

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 22/02/2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - UNESP - BOTUCATU

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA - NÍVEL: MESTRADO

CIBELE DIOGO PAGLIARINI

DIETA, ASPECTOS METABÓLICOS E PARASITOLÓGICOS DE *Oreochromis niloticus*
CULTIVADOS E SILVESTRES, NO RESERVATÓRIO DE ILHA SOLTEIRA, RIO
GRANDE, SP

BOTUCATU – SP

Abril/2019

CIBELE DIOGO PAGLIARINI

Dieta, aspectos metabólicos e parasitológicos de *Oreochromis niloticus* cultivados e silvestres no reservatório de Ilha Solteira, Rio Grande, SP

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus de Botucatu, SP, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas – Área de concentração (Zoologia)

Orientador: Prof. Dr. Igor Paiva Ramos
Coorientadora: Profa. Dra. Cristiële da Silva Ribeiro

Botucatu – SP

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Pagliarini, Cibebe Diogo.

Dieta, aspectos metabólicos e parasitológicos de *Oreochromis niloticus* cultivados e silvestres, no reservatório de Ilha Solteira, rio Grande, SP / Cibebe Diogo Pagliarini. - Botucatu, 2019

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu
Orientador: Igor Paiva Ramos
Coorientador: Cristiéle da Silva Ribeiro
Capes: 20502001

1. Tilápia-do-Nilo. 2. Alimentos - Composição. 3. Parasitos.
4. Peixe - Criação. 5. Peixe - Metabolismo.

Palavras-chave: Composição alimentar; Parasitas; Piscicultura em tanques-rede; Tilápia do Nilo; Variáveis metabólicas.

DEDICATÓRIA

À minha família, pelo amor e incentivo!

Ao grupo PIRÁ por todo apoio e ajuda!

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase da minha vida. Por isso, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e da minha gratidão.

Assim, agradeço:

À *Deus* por me guiar, me entregar cada dia para que eu possa lutar e avançar no meu caminho. Por me dar forças e proporcionar tranquilidade e paz mesmo em momentos difíceis.

Aos meus pais *Maura e Luiz* e a minha irmã *Viviani*, que sempre me motivaram, incentivaram e entenderam minha ausência em muitos momentos. Agradeço em especial minha mãe que sempre apoiou minhas decisões, mesmo que não fossem do agrado dela. Mulher guerreira, batalhadora, desistiu de todos os seus sonhos para que eu e minha irmã pudéssemos realizar os nossos. Depois de anos, persistiu e conseguiu realizá-los. Mãezinha, fica aqui minha eterna admiração pela senhora!

Ao meu esposo Leandro (na esperança de que se torne até o final deste ano!) e parceiro de vida durante 10 longos anos e de muitos outros que virão. Meu muito obrigada pelo seu apoio, incentivo, admiração pelos meus estudos, pela paciência, por estar ao meu lado em momentos bons e ruins, ouvindo minhas lamentações e suportando meu estresse quando as coisas não saíam como planejado, mas sempre permaneceu firme e forte comigo. Sacrificou os seus planos para que eu pudesse alcançar os meus. Viajou muitos quilômetros, várias vezes ao mês mesmo cansado para poder estar comigo. Você é uma pessoa por quem sempre tive e terei muito respeito e carinho. Amo você!

Às Crianças da minha vida, sobrinhos e afilhados, *Júlia, Paulo Henrique, Luís Otávio e Heloísa*, peço desculpas pela minha ausência na vida de vocês, queria ter sido e estar mais presente nesta fase tão gostosa e ingênua das suas vidas, mas a distância e os afazeres que surgiram, nos impossibilitaram viver muitos momentos. Mas quero que saibam que amo muito vocês.

Ao meu orientador, *Prof. Dr. Igor Paiva Ramos*, por todos esses anos de orientação, paciência, confiança, conhecimentos transmitidos e pelos seus conselhos, tanto profissionais como pessoais. Obrigada por me direcionar e avançar no meu lado científico, apesar de ter muito para aprender e melhorar, por me possibilitar a honra e experiência de trabalhar com você. Sou grata por me ajudar a tomar as decisões corretas e não me deixar desistir de oportunidades das quais com certeza eu iria me arrepender. Saiba que me espelharei sempre em

você e quem sabe no futuro eu consiga representar para alguém um pouco do que você representa para mim. Você é um exemplo a ser seguido!

À minha co-orientadora *Profa. Dra. Cristiéle da Silva Ribeiro*, que constantemente esteve presente no desenvolvimento deste trabalho. Sempre disposta a ajudar, tanto com os métodos em laboratórios, como nos aconselhamentos sobre os desafios na vida. Cris, obrigada pelos seus conselhos, disponibilidade e paciência de me ensinar todas as vezes que foram necessárias. Obrigada por ter aceitado fazer parte de tudo isso.

À *Dra. Lidiane Franceschini* que contribuiu substancialmente com o desenvolvimento deste trabalho e muitas vezes mesmo sem ter tempo, se dispôs a me ajudar. Lidi, obrigada pelos ensinamentos, conselhos, paciência, por me incentivar e apoiar quando as oportunidades surgiram.

Aos Professores *Dr. João Paulo de Arruda Amorim* e a *Dra. Rosilene Luciana Delariva*, que mesmo a distância sempre colaborou consideravelmente para a realização deste trabalho. Obrigada por toda ajuda de vocês!

Ao *Prof. Titular. Juan Antônio Balbuena Díaz-Pínez*, pelo acolhimento em seu Laboratório, por sua paciência em me ensinar a utilizar os programas estatísticos e por toda ajuda com as análises estatísticas deste trabalho. Serei eternamente grata por sua recepção mesmo com tantos afazeres e tenha certeza de que foi uma experiência inesquecível e de muito aprendizado.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia de Peixes (*PIRÁ*), em especial àqueles que se tornaram amigos: Aymar, Bruno, José e Letícia. *Aymar* obrigada pela parceria nas coletas (“mesmo quando você dormia com o peixe na mão”), além do auxílio nas análises estatísticas. *Bruno*, agradeço por toda sua ajuda em laboratório, pela amizade e companheirismo nas nossas tentativas de caminhadas nos finais de semana. *Zé*, parceiro de longa data, obrigada por sua amizade e disposição para me ajudar sempre que precisei, especialmente durante as coletas e análises em laboratório (“só para de ficar publicando a minha foto com o peixe”). *Lê*, obrigada pelo companheirismo nas coletas, parceria em laboratório e por todas as vezes que precisei de ajuda quando estava com a saúde debilitada. À *vocês quatro*, agradeço ainda as conversas no laboratório (“mesmo aquelas nada científicas”), mas que nos fizeram rir bastante. Desejo a vocês toda sorte do mundo!

À *Andreza*, irmã que a UNESP me concedeu, parceira desde o início da graduação, anos de amizade e companheirismo. Compartilhamos durante todos esses anos muitas alegrias e tristezas, ganhos e perdas. Sou muito grata por tudo que fez por mim, principalmente por se

deslocar até Ilha Solteira sem poder, todas às vezes que precisei de ajuda. Obrigada por seus conselhos, por noites acordada comigo quando eu não estava bem. Sei que não há nada com que possa recompensar essa nossa amizade, nem tudo o que fez e representa para mim, apenas digo que você ocupa um lugar especial em minha vida e que sempre estarei na torcida por você. Te desejo tudo de melhor neste mundo!

Ao proprietário da Piscicultura Puro Peixe, *Michael Kengo Itagaki*, pela parceria e autorização das coletas, tornando possível a realização deste estudo.

Agradeço à concessão de bolsa de mestrado, Processo nº 2016/23468-6, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), bem como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Agradeço também pela concessão de Bolsa de Estágio de Pesquisa no Exterior (BEPE) para realização de estágio na Universidade de Valência-Espanha, Processo nº 2018/08164-6, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Aos pesquisadores da banca examinadora da qualificação e defesa *Dr. João Henrique Pinheiro Dias* e *Dra. Aline Cristina Zago* e *Dra. Renata Guimarães Moreira Whitton*, por terem aceitado compor a banca, além da atenção dispendida e contribuições dedicadas ao trabalho.

À *UNESP* (Universidade Estadual Paulista), campus de *Botucatu-SP*, pelo vínculo da Pós-graduação, bem como a *UNESP de Ilha Solteira-SP* e o *DBZ* (Departamento de Biologia e Zootecnia), juntamente com a *direção, administração e funcionários* por possibilitarem o desenvolvimento do projeto e todas as experiências vivenciadas nesses anos.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização de mais uma etapa e que não foram citados individualmente, peço desculpas mais uma vez. Saibam que serei eternamente grata à Deus, por vocês terem feito parte da minha vida.

Fica aqui meus eternos agradecimentos!

SUMÁRIO

	Resumo	8
1	Introdução.	9
	Aspectos gerais sobre <i>Oreochromis niloticus</i>	10
	Espécies não-nativas.	11
	Importância dos estudos sobre dieta.....	13
	Importância dos estudos sobre metabolismo.....	14
	Importância dos estudos sobre parasitologia.....	16
2.	Objetivo geral.	18
	Objetivos específicos.....	18
3.	Hipóteses.....	19
4.	Apresentação da dissertação	20
5.	Material e métodos.....	21
	Área de estudo	21
	Coleta do material biológico.	21
	Procedimentos laboratoriais.	23
	Dieta.	23
	Metabolismo.....	24
	Parasitologia.	25
	Análise dos dados.....	26
	Dieta.	26
	Metabolismo.....	28
	Parasitologia.	29
6.	Resultados e discussão.....	32
7.	Considerações finais.	79
8.	Agradecimentos.	80
9.	Referências bibliográficas.....	81
	Anexo	

RESUMO

Oreochromis niloticus é uma espécie de peixe não-nativa invasora no Brasil, e atualmente, a mais produzida e consumida no país. Contudo, os efeitos/influências ambientais deste sistema de cultivo ainda não estão satisfatoriamente elucidados. Além disso, os escapes são problemas recorrentes nas estações de criação. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a composição da dieta, fatores metabólicos musculares e aspectos parasitológicos de *O. niloticus* silvestres e cultivados, além de avaliar a sobreposição de nicho trófico desta espécie com a ictiofauna silvestres que habita o entorno dos tanques-rede em uma piscicultura no reservatório de Ilha Solteira, rio Grande, SP. Realizou-se duas coletas de *O. niloticus* e de outras 17 espécies silvestres, uma no mês de janeiro e outra em julho de 2017. Os espécimes foram eutanasiados, medidos (cm) e pesados (g). Em campo, realizou-se raspagem da pele de *O. niloticus* com lâminas histológicas para avaliar a presença de ectoparasitas. Todos os peixes foram necropsiados para retirada dos estômagos, fixados e analisados posteriormente. Apenas dos exemplares de *O. niloticus* foram retiradas amostras de tecido muscular para análises metabólicas e os demais órgãos para avaliação de endoparasitas. A carcaça foi filetada e o tecido muscular foi analisado em mesa de luz para inspeção macroscópica de parasitas encistados. Para todas as análises estatísticas foram consideradas a variação espaço/temporal [espaço (local) = exemplares oriundos dos tanques de cultivo e ambiente natural; temporal (estação) = seca e chuvosa]. A composição alimentar apresentou diferenças significativas quanto ao local e período de coleta. *Oreochromis niloticus* apresentou dieta ampla, variada e com alta dissimilaridade considerando o local, sendo a ração, o item com maior contribuição para tais diferenças. Sobreposições tróficas altas entre *O. niloticus* silvestres e outras espécies de peixes, inclusive nativas, foram observadas, demonstrando possível competição por recursos alimentares. Diferenças também foram encontradas para algumas variáveis metabólicas, porém, a maioria das concentrações foram semelhantes entre exemplares silvestres e cultivados, demonstrando a influência da piscicultura sob a estrutura trófica da ictiofauna, em especial, para espécies oportunistas e generalistas. Além disso, os peixes analisados apresentaram 11 táxons de parasitas, sendo que *Enterogyrus* spp., fases larvais de digenéticos e hirudíneos da família Glossiphoniidae ocorreram exclusivamente em espécimes de *O. niloticus* silvestres. Houve diferença estatística quanto à composição da comunidade parasitária, sendo a comunidade de *O. niloticus* silvestres mais diversa. Observou-se a associação epibiótica entre *Dolops carvalhoi* e *Epistylis* sp., sendo este o primeiro relato de epibiose entre essas espécies, as quais foram encontradas parasitando *O. niloticus* cultivados e silvestres no presente estudo. *Oreochromis niloticus* silvestres tendem a permanecer próximas aos tanques de cultivo, aproveitando-se de restos de ração, facilitando trocas e transmissões de parasitas. Ainda, a semelhança de concentração de substratos metabólicos dos filés dos espécimes avaliados evidencia a grande perda de ração para o ambiente, que em excesso, pode causar problemas ambientais, bem como favorecer a reprodução de algumas espécies de parasitas. Assim, o estudo dispõe de informações acerca da ecologia trófica de várias espécies, dados sobre metabolismo muscular da espécie mais cultivada e consumida no país, relação hospedeiro-parasita-ambiente, dispersão de agentes etiológicos e epidemiologia na aquicultura, que podem contribuir para um melhor ordenamento da atividade aquícola nacional.

Palavras-chaves: Tilápia do Nilo, Composição alimentar, Variáveis metabólicas, Parasitas, Piscicultura em tanques-rede

1. Introdução

A aquicultura é a técnica destinada ao cultivo, normalmente em espaço restrito e controlado, de organismos aquáticos como: peixes, crustáceos, moluscos, algas, répteis e qualquer outra forma de vida aquática de interesse econômico produtivo (SCHULTE; VIEIRA, 2017). Essa atividade vem ganhando destaque devido ao aumento da população e consequente demanda por alimentos (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO, 2016).

Dentro da aquicultura, a prática destinada à criação de peixes é conhecida como piscicultura. No Brasil, em termos históricos, a piscicultura é bem antiga, cujo início se deu pelos primeiros colonizadores holandeses, no estado de Pernambuco (SANTOS, 2009). Em águas continentais, os modelos de piscicultura praticados são: o de tanques escavados e tanques-rede (AYROZA; FURLANETO; AYROZA, 2006). O modelo de tanques-rede é classificado como atividade de cultivo intensivo, considerando o grau de tecnologia empregado (TEIXEIRA et al., 2009). Nesse sistema, os tanques podem ter diversas formas e tamanhos, produzidos com redes ou telas metálicas que permitem a livre circulação da água (TEIXEIRA et al., 2009), cuja finalidade é o confinamento de alta densidade de peixes, proporcionando-lhes condições de crescimento, proteção de predadores e competidores e disponibilidade de alimento (EDWARDS, 2015; SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

O Brasil apresenta uma posição de destaque na aquicultura mundial, com condições naturais favoráveis à expansão e desenvolvimento aquícola e pesqueiro (SANTOS, 2009; VICENTE; ELIAS; ALVES, 2014). Desde a década de 1990 vem sendo observado no país um crescente interesse pelas atividades de aquicultura (CECCARELLI; SENHORINI; VOLPATO, 2000), sendo seu desenvolvimento atualmente um fato, segundo os dados publicados pela Associação Brasileira da Piscicultura (PEIXEBR, 2018). De acordo com a PEIXEBR (2018), o Brasil é o 4º produtor mundial de tilápias, com uma produção de 357.639 toneladas, em 2017, representando 51,7% da produção total da piscicultura nacional. Ainda, segundo o relatório da FAO (2016), há estimativas de que o Brasil possa registrar um crescimento de 104% na produção da pesca e aquicultura até 2025.

A região Sudeste, por sua vez, produziu um total de 115.300 ton de pescados, sendo que o estado de São Paulo foi responsável por mais da metade da produção em 2017 (69.500 ton totais de peixes, no qual 66.101 ton foram de tilápia) (PEIXEBR, 2018). Em 2016, o Oeste do estado de São Paulo foi responsável por 29.564,70 ton de peixes, incluindo a produção em viveiros escavados, tanques-rede e barramento, de acordo com a Coordenadoria de

Assistência Técnica Intergral (CATI) (2016). Segundo a CATI (2016), a produção de pescado em tanques-rede nessa região responde por cerca de 88,6% da produção de todo o estado, com a produção da tilápia correspondendo a 92,5% do total. Especificamente, o reservatório de Ilha Solteira, na região de Santa Fé do Sul, por possuir aproximadamente 80 pisciculturas em tanques-rede implementadas (*inf. pess.* CATI Santa Fé do Sul), destaca-se como o 5º polo produtor nacional (FILHO, 2016), apresentando condições favoráveis para avaliações das influências ambientais causadas por essa atividade aquícola.

Assim, tendo em vista o desenvolvimento das pisciculturas em tanques-rede nos últimos anos e sua previsão de crescimento, faz-se necessário uma melhor compreensão das reais influências ambientais deste sistema produtivo e suas magnitudes. O desenvolvimento de pesquisas e consequente produção de informações podem contribuir para a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos e manutenção da produtividade desta atividade econômica, uma vez que a falta de controle e práticas inadequadas podem causar inúmeras ameaças (BARRET et al., 2018), tais como:

- poluição de mananciais (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007);
- disseminação de doenças (SCIENCE FOR ENVIRONMENT POLICY, 2015);
- infecções parasitárias e bacteriológicas (ZAGO et al., 2014; DIAS et al., 2015; MARCUSO et al., 2015; LEÃO et al., 2017);
- introdução de espécies (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; ZANATTA et al., 2010; LIMA et al., 2018);
- interferências na biologia e dinâmica populacional de organismos aquáticos (BRANDÃO et al., 2012; RAMOS et al., 2013; ORTEGA et al., 2015; NOBILE et al., 2018);
- modificações na estrutura trófica da ictiofauna (RAMOS; VIDOTTO-MAGNONI; CARVALHO, 2008; RAMOS et al., 2013; KLIEMANN et al., 2018);
- além das influências sobre variáveis limnológicas e físico-químicas da água e sedimentação (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; NABIRYE et al., 2016; TOMASSETI et al., 2016).

7. Considerações Finais

As análises de dieta apresentaram diferenças entre exemplares de *O. niloticus*, sendo o local e a sazonalidade, fatores que influenciaram as preferências alimentares. As análises estomacais confirmaram o hábito alimentar onívoro dessa espécie, além da sua característica oportunista, com aproveitamento de recursos que variam de acordo com sua disponibilidade. Outras espécies de peixes também apresentaram ração na sua composição alimentar, contudo, apenas três espécies mostraram maior espectro alimentar, incluindo ração e detrito em altas quantidades. Tais itens foram os responsáveis pela sobreposição de nicho trófico alto entre *O. niloticus* e outras espécies silvestres. *Oreochromis niloticus* demonstrou ser uma potencial espécie competidora por recursos alimentares, inclusive com espécies nativas, ressaltando-se ainda a forte influência que a piscicultura exerce na alteração alimentar e na relação entre as espécies.

As análises metabólicas trouxeram informações acerca da qualidade dos filés de *O. niloticus*, porém poucas diferenças foram observadas entre os indivíduos cultivados e silvestres, evidenciado pelo alto consumo de ração. Contudo, leva-se em consideração que a espécie apresentou grande variedade de ácidos graxos, presente até mesmo nos peixes cultivados. Tal fato pode ter ocorrido devido à sua complementação alimentar com itens naturais, ressaltando a importância do incremento desses itens nas pisciculturas. Salienta-se ainda, que a influência sazonal e local sobre a alimentação desses peixes, alterou algumas variáveis metabólicas.

As análises parasitológicas apresentaram informações acerca da diversidade de parasitas nas áreas de estudos e possíveis infecções e infestações dos peixes, as quais influenciadas, possivelmente, pelo local onde se encontram e o forrageamento. Houve também o primeiro relato de associação epibiônica entre *D. carvalhoi* e *Epistylis* sp., ambos encontrados parasitando *O. niloticus* silvestres e cultivados. Além de dispor de dados sobre a sanidade da carne dessa espécie, especialmente indivíduos oriundos da piscicultura.

Em suma, este estudo contribui com informações sobre a ecologia trófica de algumas espécies de peixes, em especial de *O. niloticus* e como a dieta e forrageamento pode influenciar no metabolismo e parasitologia desses indivíduos. Traz conhecimentos acerca da interação entre espécies de peixes e sobreposição de nicho trófico. Contribui com aspectos sobre qualidade da carne em termos nutricionais e parasitológicos, auxiliando para uma maior segurança alimentar. Dispõem de dados sobre interação parasita-hospedeiro, dispersão de agentes etiológicos e epidemiologia na aquicultura. Ainda pode cooperar com enriquecimento literário, aperfeiçoamento de técnicas e manejos de produções, melhoramento da sustentabilidade ambiental nesses sistemas, bem como maior retorno econômico aos produtores.

9. Referências bibliográficas

- ABDULKARIM, B.; BWATHONDI, P. O. J.; BENNO, B. L. Seasonal variations in the proximate composition of five economically important fish species from lake Victoria and lake Tanganyika, Tanzania. **Bayero Journal of Pure and Applied Sciences**, v. 9, p. 11 – 18, 2016.
- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- ABELHA, M. C. F.; GOULART, E.; KASHIWAQUI, E. A. L.; SILVA, M. R. 2006. *Astyanax paranae* Eigenmann, 1914 (Characiformes: Characidae) in the Alagados, Reservoir, Paraná, Brazil: diet composition and variaton. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, p. 349-356, 2006.
- ADITE, A.; WINEMILLER, K. O.; FIOGBE, E. D. Ontogenetic, seasonal, and spatial variation in the diet of *Heterotis niloticus* (Osteoglossiformes: Osteoglossidae) in the So River and Lake Hlan, Benin, West Africa. **Environmental of Biology Fishes**, v.73, p. 367-378, 2005.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá, Eduem, 501p., 2007.
- AHLBECK, I.; HANSSON, S.; HJERNE, O. Evaluating fish diet analysis methods by individual-based modelling. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 69, p. 1184-1201, 2012.
- AIURA, F. S.; CARVALHO, M. R. B. Composição em ácidos graxos e rendimento de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada com dietas contendo tanino. **Revista portuguesa de ciências veterinárias**, v. 99, p. 93-98, 2004.
- ALVEZ, G. F. O. **Produção de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema com bioflocos: efeito do momento de transferência dos alevinos para o sistema**. 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 57 p., 2013.
- ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v.26, p.32-46, 2001.
- ANDERSON, M. J. **PERMDISP: a FORTRAN computer program for permutational analysis of multivariate dispersions (for any two-factor ANOVA design) using permutation tests**. Department of Statistics, University of Auckland, 2004.
- ANDERSON, M. J. Distance based tests for homogeneity of multivariate dispersions. **Biometrics**, v.62, p.245-253, 2006.
- ANTHONY, O.; RICHARD, J.; LUCKY, E. Biochemical composition of five fish species (*C. laticeps*; *D. rostratus*; *S. schall*; *S. mystus* and *H. bebe*) from river Niger in Edo State, Nigéria. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 4, p. 507-512, 2016.
- ARTS, M. T., BRETT, M. T., KAINZ, M. **Lipids in aquatic ecosystems**. Springer Science and Business Media. 394 p, 2009.

ASSEFA, W. W.; GETAHUM, A. The food and feeding ecology of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in Lake Hayq, Ethiopia. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 2, p. 176-185, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. PEIXE BR. **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2018**. São Paulo: Peixe Br, 71 p., 2018.

ATTAYDE, J. L.; OKUN, N.; BRASIL, J.; MENEZES, R.; MESQUITA, P. Impactos da introdução da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), sobre a estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos do bioma caatinga. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, p. 450-461, 2007.

AYISI, C. L.; ZHAO, J.; RUPIA, E. J. Growth performance, feed utilization, body and fatty acid composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing elevated levels of palm oil. **Aquaculture and Fisheries**, v. 2, p. 67-77, 2017.

AYROZA, D. M. M. R.; FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, L. M. S. Regularização dos projetos de tanques-rede em águas públicas continentais de domínio da União no Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, São Paulo, n. 36, 36 p., 2006.

BAGGIO, R. A. **Avaliação do status quo da tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* no reservatório de itaipu e na bacia do rio Uruguai**. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 99 p., 2012.

BAO, J. W.; QIANG, J.; TAO, Y. F.; LI, H. X.; HE, J.; XU, P.; CHEN, D. J. Responses of blood biochemistry, fatty acid composition and expression of microRNAs to heat stress in genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Thermal Biology**, 73, 91-97, 2018.

BENNEMANN, S. T.; CAPRA, L. G.; GALVES, W.; SHIBATTA, O. A. Dinâmica trófica de *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, Sciaenidae) em trechos de influência da represa Capivara (rios Paranapanema e Tibagi). **Ilheringia Serie Zoologia**, Porto Alegre, v. 96, n. 1, p. 115-119, 2006.

BEYRUTH, Z.; PINTO, C. S. R. M.; FUSCO, S. M.; FARIA, F. C.; SILVA, A. L. Utilização de alimentos naturais por *Oreochromis niloticus* em tanques de terra com arraçoamento. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 30, n. 1, p. 9-24, 2004.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, R. M. T. **Algas de águas continentais brasileiras chave ilustrada para identificação de gêneros**. São Paulo: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências, 227p., 1970.

BIDINOTTO, P. M.; MORAES, G.; SOUZA, R. H. S. Hepatic glycogen and glucose in eight tropical fresh water teleost fish: a procedure for field determinations of micro samples. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 10, p. 53-60, 1997.

BITTENCOURT, L. S.; PINHEIRO, D. A.; CÁRDENAS, M. Q.; FERNANDES, B. M.; AVARESDIAS, M. Parasites of native Cichlidae populations and invasive *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in tributary of Amazonas River (Brazil). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 23, p. 44-54, 2014.

BLACKBURN, T. M.; PYSEK, P.; BACHER, S.; CARLTON, J. T.; DUNCAN, R. P.; JAROSÍK, V.; WILSON, J. R. U.; RICHARDSON, D. M. A proposed unified framework for biological invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, n. 7, p. 333-339, 2011.

BRANDÃO, H.; LOBÓN-CERVIÁ, J.; RAMOS, I. P.; SOUTO, A. C.; NOBILE, A. B.; ZICA, E. O. P.; CARVALHO, E. D. Influence of a cage farming on the population of the fish species *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) in the Chavantes reservoir, Paranapanema River SP/PR, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, p. 438-448, 2012.

BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J. M.; SHOSTAK A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis revisited. **The Journal of Parasitology**, v. 83, p. 575-583, 1997.

CARVALHO, E. D.; SILVA, R. J.; RAMOS, I. P.; PAES, J. V. K.; ZANATTA, A. S.; BRANDÃO, H.; ZICA, E. O. P.; NOBILE, A. B.; ACOSTA, A. A.; DAVID, G.S. **Ecological Features of Large Neotropical Reservoirs and Its Relation to Health of Cage Reared Fish**. Cap 14, p. 361 – 382. In: CARVALHO, E. D. (Ed). Health and Environment in Aquaculture. InTech, 414 p., 2012.

CAMPOS, D. W. J. **Interferências de sistemas de pisciculturas em tanques-rede sobre aspectos populacionais e parasitológicos de *Pimelodus cf. platycirris* borodin, 1927, (Siluriformes, Pimelodidae) no reservatório de Ilha Solteira, rio Grande, SP**. 38 f. Monografia (Obtenção do título de Zootecnista) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista. 38 p., 2017.

CECCARELLI, P.; SENHORINI, J. A.; VOLPATO, G. **Dicas em piscicultura: perguntas e respostas**. Botucatu: Santana Gráfica. 247 p., 2000.

CHRISTIE, W. W. **Lipids analysis**. The Oily Press, Bridgwater, 2003.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. **PRIMER v6: User Manual/Tutorial**. United Kingdom: Plymouth, 2006, 115p.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP. Disponível em <<http://www.cesp.br>> Acesso em: 17 nov. 2011.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. Diagnóstico da piscicultura no oeste do estado de São Paulo. Documento técnico 122 da CATI, 2016.

COSTA, S. A. G. L.; PERETTI, D.; PINTO-JUNIOR, J. E. M.; FERNANDES, M. A.; GURGEL-JUNIOR, A. M. Espectro alimentar e variação sazonal da dieta de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Sciaenidae) na lagoa do Piató, Assu, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 31, p. 285-292, 2009.

CUCHEROUSSET, J.; OLDEN, J. D. Ecological Impacts of Nonnative Freshwater Fishes. **Fisheries**, v. 36, p. 215-230, 2011.

DANZIGER, A. **Chegou o frio, e agora? Impacto do frio sobre os peixes**. Colpani piscicultura, 2012. Disponível em: <http://www.grupoaguasclaras.com.br/chevou-o-frio-e-agora-impacto-do-frio-sobre-os-peixes>. Acesso em: 02 mai. 2018.

DAVIS, M. A. Invasion Biology. **Oxford University Press**, 244 p, 2009.

DAVID, G. S. A; CARVALHO, E. D.; NOVAES, J. L. C.; BIONDI, G. F. Tilápia do Tietê: Desafios e contradições da pesca artesanal de tilápias nos reservatórios hipereutróficos do médio rio Tietê. **Panorama Aquícola**, v. 16, p. 24-27, 2006.

DESVILETTES, C.; BEC, A. **Formation and transfer of fatty acids in aquatic microbial food webs: role of heterotrophic protists**. Chapter 2, 25-42, 2009. In: M.T. Arts et al. (eds.), Lipids in Aquatic Ecosystems, Springer, New York, 380p. 2009.

DIANA, J. S.; DETTWEILER, D. J.; LIN, C. K. Effect of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on the ecosystem of aquaculture ponds, and its significance to the trophic cascade hypothesis. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 48, p. 183-190, 1991.

DIAS, A. C. M. I.; BRANCO, C. W. C.; LOPES, V. G. Estudo da dieta natural de peixes no reservatório de Ribeirão das Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 355-364, 2005.

DIAS, M. K. R.; NEVES, L. R.; MARINHO, R. G. B.; PINHEIRO, D. A.; TAVARES-DIAS, M. Parasitismo em tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomus*, Characidae) cultivados na Amazônia, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 45, n. 2, p. 231-238, 2015.

DRENNER, R. W.; SMITH, J. D.; THRELKELD, S. T. Lake trophic state and the limnological effects of omnivorous fish. **Hydrobiologia**, v. 319, p. 213-223, 1996.

DRUZIAN, J. I.; MACHADO, B. A. S.; SOUZA, C. O.; FRAGA, L. M.; DURAN, V. A. A.; BURGHGRAVE, U. S.; BASTOS, B. L.; ALBINATI, R. C. B.; GUIMARÃES, J. E. Influência da dieta suplementada com óleo de soja na composição centesimal e perfil lipídico de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, p. 85-92, 2012.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**. v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

EDWARDS, P. Aquaculture environment interactions: Past, present and likely future trends. **Aquaculture**, v. 447, p. 2-14, 2015.

EIRAS, J. C., TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. 2ª ed. Maringá: Eduem, 199 p., 2006.

EIRAS J. C, TAKEMOTO R. M, PAVANELLI G. C, LUQUE J. L. Checklist of Protozoan parasites of fishes from Brazil. **Zootaxa**, v. 3221, n. 3221, p. 1-25, 2012.

EIRAS, J. C. Ciliophora. In: PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS, J. C. (Org.) **Parasitologia de Peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Eduem, p.234-44, 2013.

EL-SAYED, A.; A, F. M.; EL-GHOBASHY, A.; AL-AMOUNDI, M. Effects of pond depth and water temperature on the growth, mortality and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture Research**, v. 27, p. 681-687, 1996.

ESTEVEES, K. E.; ARANHA, J. M. R. Ecologia trófica de peixes de riachos. In: Caramaschi, E. P; Mazzoni, R.; Peres-Neto, P. R. (eds.). **Ecologia de Peixes de Riachos**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, p.157-182, 1999.

FARIA, R. H. S'A.; MORAIS, M.; SORANNA, M. R. G. S.; SALLUM, W. B. **Manual de criação de peixes em viveiros**. Brasília: Codevasf, 136 p., 2014.

FILHO, J. C. Conheça os números da produção aquícola de 2015. **Revista Panorama da Aquicultura**, 2016.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-503, 1957.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. 226 p., 2016.

FOX, J.; VALAT, M. B.; ANDRONIC, L.; ASH, M.; BOYE, T.; CALZA, S.; CHANG, A.; GROSJEAN, P.; HEIBERG, R.; POUR, K. K.; KERNS, G.J.; LANCELOT, R.; LESNOFF, M. **R Commander, Package 'Rcmdr'**, 2018. Disponível em: <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/>. Acesso em: 22 nov 2018.

FRINGS, C. S.; FENDLY, T. W. Improves determination of total lipids by the sulpho-phospho-vanilin reaction. **Clinical Chemistry**. v.18, p. 673-674, 1972.

FURUYA, W. M. **Tabelas Brasileiras para a nutrição de Tilápias**. Toledo: GFM, 100 p., 2010.

GARCIA, F.; ROMERA, D. M.; GOZI, K. S.; ONAKA, E. M.; FONSECA, F. S.; SCHALCH, S. H. C.; GUERRA, L. O. M.; CARMO, F. J.; CARNEIRO, D.J.; MARTINS, M. I. E. G.; PORTELLA, M. C. Stocking density of Nile tilapia in cages placed in a hydroelectric reservoir. **Aquaculture**, 23 p., 2013.

GARCIA, F.; ROMERA, D. M.; SOUSA, N. S.; RAMOS, I. P.; ONAKA, E. M. The potential of periphyton-based cage culture of Nile tilapia in a Brazilian reservoir. **Aquaculture**, 27 p., 2016.

GARCIA, F.; SABBAG, O. J.; KIMPARA, J. M.; ROMERA, D. M.; SOUSA, N. S.; ONAKA, E. M.; RAMOS, I. P. Periphyton-based cage culture of Nile tilapia: an interesting model for small-scale farming. **Aquaculture**, 22 p., 2017.

GETACHEW, T.; FERNANDO, C. H. The food habitats of na herbivorous fish (*Oreochromis niloticus* Linn.) in Lake Awasa, Ethiopia. **Hydrobiologia**, v. 174, p. 195-200, 1989.

GETACHEW, T. The composition and nutritional status of the diet of *Oreochromis niloticus* in Lake Chamo, Ethiopia. **Journal of Fish Biology**, v.42, p. 865-874, 1993.

GLADYSHEV, M. I.; SUSHCHIK, N. N.; KALACHOVA, G. S.; MAKHUTOVA, O. N. Stable Isotope Composition of fatty acids in organisms of different trophic levels in the yenisei river. **Plos one**, v. 7, p. e34059, 2012.

GOTELLI, N. J.; ENTSMINGER, G. L. **EcoSim: null models software for ecology**. Version 7. Acquired Intelligence and Kesey-Bear. Jericho, Vermont, USA, 2006.

GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. **Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes**. Maringá: Editora da UEM, 260 p., 2007.

GRAIG, S.; HELFRICH, L. A. Understanding fish nutrition feeds, and feeding. **Virginia Cooperative Extension**, v.63.256-270, 2002

GROSSMAN, G. D. Food resources partitioning in a rocky intertidal fish assemblage. **Journal of Zoology**, v. 1, p.317-355, 1986.

HAHN, N. S.; FUGI, R., Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento. **Oecologia brasiliensis**, v.11, p.469-480, 2007.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RIAN, P. D. Past: **Palaeontological statistics software package for education and data analysis**. Version. 1.37, 2005.

HANLEY, F. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 93, 323-324, 1991.

HARA, H.; MIYAUCHI, Y.; TAHARA, S.; YAMASHITA, H. Human laryngitis caused by *Clinostomum complanatum*. **Nagoya Journal of Medical Science**, v. 76, p. 81–185, 2014.

HELLAWELL, J. M.; ABEL, R. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 3, p. 29-37, 1971.

HENDERSON, R. J.; TOCHER, D. R. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. **Prog. Lipid Research**, v. 26, p. 281-347, 1987.

HERATH, S. S.; HAGA, Y.; SATOH, S. Effects of long-term feeding of corn co-product-based diets on growth, fillet color, and fatty acid and amino acid composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 464, p. 205–212, 2016.

HERNANDEZ, F. B. T.; ZOCOLER, J. L. (Coordenadores). **Dados Climáticos: dados diários**. Laboratório de Hidráulica e Irrigação. Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos. Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Câmpus de Ilha Solteira, SP. Plataforma disponível em: <http://clima.feis.unesp.br/>. Acesso em: 06 set 2018.

HIGUCHI, L. H.; FEIDEN, A.; MATSUSHITA, M.; SANTAROSA, M.; ZANQUI, A. N.; BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W. R. Quantificação de ácidos graxos de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com diferentes fontes de óleos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 1913-1924, 2013.

HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**, v. 17, p. 411-429, 1980.

IVERSON, S. J. **Tracing aquatic food webs using fatty acids: from qualitative indicators to quantitative determination**. Chapter 12, 281-307, 2009. In: M.T. Arts et al. (eds.), *Lipids in Aquatic Ecosystems*, Springer, New York, 380p. 2009.

JERÔNIMO, G. T.; SPECK, G. M.; CECHINEL, M. M.; GONÇALVES, E. L. T.; MARTINS, M. L. Seasonal variation on the ectoparasitic communities of Nile tilapia cultured in three regions in southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 2v. 71, p. 365-73, 2011.

JONGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, C.J.F.; VAN TONGEREN, O.F.R. **Data analysis in community and landscape ecology**. 2nd ed., Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1995.

KEANE, R.M.; CRAWLEY, M. J. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 17, n. 4, p. 164–170, 2002.

KITSON, G.; LARSEN, B. S.; MCEWEN, C. N. **Gas chromatography and mass spectrometry: a practical guide**. New York: Academic Press, 1996.

KLIEMANN, B. C. K.; DELARIVA, R. L.; AMORIM, J. P. A.; RIBEIRO, C. S.; SILVA, B.; SILVEIRA, R. V.; RAMOS, I. P. Dietary changes and histophysiological responses of a wild fish (*Geophagus cf. proximus*) under the influence of tilapia cage farm. *Fisheries Research*, v. 204, p. 337-347, 2018.

KLIEMANN, B. C. K. **Ictiofauna silvestre como bioindicadora de influências de uma piscicultura em tanques-rede: ecologia trófica e histofisiologia**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista. 93 p., 2018.

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. **Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas**. CEPAN: Instituto Hórus, Recife, 101 p., 2011.

LEÃO, M. S. L.; JUSTO, M. C. N.; BUENO, G. W.; COHEN, S. C.; SÃO CLEMENTE, S. C. Parasitism by Monogenoidea in *Piaractus mesopotamicus* (Characiformes, Characidae) cultivated in Paraná River (Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v. 77, n. 4, p. 787-793, 2017.

LEVEQUE, C. Out of Africa: The success story of tilapias. *Environmental. Biology of Fishes*, 64: 461-464, 2002.

LEVENE, H. **Robust Tests for Equality of Variances**. In: Olkins, I.; Ghurye, S. G.; Hoeffding, W.; Madow, W. G.; Mann, H. B. (Eds.), *Contributions to Probability and Statistics*, p. 278-292, 1960. Stanford University Press: Stanford, CA.

LIMA, L. B.; OLIVEIRA, F. J. M.; GIACOMINI, H. C.; LIMA-JUNIOR, D. P. Expansion of aquaculture parks and the increasing risk of non-native species invasions in Brazil. *Reviews in Aquaculture*, v. 10, p. 111-122, 2018.

LOLIS, A. A.; ANDRIAN, I. F. Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae), na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Boletim Instituto de Pesca*, v. 23, p. 187-202, 1996.

- LOVELL, R. T. Nutrition of aquaculture species. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 4193–4200, 1991.
- LOWRY, O. H., ROSENBROUGH, N. J., FARR, A. L., RANDALL, R. J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, v. 193, p. 265-275, 1951.
- MacARTHUR, R. H.; PIANKA, E. R. On optimal use of a patchy environment. *American Naturalist*, v. 100, p. 603-609, 1966.
- MACK, R. N.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAZ, F. A. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. **Ecological Applications**, v. 10, n. 3, p. 689-710, 2000.
- MANLY, B. F. J. **Multivariate statistical methods: a primer**. 2nd ed., London, Chapman; Hall, 1994.
- MARCUSSO, P. F.; ETO, S. F.; CLAUDIANO, G. S.; VIEIRA, F. C. F.; SALVADOR, R.; MORAES, J. R. E.; MORAES, F. R. Isolamento de *Streptococcus agalactiae* em diferentes órgãos de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 2, p. 549-554, 2015.
- MARTINEZ, C. B. R.; AZEVEDO, F.; WINKALER, E. U. **Toxicidade e efeitos da amônia em peixes neotropicais**. In: Cyrino, J. E. P.; URBINATI, E. C. (Org.). Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura. Jaboticabal – SP: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p. 81 – 95, 2006.
- MARTINO, R. C. Exigência e cuidados na adição de lipídeos em rações para peixes e a sua importância para o homem. **Revista Panorama de Aquicultura**, v.13. 58-70. 2003.
- MARTINS, M. L.; AZEVEDO T. M. P.; GHIRALDELLI L.; BERNARDI N. Can the parasitic fauna on Nile tilapias be affected by different production systems? **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, p. 493-500, 2010.
- MARTINS M. L.; CARDOSO, L.; MARCHIORI, N.; PÁDUA, S. B. Protozoan infections in farmed fish from Brazil: diagnosis and pathogenesis. **Brazilian journal of Veterinary Parasitology**, v. 24, n. 1, p. 1-20, 2015.
- MASSRESHA, E.; MATEOS, H.; LEWANDOWSKI, P.; ZEWDUE, A. Proximate Composition and Fatty Acid Content of Commercially Important Fish Species from Ethiopian Lakes: A Review. **World Journal of Food Science and Technology**, v.1, p. 105-114, 2017.
- MATTIUCCI, S.; D'AMELIO, S. Anisakiasis. In: Bruschi, F. (Ed.). **Helminth Infections and their Impact on Global Public Health**. 1.ed. [s.l]: Springer Vienna. 502 p., 2014.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R; SOARES, C. M. Lipídeos na Alimentação de Alevinos Revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 566-573, 2002.
- MILLIGAN, C. L.; GIRARD, S. S. Lactate metabolism in rainbow trout. **Journal of Experimental Biology**, v. 180, p.175-193, 1993.

MILLWARD, D.J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. **Aquaculture**, The Netherlands, v.79 p.1-58, 1989.

MIKA, S.; RÄTSCH, G.; WESTON, J.; SCHÖLKOPF, B.; MÜLLER, K. R. **Fisher discriminant analysis with kernels**. 8 p., 1999. In: *Neural Networks for Signal Processing - Proceedings of the IEEE Workshop* (pp. 41-48). Piscataway, NJ, United States: IEEE.

MONTANHER, P. F.; COSTA E SILVA, B.; BONAFÉ, E. G.; CARBONERA, F.; SANTOS, H. M. C.; LIMA FIGUEIREDO, I.; MARUYAMA, S. A.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Effects of diet supplementation with chia (*Salvia hispânica* L.) oil and natural antioxidant extract on the omega-3 content and antioxidant capacity of Nile tilapia fillets. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 118, p. 698–707, 2016.

MORO, G. V.; RODRIGUES, A. P. O. Rações para organismos aquáticos: tipos e formas de processamento. Palmas: Documentos/Embrapa Pesca e Aquicultura, cap. 14, 32 p., 2015.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical Books, 174p., 2010.

NABIRYE, H.; MWEBAZA-NDAWULA, L.; BUGENYI, F. W. B.; JONES, F. The evaluation of cage fish farming effects on water quality using selected benthic macro-invertebrate community parameters in the napoleon gulf, northern Lake Victoria. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v.4, n.1, p.42-50, 2016.

NAVARRO, R. D.; NAVARRO, F. K. S. P.; RIBEIRO FILHO, O. P.; FERREIRA, W. M.; PEREIRA, M. M.; SEIXAS FILHO, J. T. Quality of polyunsaturated fatty acids in Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*) fed with vitamin E supplementation. **Food Chemistry**, 134, 215–218, 2012.

NELSON, D. L., COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Artmed Editora, 2014.

NILAKARAWASAM, N. **Ecological studies on the parasites of *Etroplus suratensis* (Bloch) (Pisces: Cichlidae) with special reference to *Enterogyrus* spp. (Monogenea: Ancyrocephalidae)**. 440 f. Thesis (Doctorado of Philosophy). University of Stirling, 1993.

NJIRU, M.; OKEYO-OWUOR, J. B.; MUCHIRI, M.; COWX, I. G. Shifts in the food of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) in Lake Victoria, Kenya. **African Journal of Ecology**, v. 42, p. 163-170, 2004.

NOBILE, A. B.; ZANATTA, A. S.; BRANDÃO, H.; ZICA, E. O. P.; LIMA, F. P.; FREITAS-SOUZA, D.; CARVALHO, E. D.; SILVA, R. J.; RAMOS, I. P. Cage fish farm act as a source of changes in the fish community of a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, v. 495, p. 780–785, 2018.

NOVAES, J. L. C.; CARVALHO, E. D. Reproduction, food dynamics and exploitation level of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) from artisanal fisheries in Barra Bonita Reservoir, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 60, n. 2, p. 721-734, 2012.

O'DONOGHUE, P. **Protistan parasites and Myxozoa**. In: Marine parasitology: protistan biodiversity. CSIRO Publishing, Melbourne, p.11–17, 2005.

OGAWA, M., MAIA, E. L. Manual de pesca: Ciência e tecnologia do pescado. Livraria varela: São Paulo, v. 1, p. 191-199, 1999.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; HENRY, M.; STEVENS, H.; SZOECS, E., WAGNER, H. Community Ecology Package: Vegan. 2013. Disponível em: <https://cran.r-project.org>, <https://github.com/vegandevs/vegan>. Acesso em 22 nov 2018.

OLDEN, J. D.; POFF, N. L. Toward a mechanistic understanding and prediction of biotic homogenization. *The American Naturalist*, v. 162, p. 442–460, 2003.

OLIVEIRA, S. R. S.; SOUZA, D. B. P.; ALMEIDA, Z. S.; CARVALHO-NETA, R. N. F. Lesões histopatológicas como biomarcadores de contaminação aquática em *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes, Cichlidae) de uma área protegida no maranhão. **Revista Brasileira de Engenharia da pesca**, v. 9, n. 1, p. 12-16, 2016.

ORTEGA, J. C. G.; JÚLIO Jr., H. F.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. Fish farming as the main driver of fish introductions in neotropical reservoirs. **Hydrobiologia**, v.746, p.147–158, 2015.

OSO, J. A.; AYODELE, I. A.; FAGBUARO, O. Food and Feeding Habits of *Oreochromis niloticus* (L.) and *Sarotherodon galilaeus* (L.) in a Tropical Reservoir. **World Journal of Zoology**, v. 1, n. 2, p. 118-121, 2006.

OSTRENSKI, A.; BOERGER, W. **Piscicultura: Fundamentos e Técnicas de Manejo**. Rio Grande do Sul, Agropecuária Ltda: Guaíba, 211 p., 1998.

PARRISH, L. Determination of total lipid, lipid classes and fatty acids in aquatic samples. **Lipids in freshwater**. v. 37, p. 4-12, 1999.

PÁDUA, S. B.; ISHIKAWA, M. M.; VENTURA, A. S.; JERÔNIMO, G. T.; MARTINS, M. L.; TAVARES, L. E. R. Brazilian Catfish Parasitized by *Epistylis* sp. (Ciliophora, Epistylididae), with Description of Parasite Intensity Score. **Parasitology Reserch**, v. 112, n. 1, p. 443-446, 2013.

PAGLIARINI, C. D.; FRANCESCHINI, L.; RIBEIRO, C. S.; DELARIVA, R. L.; AMORIM, J. P. A.; RAMOS, I. P. *Dolops carvalhoi* as a vector of *Epistylis* sp. between cultivated and wild specimens of *Oreochromis niloticus* in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, in press. (Artigo em anexo).

PANTOJA, W. M. F.; NEVES, L. R.; DIAS, M. K. R.; MARINHO, R. G. B.; MONTAGNER, D.; DIAS, M. T. Protozoan and metazoan parasites of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in Brazil. **Revista MVZ Córdoba**, v. 17, p. 2812–2819, 2012.

PARISELLE, A.; LAMBERT, A.; EUZET, L. A new type of haptor in mesoparasitic monogeneans of the genus *Enterogyrus* Paperna, 1963, with a description of *Enterogyrus foratus*

n. sp. and *E. corozatus* n. sp, stomach parasites of cichlids in West Africa. **Systematic Parasitology**, v. 20, p. 211-220, 1991.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de Peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Maringá: Eduem, 3ª ed. 311 p., 2008.

PELICICE; F. M.; AZEVEDO-SANTOS, V. M.; VITULE, J. R. S.; ORSI, M. L.; LIMA JUNIOR, D. P.; MAGALHÃES, A. L. B.; POMPEU, P. S.; PETRERE JUNIOR, M.; ANGELO A AGOSTINHO, A. A. Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. **Fish and Fisheries**, p. 1-15, 2017.

PETHYBRIDGE, H. R., CHOY, C. A., POLOVINA, J. J., FULTON, E. A. Improving marine ecosystem models with biochemical tracers. **Annual review of marine Science**. v. 10, 2018.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutrição de peixes**. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce intensiva. **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, p. 5–169, 2004.

PIANKA, E. R. The structure of lizard communities. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, v.4, p.53–74, 1973.

PINTO, H.; MATI, V. L. T.; MELO, A. L. Metacercarial infection of wild Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Brazil. **The Scientific World Journal**, v. 1, p. 1-7, 2014.

QIANG, J.; BAO, J. W.; HE, J.; TAO, Y. F.; HABTE-TSION, H. M.; XU, P. Growth, biochemical, fatty acid composition, and mRNA levels of hepatic enzymes in genetically improved farmed tilapia (GIFT, *Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) at different stocking densities. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 33, p. 757–766, 2017.

RAMOS, I. P.; VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; CARVALHO, E. D. Influence of cage fish farming on the diet of dominant fish species of a Brazilian reservoir (Tietê River, High Paraná River basin). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 20, n. 3, p. 245-252, 2008.

RAMOS, I. P.; BRANDÃO, H.; ZANATTA, A. S.; ZICA, E. O. P.; SILVA, R. J Da; REZENDE-AYROZA, D.M.M De; CARVALHO, E.D. Interference of cage fish farm on diet, condition factor and numeric abundance on wild fish in a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, v. 414–415, p. 56–62, 2013.

RAMOS, I. P., FRANCESCHINI, L., ZICA, É. O. P., CARVALHO, E. D., SILVA, R. J. The influence of cage farming on infection of the corvine fish *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes: Sciaenidae) with metacercariae of *Austrodiplostomum compactum* (Digenea: Diplostomidae) from the Chavantes reservoir, São Paulo State, Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 88, p. 342–348, 2013.

RANZANI-PAIVA; M. J. T; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. A. P. **Sanidade de organismos aquáticos**. São Paulo: Livraria varela, 426 p., 2004.

RASOARAHONA, J. R. E.; BARNATHAN, G.; BIANCHINI, J. P.; GAYDOU, E. M. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. **Food Chemistry**, v. 91, p. 683–694, 2005.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. *Epi info* [online]. Vienna, Austria, 2011 [cited 2018 Aug 21]. R Foundation for Statistical Computing. Available from: <https://www.gbif.org/tool/81287/r-a-language-and-environment-for-statistical-computing>.

REIS, R. L. G. **Dieta de Duas Espécies de Peixes da Família Cichlidae (Actinopterygii – Perciformes) na região do Aproveitamento Elétrico De Estreito: Rio Tocantins, Ma.** 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, A/C: Zoologia). Universidade Estadual de Feira de Santana, 43 p., 2014.

RIBEIRO, C. S. **Avaliação do crescimento e reservas energéticas da tilápia (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dieta suplementada com *Kluyveromyces marxianus*.** 92.f. Dissertação (Mestrado em biotecnologia). Universidade de Mogi das Cruzes, 92.p, 2008.

RIBEIRO, N. C. R. **Ecologia trófica de *Plagiocion squamosissimus* (Perciformes: Sciaenidae) em um trecho da bacia do rio machado, Rondônia, Brasil.** 46 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia da Pesca). 46 p., 2016.

RIPLEY, B.; VENABLES, B.; BATES, D. M.; HORNIK, K.; GEBHARDT, A.; FIRTH, D. **Support Functions and Datasets for Venables and Ripley's MASS.** *Epi info* [online] 2018. Available from: <http://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4/>. Acesso em: 22 nov 2018.

SAEED, S. M. Impact of environmental parameters on fish condition and quality in Lake Edku, Egypt, **Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries**, v. 17, n.1, p. 101–112, 2013.

SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 32-49, 2013.

SANTOS, C. **Aquicultura e pesca: a mudança do modelo exploratório.** In: Manejo e sanidade de peixes em cultivo. TAVARES-DIAS, M. (Org.). Macapá: Embrapa, ed.1, capítulo 1, p. 13-32, 2009.

SCHOLZ, T.; BRAY, R. A.; KUCHTA, R.; REPOVÁ. Larvae of gryporhynchid cestodes (Cyclophyllidae) from fish: a review. *Folia Parasitologica*, v. 51, p. 131-152, 2004.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de Tilápia.** Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada- Brasília. Rio de Janeiro: Ipea, 42 p., 2017.

SCIENCE FOR ENVIRONMENT POLICY. Future brief: sustainable aquaculture. 24 p., 2015. Disponível em: <https://aquaonlinebrasil.com/?ref=B12204257K>. Acesso em: 22 nov 2018.

SHEA, K.; CHESSON, P. Community ecology theory as a framework for biological invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 17, n. 4, p. 170-176, 2002.

SILVA, T. T. *Pimelodus maculatus* e *P. platycirris* (Siluriformes: Pimelodidae) no alto rio Paraná: caracterização morfológica, dieta e reprodução. 46 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal, 46 p., 2015.

SILVA, J. C.; GUBIANI, É. A.; NEVES, M. P.; DELARIVA, R. L. Coexisting small fish species in lotic neotropical environments: evidence of trophic niche differentiation. **Aquatic Ecology**, v.51, n.2, p.275-288, 2017.

SILVEIRA, U. S.; LOGATO, P.V.R.; PONTES, E. C. Utilização e metabolismo dos carboidratos em peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, p. 817-836, 2009.

SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A.; RIBEIRO, S. C. A.; Kil Jin PARK, K. J.; MURR, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciências Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 608-613, 2007.

SOLER, M. P. J. Sistema digestivo de los peces, camarones y su fisiología. In: SOLER-JARAMILLO, M. P.; RODRIGUEZ-GÓMEZ, H.; DAZA, P. V. Fundamentos en nutrición y alimentación en acuicultura, **Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura**, p. 23 – 52, 1996.

SOUZA, R. C. C.; CALAZANS, S. H.; SILVA, E. P. Impactos das espécies invasoras no ambiente aquático. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 61, n. 1, p. 35-41, 2009.

SUTHARSHINY, S.; SIVASHANTHINI, K. Composição Próximo de Três Espécies de Peixes Scomberoides de Águas do Sri Lanka. **Revista Asiática de Nutrição Clínica**, v. 3, p. 103-111, 2011.

SUTILI, F. J.; GRESSLER, L. T.; PELEGRINI, L. F. V. *Clinostomum complanatum* (Trematode, Digenea): A parasite of birds and fishes with zoonotic potential in southern Brazil: A review. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, p. 99–114, 2014.

TEIXEIRA, R. N. G.; CORRÊA, R. O.; FARIA, M. T.; MEYER, G. **Piscicultura em tanques-rede**. Embrapa Amazônia Oriental. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, Coleção criar. 1 ed, 128 p., 2009.

TEOH, C. Y.; NG, W. K. The implications of substituting dietary fish oil with vegetable oils on the growth performance, fillet fatty acid profile and modulation of the fatty acid elongase, desaturase and oxidation activities of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp. **Aquaculture**, v. 465, p. 311–322, 2016.

TESFAHUM, A.; TEMESGEN, M. Food and feeding habits of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) in Ethiopian water bodies: a review. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 6, p. 43-47, 2018.

TOMASSETTI, P.; GENNARO, P.; LATTANZI, L.; MERCATALI, I.; PERSIA, E.; VANI, D.; PORRELLO, S. Benthic community response to sediment organic enrichment by Mediterranean fish farms: Case studies. **Aquaculture**, v.450, p.262-272, 2016.

TORCHIN, M. E; LAFFERTY, K. D; DOBSON, A. P; MCKENZIE, V. J, & KURIS A. M. Introduced species and their missing parasites. **Nature**, v. 421, p. 628-30, 2003.

TORCHIN, M. E.; MITCHELL, C. E. Pathogens, and Invasions by Plants and Animals. **Frontiers in Ecology Environmental**, v. 2, p. 183-190, 2004.

TSEGAY, T.; NATARAJAN, P.; ZELEALEM, T. Analysis of Diet and Biochemical Composition of Nile Tilapia (*O. niloticus*) from Tekeze Reservoir and Lake Hashenge, Ethiopia. *Journal of Fisheries and Livestock Production*, v. 4, p. 172, 2016.

TUKEY, J. W. **Exploratory Data Analysis**. Addison–Wesley, preliminary edition, 1970.

VELLUDO, M. R. **Ecologia trófica da comunidade de peixes do reservatório do Lobo (Broa), Brotas-Itirapina/SP, com ênfase à introdução recente da espécie alóctone *Cichla kelberi* (Perciformes, Cichlidae)**. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da saúde, Universidade Federal de São Carlos, 105 p., 2007.

VERMEIJ, G. J. An agenda for invasion biology. **Biological Conservation**, v. 78, p. 3-9, 1996.

VIANNY, N.; RICHARD, O. O.; JACKSON, E.; FREDRICK, M.; DISMAS, M.; MARK, O.; LABAN, M.; SHAMIM, N.; SHARON, N. The responses of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in Lake Wamala (Uganda) to changing climatic conditions. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, v. 20, p. 101–119, 2015.

VICENTE, I. S. T.; ALVES, C. E. Impact of introduced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on non-native aquatic ecosystems. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 16, p. 121-126, 2013.

VICENTE, I. S. T.; ELIAS, F.; ALVES, C. E. F. Perspectiva da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, p. 392-398, 2014.

VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; CARVALHO, E. D. Aquatic insects as the main food resource of fish the community in a Neotropical reservoir. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 4, p. 701-708, 2009.

WILLIAMS, H.; JONES, A. **Parasitic worms of fish**. London, Taylor & Francis, 1994.

WILLIAMSON, M. H.; FITTER, A. The characters of successful invaders. **Biological Conservation**, v. 78, p. 163-170, 1996.

WINEMILLER, K. O. **Food webs: integration of patterns and dynamics**. New York: GA Polis - Chapman and Hall, 1996.

ZAGANINE, R. L.; VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; CARVALHO, E. D. Ontogenetic diet shifts of *Oreochromis niloticus* and *Tilapia rendalli* of the Barra Bonita reservoir (Tietê river, São Paulo State, Brazil). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 255-262, 2012.

ZAGO, A. C.; FRANCESCHINI, F.; GARCIA, F.; SCHALCH, S. H. C.; GOZI, K. S.; SILVA, R. S. Ectoparasites of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in cage farming in a hydroelectric reservoir in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 23, n. 2, p. 171-178, 2014.

ZANATTA, A. S.; RAMOS, I. P.; SILVA, R. J.; LANGEANI, F.; CARVALHO, E. D. Pisces, Siluriformes, Ictaluridae, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818): First Record in Middle

Paranapanema River Reservoir, Aquaculture and Exotic Species Dispersion. **Check List – Journal of Species List and Distribution**, v.6, n.4, p.589-591, 2010.

YAKASAI, J. B.; YAKASAI, B. A.; FURURUWA, M. D.; AGHANWA, C. I. Effects of freezing period on the ph, crude protein and some essential minerals in catfish (*Clarias gariepinus*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivated in Kaduna metropolis, Kaduna state, Nigeria. **International Journal of Scientific Research**, v. 7, p. 39-40, 2018.

YANG, Z. **Development of a gas chromatographic method for profiling neutral lipids in marine samples**. MSc Thesis, Memorial University of Newfoundland St. John's, Newfoundland, 1995.

YOU DIM, K. A.; MARTIN, A.; JOSEPH, J. A. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v. 18, p. 383–399, 2000.

YOUNIS, E. M.; AL-ASGAH, N. A.; ABDEL-WARITH, A. W. A.; AL-MUTAIRI, A. A. Seasonal variations in the body composition and bioaccumulation of heavy metals in Nile tilapia collected from drainage canals in Al-Ahsa, Saudi Arabia. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 22, p. 443-447, 2015.