Norte eventos esporádicos de floração de cianobactérias sendo relacionado com mortalidade dos peixes nesse reservatório (Costa et al., 2006). Existem registros de morte por intoxicação ocasionada por cianotoxinas em bovinos, cavalos, porcos, ovelhas, cães, peixes e invertebrados pela ingestão ou contato com as florações tóxicas (CARMICHAEL, 1994; FALCONER, 1999).

Não só os animais podem sofrer com a floração dos corpos hídricos, como foi relatado na cidade de Caruaru aonde paciente chegaram a óbito após serem submetidos à diálise, após as análises foi identificada a presença de cianotoxinas na água utilizada no tratamento (JOCHIMSEN et al., 1998), e a intoxicação de pessoas após terem ingerido águas de um reservatório na Bahia, onde houve floração de cianobactérias (TEIXEIRA et al., 1993). A continuação de longos períodos de estiagem contribui para a perda de qualidade de água e consequentemente o aumento de incidência de doenças infecciosas, como a diarreia, afetando principalmente crianças pequenas e mulheres grávidas (WHO, 2010 e WHO, 2012).

Estudos realizados no reservatório de Santa Cruz, aponta valores ligeiramente alcalinos para o pH (CHELLAPPA et al., 2009), em nosso estudo esses valores sofreram um pequeno acréscimo tornando-se alcalinos. O aumento das taxas fotossintéticas em um reservatório contribuem para a elevação do pH devido a remoção do CO₂ pelas algas nessas situações o aumento de pH acima de 8,0 favorece a eutrofização dos corpos de água (WETZEL, 2001; HERRERA-PANTOJA e HISCOCK, 2015). A elevação da temperatura da água, pH, condutividade elétrica e turbidez são características dos reservatórios da região semiárida e exercer uma influência sobre a produção de biomassa e a abundância de espécies de fitoplâncton (MOURA et al., 2012).

A compartimentalização do reservatório de Santa Cruz não pode ser identificada no estudo, podendo está relacionada à baixa precipitação registrada durante três anos do estudo encontrou-se abaixo do demonstrado pelo histórico do reservatório, o qual apresenta um volume anual de 705,0 mm (EMPARN, 2016), o que pode ter contribuído para ausência de variações entre os pontos amostrados. Em estudos realizados no reservatório de Santa Cruz,

não foi identificado a compartimentalização clássica (fluvial transição e lacustre)(Santos, 2014). Neste sentido, a periodicidade das precipitações afeta o no nível d'água dos reservatórios, ocasionando a mudanças nas características físicas e químicas desses sistemas, e redução dos volumes armazenados (ARFI, 2003; NASELLI-FLORES e BARONE 2003).

No reservatório de Santa Cruz, transparência foi mais reduzida no ano de maior precipitação, isso pode ser justificado pelo carreamento de material alóctone ocasionado pela chuva para o reservatório (AZEVEDO et al., 2008; VIDAL e NETO, 2014). Contudo, em estudos realizados no semiárido do Rio Grande do Norte, os autores comentam que o aumento dos sólidos em suspensão associado à redução do volume de água ocasionou a redução da transparência (JEPPESEN et al., 2015). No reservatório de Santa cruz, apesar da redução do volume de água e aumento das concentrações de sólidos totais dissolvidos, a transparência apresentou uma elevação ao longo do tempo, desta forma, mantendo valores semelhantes aos encontrados por Chellappa et al., (2009), que estudando o reservatório de Santa Cruz comenta que a alteração da o aumento da transparência ocorreram durante as precipitações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reservatório de Santa Cruz, demonstrou uma tendência de aumento nas concentrações de sólidos totais dissolvidos, elevação da condutividade elétrica e pH, características que indicam uma tendência de eutrofização deste ambiente.

Frente aos resultados encontrados, mostra-se de fundamental importância a continuação dos estudos limnológicos nos reservatórios do semiárido, a fim de comparar dados numa serie temporal em longo prazo, buscando identificar alterações na dinâmica intra e interanual.

6. REFERENCIAL

Agência Nacional de Águas – ANA. **Caderno de recursos hídricos**, 2007.

ARFI R. 2003. The effects of climate and hydrology on the trophic status of Seligué Reservoir, Mali, West Africa. *Lake & Reservoirs: Research and Management* 8:243-260.

AUS DER BEEK, T., et al., 2010. Modelling historical and current irrigation water demand on the continental scale: **Europe. Adv. Geosci.** 27, 79–85.

AZEVEDO, A. C. G.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 22, n. 3, pp. 870-877, 2008.

BEKLIOGLU, M., M. MEERHOFF, M. SØNDERGAARD & E. JEPPESEN, 2011. A eutrofização e restauração de lagos rasos de um clima temperado frio para um quente do Mediterrâneo e uma (sub) clima tropical. Em Ansari, AA, S. Singh Gill, GR Lanza & W. Rast (eds), a eutrofização: causas, consequências e controle. **Springer Holanda**, 2011. 91108.

BOUVY, M., NASCIMENTO, S. M., MOLICA, R. J. R., FERREIRA, A., HUSZAR, V. AND AZEVEDO, S. M. F. O. (2003), Limnological features in Tapacurá reservoir (northeastern Brazil) during a severe drought. **Hydrobiologia**, **493**, 115-130.

CÂMARA, F.R.A., LIMA, A.K.A., ROCHA, O., CHELLAPPA, N.T., 2009. The role of nutriente dynamics on the phytoplankton biomass (chlorophyll-a) of a reservoir-channel continuum in a semi-arid tropical region. **Acta Limnol. Bras.** 21, 431e439.

CARMICHAEL W.W. 1994. The toxins of cyanobacteria. **Scientific American** 270(1):78-86.

CHELLAPPA, S.; BUENO, R. M. X.; CHELLAPPA, T.; NAITHIRITHI T. CHELLAPPA; VAI, V. M. F. A. Reproductive seasonality of the fish fauna and limnoecology of semi-arid Brazilian reservoirs. **Limnologica** 39 (2009) 325–329.

DAI, A., 2010. Drought under global warming: a review. **Clim. Change** 2, 45–65, <http://dx.doi.org/10.1002/wcc.81>.

DÖLL, P., FIEDLER, K., ZHANG, J., 2009. Global-scale analysis of river flow alterations due to water withdrawals and reservoirs. **Hydrol. Earth Syst. Sci.** 13, 2413–2432.

ELLIOTT, J. A., 2012. The seasonal sensitivity of cyanobacteria and other phytoplankton to changes in flushing rate and water temperature. **Global Change Biology** 16: 864–876.

Empresa de pesquisa agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, monitoramento pluviométrico [on line], acessado em fevereiro de 2015, <http://186.250.20.84/monitoramento/monitoramento.php>.

FALCONER I.R. 1999. An overview of problem caused by toxic blue-green algae (Cyanobacteria) in drinking and recreational water. **Environ. Toxicol.** 14:5-12

HEIN, L., METZGER, M.J., LEEMANS, R., 2009. The local impacts of climate change in the Ferlo, Western Sahel. **Clim. Change** 93, 465–483.

HENRY-SILVA, G.G.; SANTOS, R.V.; MOURA, R.S.T.; BUENO, N.C. 2013 Primeiro registro de *Chara indica* e *Chara zeylanica* (Charophyceae, Charales, Characeae) em reservatórios do semiárido do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biotemas**, 26(3): 243-248.

HERRERA-PANTOJA, M., HISCOCK, K.M., 2015. **Projected impacts of climate change on water availability indicators in a semi-arid region of central Mexico**

HOWAT, I.M., JOUGHIN, I., SCAMBOS, T.A., 2007. Rapid changes in ice discharge from Greenland outlet glaciers. **Science** 315, 1559–1561

IPCC, 2014. Summary for policymakers. In Field, CB, VR Barros, DJ Dokken, KJ Mach, MD Mastrandrea, TE Bilir, M. Chatterjee, KL Ebi, YO Estrada, RC Genova, B. Girma, ES Kissel, AN Levy, S. MacCracken, PR Mastrandrea & LL White (eds), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. **Cambridge University Press, Cambridge: 1–32.**

IPCC, 2013. *Climate change 2013: the physical science basis*. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (Eds.), *Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, **Cambridge, United Kingdom and New York, USA**, p. 1535 pp

IPCC, 2007. In Parry, M. L., O. F. Canzian, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden & C. E. Hanson (eds), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. **Cambridge University Press, Cambridge.** Howat et al., 2007

JEPPESSEN, E.; BRUCET, S.; NASELLIFLORES, L.; PAPASTERGIADOU, E.; STEFANIDIS, K.; NÖGES, T.; NÖGES, P.; ATTAYDE, J. L.; ZOHARY, T.; COPPENS, J.; BUCAK, T.; MENEZES R. F.; FREITAS, F. R. S.; KERNAN, M.; SØNDERGAARD, M.;

BEKLIOĞLU, M. Ecological impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in water level and related changes in salinity. **Hydrobiologia** (2015) 750:201–227

JOCHIMSEN, E. M., CARMICHAEL, W. W., AN, J., CARDO, D. M., COOKSON S. T., HOLMES, C. M. D., ANTUNES, M. B. D., DE MELO, D. A., LYRA, T. M., BARRETO, V. S. T., AZEVEDO S. M. F. O. & JARVIS, W. R., 1998, Liver failure and death after exposure to microcystins at a hemodialyses center in Brazil. **New England Journal of Medicine**, 338(13): 873-878.

KHARRAZ, E.L.J., EL-SADEK, A., GHAF FOUR, N., MINO, E., 2012. Water scarcity and drought in WANA countries. **Procedia Eng.** 33, 14–29.

KIEM, A.S., AUSTIN, E.K., 2013. On the disconnect between science and end-users as a barrier to climate change adaptation. **Climate Research**

KUSANGAYA, S., WARBURTON, M.L., VAN GARDEREN, E.A., JEWITT, G.P.W., 2014. Impacts of climate change on water resources in southern Africa: a review. **Phys. Chem. Earth** 67, 47–54.

MARENGO, J.A.; JONES, R.; ALVESA, L.M. e VALVERDEA, M.C. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. **International Journal of Climatology** 29: 2241–2255. 2009.

MEARNS, R., NORTON, A. (Eds.), 2010. Social Dimensions of Climate Change: Equity and Vulnerability in a Warming World. **World Bank**, Washington, DC

MENDOZA, V.M., 2005. Historical droughts in Central Mexico and their relation with El Niño. *J. Appl. Meteorol.* 44, 709–716.

MISHRA, A.K., SINGH, V.P., 2010. A review of drought concepts. **J. Hydrol.** 391, 202–216.

MOSS, B., S. KOSTEN, M. MEERHOFF, RW BATTARBEE, E. JEPPESEN, N. MAZZEO, K. HAVENS, G. LACEROT, Z. LIU, L. DE MEESTER, H. PAERL & M. SCHEFFER. Allied attack: climate change and eutrophication. **Inland Waters** 1: 101–105. 2011.

MOURA, N.A., NASCIMENTO, E.C., DANTAS, E.W. Temporal and spatial dynamics of phytoplankton near farm fish in eutrophic reservoir in Pernambuco. **Braz. Rev. Biol. Trop.** 60, 581-597, 2012.

MOURA, R. S. T.; SANTOS, R. V.; LOPES, Y. V. A.; HENRY-SILVA, G. G. Parâmetros morfométricos dos reservatórios de Santa Cruz e Umari, semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, 41(2): 355 – 363, 2015.

NASELLI-FLORES, L. e BARONE, R. Steady-state assemblages in a Mediterranean hypertrophic reservoir. The role of *Microcystis* ecomorphological variability in maintaining an apparent equilibrium. **Hydrobiologia** 502: 133–143, 2003.

OZEN, A., B. KARAPINAR, I. KUCUK, E. JEPPESEN e M. BEKLIÖG˘LU. Drought-induced changes in nutrient concentrations and retention in two shallow Mediterranean lakes subjected to different degrees of management. **Hydrobiologia** 646: 61–72, 2010.

PATZ, J.A., CAMPBELL-LENDRUM, D., HOLLOWAY, T., FOLEY, J.A. Impact of regional climate change on human health. **Nature** 438, 310–317, 2005.

ROMO, S. J.; SORIA, F. FERNANDEZ; Y. OUAHID E A. BARO˘N-SOLA. Water residence time and the dynamics of toxic cyanobacteria. **Freshwater Biology** 58: 513–522, 2012.

ROMO, S. J. SORIA, F. FERNANDEZ, Y. OUAHID & A. BARON-SOLA. Water residence time and the dynamics of toxic cyanobacteria, 2013.

SELBY, J., HOFFMANN, C., 2014. Beyond scarcity: rethinking water, climate change and conflict in the Sudans. **Global Environ. Change** 29, 360–370.

SMITH, A.B., KATZ, R.W., 2013. US billion-dollar weather and climate disasters: data sources, trends, accuracy and biases. **Nat. Hazards** 67, 387–410.

TEIXEIRA, MGLC, COSTA, MCN, CARVALHO, VLP, PEREIRA, MS & HAGE, E. Epidemia de gastroenterite na área da barragem de Itaparica, Bahia. **Bol. Sanit. Panam.** 114 (6):. 502-511, 1993.

VAN DER VELDE, M., TUBIELLO, F.N., VRIELING, A., BOURAOUI, F. Impacts of extreme weather on wheat and maize in France: evaluating regional crop simulations against observed data. *Clim. Change* 113, 751–765, 2012.

VAROL, M.; GÖKOT, B.; BEKLEYEN, A; ŞEN, B. Spatial and temporal variations in surface water quality of the dam reservoirs in the Tigris River basin, Turkey, *Catena* 92, 11–21, 2012.

VIDAL, T. F E NETO, J. C. Caracterização limnológica e influencia da precipitação em reservatórios de abastecimento publico da região metropolitana de Fortaleza/CE. X Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 10, n. 2, pp, 298-312, 2014.

WETZEL, R.G. **Limnology: lake and river ecosystems**. 3^a ed. San Diego: Academic, 2001.

WHO, Drought: Natural Disaster Profiles. World Health Organization, Geneva, 2012

WHO, UN-Water Global Annual Assessment of Sanitation and Drinking-Water: GLAAS 2010: Targeting Resources for Better Results. World Health Organization, Geneva, 2010.

YAN, H. Y.; ZHANG, X. R.; DONG, J. H.; SHANG, M. S.; SHAN, K.; WUA, D.; YUAN, Y.; WANG, X.; MENGA, H.; HUANG, Y.; WANG, G. Y. Spatial and temporal relation rule acquisition of eutrophication in Da'ning River based on rough set theory. *Ecological Indicators* 66 (2016) 180–189.

ZHANG, Q. Drought and its impacts. In: Chen, H. (Ed.), *China Climate Impact Assessment*. **China Meteorological Press**, Beijing, 2003.

ZOHARY, T., OSTROVSKY, I. Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lakes. *Inland Waters* 1, 47–59, 2011.