



<https://eqrcode.co/a/4X1aE1>

ORIGINAL ARTICLE | ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluation of the Main Physical and Chemical Water Quality Parameters for Tilapia Production

Avaliação dos principais parâmetros físicos e químicos de qualidade da água para a produção da tilápia

Mestre Florentina Amelia Luís Chipepe^I, Dr.C. Raymundo Vento-Tielves^{II}, PhD. John Atkinson^{III}

^I Universidade José Eduardo dos Santos, Faculdade de Medicina Veterinária do Huambo, Huambo, Angola.

^{II} Universidad de Pinar del Río, Centro de Estudios de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Pinar del Río, Cuba.

^{III} Celta Academic, United Kingdom (UK).

ABSTRACT. Water is the main resource in fish production, and for success of this activity, it is necessary to have its availability in the required quantity and quality. In order to assess the water quality in nurseries for the production of tilapia *Oreochromis niloticus* on Tchissola II Farm in Chipipa commune in Huambo municipality, this study was carried out in the initial phase of the fish project implementation between December 2020 - February 2021. The physical (temperature and transparency) and chemical (dissolved Oxygen, Hydrogen potential and total ammonia) parameters considered the most sensitive and relevant for this type of production were evaluated. The Alfacit's water quality analysis kit ACQUAcombo for aquaculture was used to measure the foremost variables. The results obtained for the transparency with values of 40 cm, temperature 25.7°C, dissolved Oxygen 6.75 mg/L and Hydrogen potential 7.5 denoted that the physical and chemical parameters of water quality in production ponds, found if within normal levels considered tolerable. However, it is necessary to monitor and manage more carefully ammonia, which varied remarkably, reaching levels considered critical and even lethal around 3.0 mg/L.

Keywords: Fish Production, Aquaculture, Ponds, Tchissola II Farm.

RESUMO. A água é o principal recurso na produção piscícola, e para o êxito precisa-se da sua disponibilidade na quantidade e qualidade requerida. No intuito de avaliar a qualidade da água em viveiros de produção da tilápia *Oreochromis niloticus* na Fazenda Tchissola II na comuna da Chipipa no município do Huambo, realizou-se o presente estudo na fase inicial de implementação do projeto piscícola entre os meses de dezembro 2020 - fevereiro 2021. Foram avaliados os parâmetros físicos (temperatura e transparência) e químicos (Oxigênio dissolvido, potencial de Hidrogênio e amônia total) considerados os mais sensíveis e relevantes para este tipo de produção. Na avaliação dos parâmetros usou-se o kit de campo ACQUAcombo de análise de qualidade da água para a aquicultura da Alfacit. Os resultados obtidos para a transparência com valores de 40 cm, temperatura 25,7°C, Oxigênio dissolvido 6,75 mg/L e potencial de Hidrogênio 7,5 denotaram que os parâmetros físicos e químicos de qualidade da água em viveiros de produção, encontraram-se dentro dos níveis normais considerados toleráveis. No entanto, precisa-se monitorizar e manejar mais cautelosamente a amônia, a qual variou notavelmente, chegando a alcançar níveis considerados críticos e até letais de 3,0 mg/L.

Palavras chave: produção piscícola, aquicultura, viveiros, Fazenda Tchissola II.

INTRODUCTION

Aquaculture is the science dedicated to the production of aquatic organisms. According to the species being cultured, it

INTRODUÇÃO

A aquicultura é a ciência dedicada à produção de organismos aquáticos. De acordo com a espécie cultivada, possui uma clasifi-

Autor para correspondência: Florentina Amelia Luís-Chipepe, e-mail: florentinachipepe@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1042-6349>

Recebido: 21/01/2021.

Aprovado: 20/09/2021.

has a specific name that serves as a factor indicating the type of culture being carried out such as algaculture, malacoculture, carciniculture, fish farming or pisciculture. The pisciculture is the part of aquaculture that focuses on the cultivation of fish. This activity has been developed around the world for over 2000 years B.C. (Tidwell, 2012) and every day has proven to be one of the best options for the supply of food needs and economic growth of developing countries in the African region.

In Angola, fish farming has been developed since 2008 and the most produced species is tilapia of the genus *Oreochromis niloticus* (Manjarrez *et al.*, 2016; Aguilar *et al.*, 2016). Currently it takes place in 16 of the 18 provinces that make up the nation. The study was developed with the application of various production systems and different kinds of cultivation where production in concrete tanks, in net pens and in earthen ponds stand out. The tilapia *Oreochromis niloticus* is known to be a specie that is not very sensitive to environmental changes and resists very well the adverse conditions that are not adequate for its production when compared to other productive species. The physical and chemical conditions considerate ideal technical and scientifically for tilapia production are presented in Table 1.

cação específica que serve como fator indicativo do tipo de cultivo que está sendo realizado podendo ser o mesmo a algicultura, malacocultura, carcinicultura ou piscicultura. A piscicultura é a parte da aquicultura que tem como foco o cultivo de peixes. Esta atividade foi desenvolvida em todo o mundo por mais de 2.000 anos a.C. (Tidwell, 2012) e a cada dia tem se mostrado uma das melhores opções para o atendimento das necessidades alimentares e o crescimento econômico dos países em desenvolvimento da região africana.

Em Angola, a piscicultura desenvolve-se desde 2008 e a espécie mais produzida é a tilápia do género *Oreochromis niloticus* (Manjarrez *et al.*, 2016; Aguilar *et al.*, 2016). Atualmente pode ser encontrada em 16 das 18 províncias que compõem a nação. O presente estudo foi desenvolvido com a aplicação de diversos sistemas de produção e diferentes tipos de cultivo onde se destaca a produção em tanques de concreto, em tanques-rede e em tanques de terra. A tilápia *Oreochromis niloticus* é conhecida por ser uma espécie pouco sensível às mudanças ambientais e resiste muito bem às condições adversas que não são adequadas para sua produção quando comparada a outras espécies produtivas. As condições físicas e químicas consideradas técnica e cientificamente ideais para a produção de tilápia são apresentadas na Tabela 1.

TABLE 1. Range of values considered ideal for physical (temperature and transparency) and chemical (pH, dissolved Oxygen and ammonia) parameters for tilapia *Niloticus*
TABELA 1. Faixa de valores considerados ideais para parâmetros físicos (temperatura e transparência) e químicos (pH, Oxigênio dissolvido e amônia) para tilápia *Niloticus*

Productive parameter	Ideal productive interval	Reference
Temperature (°C)	25 - 30	Pereira & Silva (2009)
Transparency (cm) in pound	20 - 30	Da Silva (2015)
Hydrogen potential (pH)	6,5 - 8,0	Borges (2009)
Dissolved Oxygen (DO mg/L)	4,0 - 8,0	Kubitza (2017)
Total ammonia (NH ₄ ⁺ and NH ₃ , mg/L)	Up to 0,15	Kubitza (2017)

The success of any fish production depends largely on the water quality in the production facilities. According to Leira *et al.* (2017) the water used in fish farming can be classified in three different ways:

- I) The source water, that comes from a source and that will supply the production system;
- II) the water of use, which is the water that is retained in the spot of production in direct contact with the specie in production;
- III) the discharge water, which is the water that leaves the spot of production to the wastewater discharge site.

Poor quality water in use leads to reduced fish growth and prolongs the production cycle, promotes the reduction of resistance to diseases which can lead to death, poor quality of the product obtained, low production and low economic yield making production projects unviable. Water quality for aquaculture has to do with physical, chemical and biological parameters that demonstrate the water's ability to maintain the health and well-being of cultured organisms. Therefore, having all physical, chemical and biological water conditions in recommended proportions within tolerance limits is a *sine qua non* condition for optimal productivity. Among all the physical and chemical water quality parameters for tilapia production the most relevant are transparency, temperature, pH, dissolved Oxygen and ammonia (Pereira y Silva, 2012; Oliveira, 2019;

O sucesso de qualquer produção de peixe depende em grande parte da qualidade da água nas instalações de produção. De acordo com Leira *et al.* (2017) a água utilizada na piscicultura pode ser classificada de três maneiras diferentes:

- I) A água de nascente, que provém de uma nascente e que abastecerá o sistema de produção;
- II) a água de uso, que é a água que fica retida no local de produção em contato direto com a espécie em produção;
- III) a água de descarga, que é a água que sai do ponto de produção para o local de descarga ou esgoto.

A água de pouca qualidade no uso leva à redução do crescimento dos peixes e prolonga o ciclo de produção, promove a redução da resistência a doenças que podem levar à morte, inadequada qualidade do produto obtido, baixa produção e rendimento econômico inviabilizando projetos de produção. A qualidade da água para a aquicultura está relacionada a parâmetros físicos, químicos e biológicos que demonstram a capacidade da mesma de manter a saúde e o bem-estar dos organismos cultivados. Portanto, manter o conjunto de condições físicas, químicas e biológicas da água nas proporções recomendadas dentro dos limites de tolerância é uma condição *sine qua non* para uma produtividade ideal. Dentre todos os parâmetros físicos e químicos da qualidade da água para a produção de tilápia, os mais relevantes são transparência, temperatura, pH, Oxigênio dissolvido e amônia (Pereira y Silva, 2012;

SENAR, 2019). This article aimed to evaluate the range of variation of the main physicochemical parameters in water quality to use in the tilapia production ponds of the Tchissola II farm thus determining its suitability for the development of the fish farming activity.

MATERIALS & METHODS

The study area

The samples were collected in the farm Tchissola II located at 23 km north of the municipality of Huambo. Samplings and evaluations were done in two ponds with 20 m wide, 40 m long and 2 m deep which were stocked with water from a retention basin built next to a natural water source (spring), during the first three months of production (December, January and February 2020 to 2021) and fingerlings of the genus *Oreochromis niloticus*. The depth of water sample collection was 60 cm. The evaluations were done with the frequency that each parameter required. For temperature, transparency and dissolved Oxygen the evaluation occurred during one week in a row. For Hydrogen potential and ammonia, the evaluation was done once a month for December and January and twice in the month of February (at the beginning and end of the month), because a considerable increase in ammonia levels was recorded and dilution measures were adopted for them. The frequency of evaluation of the last two parameters was the minimum recommended and possible because of the need to preserve the reagents for a longer time since they are expensive and imported from Brazil.

Oliveira, 2019; SENAR, 2019). Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a amplitude de variação dos principais parâmetros físico-químicos na qualidade da água a serem utilizados nos viveiros de produção de tilápias da Fazenda Tchissola II, determinando sua adequação para o desenvolvimento da atividade piscícola.

METODOLOGIA

Área de estudo

As amostras foram coletadas na quinta Tchissola II localizada 23 km ao norte do município Huambo. As coletas e avaliações foram feitas em duas lagoas com 20 m de largura, 40 m de comprimento e 2 m de profundidade que foram abastecidas com água de uma bacia de retenção construída próxima a uma fonte natural de água (nascente), durante os primeiros três meses de produção (dezembro 2020, janeiro e fevereiro 2021) e alevinos do gênero *Oreochromis niloticus*. A profundidade da coleta das amostras de água foi feita a uma profundidade de 60 cm. As avaliações foram realizadas com a frequência que cada parâmetro exige segundo as normas recomendadas na literatura. Para temperatura, transparência e Oxigênio dissolvido a avaliação ocorreu durante uma semana consecutiva. Para o potencial de Hidrogênio e amônia a avaliação foi feita uma vez por mês nos meses de dezembro e janeiro e duas vezes no mês de fevereiro (no início e no final do mês), pois foi registrado um aumento considerável nos níveis de amônia e foram adotadas medidas de diluição do mesmo. A frequência de avaliação dos dois últimos parâmetros foi a mínima recomendada e possível devido à necessidade de preservar os reagentes por mais tempo por serem de elevado custo e importados do Brasil.



FIGURE 1 - 2. Geographic location and entrance to the farm where the study was developed
FIGURA 1 - 2. Localização geográfica e entrada na Fazenda onde o estudo foi desenvolvido



FIGURE 3. The two tilapia production ponds at Fazenda Tchissola II
FIGURA 3. Os dois tanques de produção de tilápias na Fazenda Tchissola II



FIGURE 4 - 5. Nursery No.1 in January [4] and February [5]. Differences in water coloration
 FIGURA 4 - 5. Viveiro No.1 em janeiro [4] e fevereiro [5]. Diferenças na coloração da água

Physical Parameters

Temperature evaluation (T °C)

The temperature was evaluated in situ using the thermometer that comes coupled with the Alfakit Oximeter which is part of the Alfakit combo kit for water quality analysis in aquaculture (Alfakit, 2020). The evaluation was done monthly in the months of December 2020 to February 2021, during 7 days with the frequency of 5 times a day at different times (4, 8, 12, 16 and 20 h) at a depth of up to 20 cm from the bottom of the nursery. The methodology consisted on the calibration of the equipment keeping the probe in the air holding by the handle, since the heat of the hand on the metal part may interfere with the temperature. After calibration, was performed the procedure of the probe immersion in the incubator so that the stainless steel body was completely immersed waiting until the temperature sensor reached thermal equilibrium with the sample, approximately 1 minute (instructions in AT 150/155/160/170 Oximeter Operations Manual).

Transparency Assessment

The transparency was assessed in situ using the Secchi disk from the Alfakit combo kit for aquaculture water quality analysis. The evaluation was done monthly in the months of December 2020 to February 2021 for 7 days with the frequency twice a day at different times (8 and 14 h). The methodology consisted of immersing the Secchi disk in the scallop water until the equipment could not be seen, at this point the depth at which the disk could no longer be seen was marked on the measuring tape according to the instructions in Alfakit Instruction Manual (Filizola *et al.*, 2006; Da Silva, 2015).

Chemical Parameters

Evaluation of the Hydrogen potential (pH)

For the pH the sample was collected at 60 cm depth at 10 o'clock in the morning trying to avoid the beginning and end of the day because the conditions at these times can interfere with the real pH values of the ponds as indicated by Oliveira

Parâmetros Físicos

Avaliação da temperatura (T °C)

A temperatura foi avaliada in situ por meio do termômetro que vem acoplado ao Oxímetro Alfakit que faz parte do kit combo Alfakit para análise da qualidade da água na aquicultura (Alfakit, 2020). A avaliação foi feita mensalmente nos meses de dezembro 2020 a fevereiro 2021, durante 7 dias com uma frequência de 5 vezes ao dia em diferentes horários (4, 8, 12, 16 e 20 h) numa profundidade de até 20 cm na parte inferior do berçário (usados na alevinagem). A metodologia consistiu na calibração do equipamento mantendo a sonda no ar segurando pelo cabo, uma vez que o calor da mão na parte metálica pode interferir na temperatura. Após a calibração, foi realizado o procedimento de imersão da sonda na incubadora de forma que o corpo de aço inoxidável ficasse completamente imerso aguardando até que o sensor de temperatura atingisse o equilíbrio térmico com a amostra, aproximadamente 1 minuto (instruções no Oxímetro AT 150/155/160/170 Manual de Operações).

Avaliação de Transparência

A transparência foi avaliada in situ usando o disco de Secchi do kit combo Alfakit para análise da qualidade da água na aquicultura. A avaliação foi feita mensalmente nos meses de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021 durante 7 dias com frequência de duas vezes ao dia em horários diferentes (8 e 14 h). A metodologia consistiu em submergir o disco de Secchi na água da vieira até que o equipamento não pudesse ser visto, neste ponto a profundidade em que o disco não podia mais ser visto foi marcada na fita métrica de acordo com as instruções do Manual de Instruções Alfakit (Filizola *et al.*, 2006; Da Silva, 2015).

Parâmetros Químicos

Avaliação do potencial de Hidrogênio (pH)

Para o pH a amostra foi coletada a 60 cm de profundidade às 10 horas da manhã procurando evitar o início e o final do dia, pois as condições nesses horários podem interferir nos valores reais de pH das lagoas conforme indicado por Oliveira (2017).

(2017). The parameter was evaluated using the pH meter of the Alfakit combo kit for water quality analysis for aquaculture. The evaluation was done monthly in the months of December 2020 to February 2021, once per month. The methodology consisted of connect the pH electrode (AT315) to the equipment to proceed with equipment calibration. Once calibration was complete, the reading was carry out according to the Instruction Manual AT 315 code 5382/6424/5791 version 2.0.

Dissolved Oxygen evaluation (DO mg/L)

The dissolved Oxygen (DO) was evaluated in situ using the Alfakit combo kit oximeter for aquaculture water quality analysis. The evaluation was done monthly in the months of December 2020 to February 2021, for 7 days with the frequency of 5 times a day at different times (4, 8, 12, 16 and 20 h) at a depth of up to 20 cm from the bottom of the nursery. The methodology consisted on calibration of the equipment (Oximeter) and the immersion of the probe in the nursery so that the stainless-steel body was fully immersed, and was shacked the probe in circular motions according to the instructions in the AT 150/155/160/170 Oximeter Operations Manual.

Ammonia Evaluation (NH_4^+ mg L^{-1} N- NH_3)

The water sample for the ammonia (NH_4^+) evaluation was collected at a depth of 65 cm and its evaluation was done using the ammonia evaluation kit that comes attached to the Alfakit combo kit for aquaculture water quality analysis. The evaluation was done monthly in the months of December 2020 to February 2021, once per month with the frequency of once a day at 10 am. The methodology consisted of collecting 50 mL of water sample from the ponds with the syringe sampler reaching a depth of 1 m. Following the sample was transfer into a cuvette up to the 5 mL mark. After this operation was added three drops of Reagent 1 – 3613, three drops of Reagent 2 – 3614 and three drops of Reagent 3 – 3615, then closed and shacked. After waited for 10 min, was opened the cuvette and done the color comparison according to the Instruction Manual ACQUAcombo kit freshwater producer, code 5355/5356.

O parâmetro foi avaliado por meio do pHmetro do kit combo Alfakit para análise da qualidade da água para aquicultura. A avaliação foi feita mensalmente nos meses de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021, uma vez por mês. A metodologia consistiu em conectar o eletrodo de pH (AT315) ao equipamento para proceder a calibração do mesmo. Concluída a calibração, a leitura foi realizada de acordo com o Manual de Instruções AT 315 código 5382/6424/5791 versão 2.0.

Avaliação do Oxigênio dissolvido (DO mg / L)

O Oxigênio dissolvido (OD) foi avaliado in situ usando o oxímetro Alfakit combo kit para análise da qualidade da água na aquicultura. A avaliação foi feita mensalmente nos meses de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021, durante 7 dias com a frequência de 5 vezes ao dia em diferentes horários (4, 8, 12, 16 e 20 h) na profundidade de até 20 cm na parte inferior do berçário. A metodologia consistiu na calibração do equipamento (Oxímetro) e na imersão da sonda no berçário para que o corpo de aço inoxidável ficasse totalmente imerso, sendo sacudida a sonda em movimentos circulares de acordo com as instruções do AT 150/155/160/170 Manual de Operações do Oxímetro.

Avaliação de amônia (NH_4^+ mg L^{-1} N- NH_3)

A amostra de água para avaliação da amônia (NH_4^+) foi coletada a uma profundidade de 65 cm e sua avaliação foi feita com o kit de avaliação de amônia que acompanha o Alfakit combo kit para análise da qualidade da água na aquicultura. A avaliação foi feita mensalmente nos meses de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021, uma vez por mês com frequência de uma vez ao dia às 10h. A metodologia consistiu na coleta de 50 mL de amostra de água das lagoas com o amostrador de seringa atingindo a profundidade de 1 m. Em seguida, a amostra foi transferida para uma cubeta até a marca de 5 mL. Após esta operação foram adicionadas três gotas do Reagente 1 - 3613, três gotas do Reagente 2 - 3614 e três gotas do Reagente 3 - 3615, a seguir fechado e agitado. Após 10 min de espera, foi aberta a cubeta e feita a comparação de cores de acordo com o Manual de Instruções ACQUAcombo kit cód. 5355/5356.



FIGURE 6-7. ACQUAcombo kit of water quality analysis for aquaculture from Alfakit used in the evaluation of physical (temperature and transparency) and chemical (dissolved Oxygen, Hydrogen potential and total ammonia) parameters of water quality in Tchissola II farm
 FIGURA 6-7. ACQUAcombo kit de análise de qualidade da água para aquicultura de Alfakit utilizado na avaliação de parâmetros físicos (temperatura e transparência) e químicos (Oxigênio dissolvido, potencial de Hidrogênio e amônia total) da qualidade da água na Fazenda Tchissola II

Processing of the collected data

The data obtained for the variables evaluated in the two ponds were summed and divided by the number of observations made in each parameter finding the monthly average for each ponds. Those results gave the average variation of the water quality parameter in production in the month being evaluated. These final values were analyzed based on the simple descriptive statistics methodology that allows the interpretation of the average results obtained and subsequently compared to the normal values recommended by fish farming scholars (Table 1) and by the Water Quality Manual for Aquaculture of the Alfakit Company according to the methodology applied by Leira *et al.* (2017) and Mata (2018).

RESULTS

The evaluation results of the physical and chemical parameters estimated in the tilapia production ponds at the Tchissola II farm varied as presented in Table 2.

Processamento dos dados coletados

Os dados obtidos para as variáveis avaliadas nas duas lagoas foram somadas e divididas pelo número de observações feitas em cada parâmetro encontrando a média mensal para cada lagoa. Esses resultados deram a variação média do parâmetro de qualidade da água na produção no mês em avaliação. Estes valores finais foram analisados com base na metodologia de estatística descritiva simples que permite a interpretação dos resultados médios obtidos e posteriormente comparados com os valores normais recomendados na literatura (Tabela 1) e pelo Manual de Qualidade da Água para Aquicultura da Empresa Alfakit segundo à metodologia aplicada por Leira *et al.* (2017) and Mata (2018).

RESULTADOS

Os resultados da avaliação dos parâmetros físicos e químicos estimados nas lagoas de produção de tilápia na Fazenda Tchissola II variaram conforme apresentado na Tabela 2.

TABLE 2. Ranges in variation of physical and chemical parameters evaluated in the tilapia production ponds at Fazenda Tchissola II between the months of December 2020 - February 2021

TABELA 2. Faixas de variação dos parâmetros físicos e químicos avaliados nas lagoas de produção de tilápias da Fazenda Tchissola II entre os meses de dezembro 2020 a fevereiro 2021

Parameters	Months			Unit	Max.	Min.	Average
	Dec-2020	Jan-2021	Feb-2021				
Transparency	48	44	31	Cm	60 Dec.	20 Feb.	40
Temperature	25,5	26,7	27,4	°C	29,7 Jan.	21,8 Dec.	25,75
Dissolved Oxygen	7,3	3,78	6,75	mg/L	11,5 Feb.	2 Feb.	6,75
Hydrogen potential	6,5	6,2	8,82	mg/L	8,80 Feb.	6,2 Jan.	7,5
Total ammonia	0,11	0,73	1,35	mg/L	3,0 Feb.	0,10 Dec.	1,55

DISCUSSION

The transparency, which is the capacity of the water to pass the sun's rays (Alfakit) in the two ponds evaluated, had an average variation of 40 cm between December and February, reaching its highest expression of 60 cm in the month of December. These results, at the beginning of the productive process in the farm, demonstrate that at this time the ponds were poor in planktonic population due to the reduced quantity of organic matter. This fact led to a high transparency rate considered inadequate for the productive process in this type of facility, also signaling the need for fertilization of the ponds in order to stimulate plankton production.

The lowest transparency level recorded was 20 cm in February, demonstrating that the plankton level increased considerably during the production cycle, as organic matter was introduced into the ponds through feeding, and through the waste expelled by the fish such as urine and feces. The addition of these elements led to increase the levels of organic matter, which consequently led to considerable plankton growth, resulting in a reduction in the level of transparency from 60 to 20 cm 60 days after the production start. Such levels are

DISCUSSÃO

A transparência, que é a capacidade da água de atravessar os raios do sol (Alfakit) nas duas lagoas avaliadas, teve variação média de 40 cm entre dezembro e fevereiro, atingindo sua máxima expressão de 60 cm no mês de dezembro. Esses resultados, no início do processo produtivo na Fazenda, demonstraram que nessa época as lagoas eram pobres em população planctônica devido à quantidade reduzida de matéria orgânica. Esse fato levou a um alto índice de transparência considerado inadequado para o processo produtivo neste tipo de instalação, sinalizando também a necessidade de fertilização das lagoas para estimular a produção de plâncton.

O menor nível de transparência registrado foi de 20 cm em fevereiro, indicando que o nível de plâncton aumentou consideravelmente durante o ciclo de produção, pois a matéria orgânica foi introduzida nos tanques pela alimentação e pelos resíduos expelidos pelos peixes, como urina e fezes. A adição desses elementos levou ao aumento dos níveis de matéria orgânica, o que consequentemente levou a um crescimento considerável do plâncton, resultando na redução do nível de transparência de 60 para 20 cm 60 dias após o início da produção. Tais níveis encon-

within those considered adequate for the production of tilapia *Oreochromis niloticus* according to Leira *et al.* (2017).

When the transparency range is between 20 - 40 cm means that there is an adequate amount of plankton in the ponds that serve as a nutritional source for fish larvae. Nevertheless, this range is relative since there is no consensus among the specialized literature as to the ideal transparency range. The results are also closer to those found by Leira *et al.* (2017) who obtained a range of transparency between 29.80 - 31.07 cm. Results reported by Martins (2007) on water quality in tilapia *Oreochromis niloticus* ponds found that diurnal characterization of physical, chemical and biological variables reached a water transparency between 25 - 35 cm presenting an average of 30 cm. In contrast, the results obtained in this study, present a considerable difference compared to the results offered by Mata (2018) who during the study obtained a maximum transparency of 23.5 cm.

The temperature variation ranged from a low of 21.8°C in December to a high of 29.7°C in January, with the average recorded for both ponds for the same period being 25.75°C. The data showed that the lowest temperature was recorded just at the beginning of the production and as with transparency, as the production cycle unfolded, the temperature increased. Some authors state that as the organic matter increases so does the water temperature in the ponds, because the feeding activity of the fish induces an increase in temperature Leira *et al.* (2017).

The results obtained, are within the temperature range considered ideal for tilapia culture. According to Borges (2009); Pereira & Silva (2012); Da Silva (2015) e Kubitzka (2017), temperatures between 25-30°C correspond to the ideal temperature range for tilapia culture where its manifest the maximum of their growth potential, greater immunological stability that results in greater resistance to diseases and adequate feed conversion. Similar results were reported by Mata (2018) who described that in the evaluation of the temperature, the acceptable for the development of the fish remained within an average of 23.3°C with maximum around 26.5 and minimum 21°C.

The dissolved Oxygen during the evaluated period varied between 2 mg/L and 11.5 mg/L for the minimum and maximum levels respectively, both in February, reaching an average of 6.75 mg/L. The Oxygen concentration in production ponds is dependent on factors such as temperature, in which colder places permit the higher dissolved Oxygen concentration. Also the salinity, in which the higher values offer the lower Oxygen level. Respiration of living organisms present in the water and the photosynthesis process there are factors with influence on maximum and minimum oxygenation levels. The values reached in February reveals that the content of plankton in the ponds was increased considerably throughout production causing Oxygen consumption in a period when there was low solar radiation. As phytoplankton reduce the photosynthesis process and consequently reduce the releasing of Oxygen, thus decrease the Oxygen available in the ponds.

Likewise, the reverse process also happens in periods of higher solar radiation. Due to the high level of plankton available in the nurseries, in periods of adequate solar radiation, the photosynthetic activity is high resulting in higher

traram-se dentro dos considerados adequados para a produção da tilápia *Oreochromis niloticus* segundo Leira *et al.* (2017).

Quando a faixa de transparência encontra-se entre 20 - 40 cm significa que há uma quantidade adequada de plâncton nos tanques que servem como fonte nutricional para larvas de peixes. No entanto, esse intervalo é relativo, pois não há consenso na literatura especializada quanto ao intervalo ideal de transparência. Os resultados também se aproximam dos encontrados por Leira *et al.* (2017) que obteve uma faixa de transparência entre 29,80 - 31,07 cm. Resultados reportados por Martins (2007) referentes à qualidade da água em viveiros de tilápia *Oreochromis niloticus* constataram que a caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas alcançou uma transparência da água entre 25 - 35 cm apresentando uma média de 30 cm. Em contrapartida, os resultados obtidos neste estudo, apresentam uma diferença considerável em relação aos resultados oferecidos por Mata (2018) que durante o estudo obteve uma transparência máxima de 23,5 cm.

A variação da temperatura variou de uma mínima de 21,8°C em dezembro a uma máxima de 29,7°C em janeiro, com a média registrada para ambas as lagoas no mesmo período de 25,75°C. Os dados mostraram que a temperatura mais baixa foi registrada logo no início da produção e, mesmo que o acontecido com a transparência, conforme o ciclo de produção se desenvolvia, a temperatura aumentava. Alguns autores afirmam que à medida que aumenta a matéria orgânica, aumenta também a temperatura da água nos tanques, pois a atividade alimentar dos peixes induz um aumento da temperatura Leira *et al.* (2017).

Os resultados obtidos encontram-se dentro da faixa de temperatura considerada ideal para a cultura da tilápia. De acordo com Borges (2009); Pereira & Silva (2012); Da Silva (2015) e Kubitzka (2017), temperaturas entre 25-30°C correspondem à faixa de temperatura ideal para a cultura da tilápia onde se manifesta o máximo de seu potencial de crescimento, maior estabilidade imunológica que resulta em maior resistência a doenças e conversão alimentar adequada. Resultados semelhantes foram relatados por Mata (2018) que descreveu que na avaliação da temperatura, o aceitável para o desenvolvimento dos peixes permaneceu dentro de uma média de 23,3°C com máximo ao redor de 26,5 e mínimo de 21°C.

O Oxigênio dissolvido durante o período avaliado variou entre 2 mg/L e 11,5 mg/L para os níveis mínimo e máximo respectivamente, ambos em fevereiro, atingindo uma média de 6,75 mg/L. A concentração de Oxigênio em lagoas de produção depende de fatores como a temperatura, em que locais mais frios permitem a maior concentração de Oxigênio dissolvido. Também a salinidade, em que os valores mais elevados oferecem o menor nível de Oxigênio. A respiração dos organismos vivos presentes na água e o processo de fotossíntese são fatores que influenciam nos níveis máximos e mínimos de oxigenação. Os valores alcançados em fevereiro revelam que o teor de plâncton nas lagoas aumentou consideravelmente ao longo da produção causando um consumo de Oxigênio em um período de baixa radiação solar. Como consequência da diminuição do fitoplâncton, consequentemente diminui o processo de fotossíntese e a liberação de Oxigênio, sendo reduzido assim o teor de Oxigênio disponível nas lagoas.

Da mesma forma, o processo inverso também ocorre em períodos de maior radiação solar. Devido ao alto nível de plâncton

Oxygen availability in the nurseries, hence both maximum and minimum levels of Oxygen availability are recorded at the same period. Such levels, are within those considered adequate for the survival of tilapia according to Borges (2009); Pereira & Silva (2012); Da Silva (2015) e Kubitzka (2017). Even though the lowest level (2 mg/L) was within the range considered as alert, it has no considerable negative influence because the period that fish was exposed to this value was short, mostly during the transition period between evening and morning. Mata (2018) reported similar results on limnology studies and its correlation with the productivity of tilapia *Oreochromis niloticus* when evaluating the variation of Oxygen levels. This author found that the data obtained on dissolved Oxygen showed a quality plateau with results between 6.92 - 9.63 mg/L. Authors such as Mercante *et al.* (2006); Barbosa *et al.* (2009); Dantas & Apolinário (2014) found values between 5, 0 and 12.0 mg/L.

The Hydrogen potential levels showed fluctuation between 8.80 to 6.2 mg/L having reached the maximum level of 8.80 mg/L in the month of February and the minimum level of 6.2 mg/L in the month of January being the recorded average in 7.5. These data inform that the pH levels increased throughout the production process, however, the numbers recorded for pH are within the range considered adequate for the cultivation of tilapia *Oreochromis niloticus* (Borges, 2009; Pereira & Silva, 2012; Da Silva, 2015, Kubitzka, 2017) with tolerance to the variations presented in the fishponds evaluated. These results are in accordance with the results presented by Leira *et al.* (2017), which on the evaluation of water quality for tilapia raised in ponds at the Institute Federal Fluminense (IFF) CAMPUS-CAMBUCI identified that the pH values considered normal in those conditions were around 7,93 - 7,96.

The last variable evaluated was total ammonia. Ammonia levels in the tilapia production ponds at Tchissola II farm ranged from 0.10 mg/L minimum recorded in December to 3.0 mg/L in February leading to an average of 1.55 mg/L. It is visibly noticeable that ammonia levels increased proportionally with the intensification of production. At first the level of 0.10 mg/L recorded in the month of January was considered within the ideal standards for tilapia (Borges, 2009; Pereira & Silva, 2012; Da Silva, 2015; Kubitzka, 2017).

On the other hand, the same authors consider the levels recorded in January and February as critical and lethal respectively, being unsuitable for production because can be toxic to the specie generating intoxication mortality problems. Similar results are reported by Mata (2018) who described an average of 2.07 mg/L and classified it as optimal for tilapia production in ponds. These studies emphasizes that continuous exposure of tilapia to irregular ammonia concentrations can lead to high fish mortality rates or make them more susceptible to disease presentation.

CONCLUSIONS

- From the evaluation of water quality parameters in tilapia production ponds at the Tchissola II farm in Chipipa commune, Huambo municipality, it was found that physical (tem-

peratura) disponível nos viveiros, em períodos de radiação solar adequada, a atividade fotossintética é elevada resultando em maior disponibilidade de Oxigênio, portanto, os níveis máximo e mínimo de disponibilidade deste elemento são registrados no mesmo período. Tais níveis, encontram-se dentro daqueles considerados adequados para a sobrevivência da tilápia segundo Borges (2009); Pereira & Silva (2012); Da Silva (2015) e Kubitzka (2017). Apesar de o nível mais baixo (2 mg/L) estar dentro da faixa considerada como alerta, não tem influência negativa considerável porque o período de exposição dos peixes a este valor foi breve, principalmente durante o período de transição entre a tarde e a manhã. Mata (2018) relatou resultados semelhantes em estudos de limnologia e sua correlação com a produtividade da tilápia *Oreochromis niloticus* ao avaliar a variação dos níveis de Oxigênio. Este autor constatou que os dados obtidos de Oxigênio dissolvido apresentaram um patamar de qualidade com resultados entre 6,92 - 9,63 mg/L. Autores como Mercante *et al.* (2006); Barbosa *et al.* (2009); Dantas & Apolinário (2014) encontraram valores entre 5, 0 e 12,0 mg/L.

Os níveis de potencial de Hidrogênio apresentaram uma oscilação entre 8,80 e 6,2 mg/L tendo atingido o nível máximo de 8,80 mg/L no mês de fevereiro e o nível mínimo de 6,2 mg/L no mês de janeiro sendo a média registrada em 7,5. Esses dados informam que os níveis de pH aumentaram ao longo do processo de produção, porém, os números registrados para pH estão dentro da faixa considerada adequada para o cultivo da tilápia *Oreochromis niloticus* (Borges, 2009; Pereira & Silva, 2012; Da Silva, 2015, Kubitzka, 2017) com tolerância às variações apresentadas nos viveiros avaliados. Esses resultados estão de acordo com os resultados apresentados por Leira *et al.* (2017), que na avaliação da qualidade da água para tilápia criada em viveiros do Instituto Federal Fluminense (IFF) CAMPUS-CAMBUCI identificou que os valores de pH considerados normais nessas condições estavam ao redor de 7,93 - 7,96.

A última variável avaliada foi amônia total. Os níveis de amônia nos tanques de produção de tilápia na Fazenda Tchissola II variaram de 0,10 mg/L - mínimo registrado em dezembro - a 3,0 mg/L em fevereiro, levando a uma média de 1,55 mg/L. É visível que os níveis de amônia aumentaram proporcionalmente com a intensificação da produção. A princípio o nível de 0,10 mg/L registrado no mês de janeiro foi considerado dentro dos padrões ideais para tilápia (Borges, 2009; Pereira & Silva, 2012; Da Silva, 2015; Kubitzka, 2017).

Por outro lado, os mesmos autores consideram os níveis registrados em janeiro e fevereiro como críticos e letais respectivamente, sendo inadequados para a produção, pois podem ser tóxicos para a espécie gerando problemas de mortalidade por intoxicação. Resultados semelhantes foram relatados por Mata (2018) que descreveu uma média de 2,07 mg/L e a classificou como ótima para a produção de tilápia em tanques. Esses estudos enfatizam que a exposição contínua da tilápia a concentrações irregulares de amônia pode levar a altas taxas de mortalidade de peixes ou torná-los mais suscetíveis à apresentação de doenças.

CONCLUSÕES

- A partir da avaliação dos parâmetros de qualidade da água em tanques de produção de tilápia na Fazenda Tchissola II na comuna de Chipipa, município de Huambo, verificou-se que

perature and transparency) and chemical (dissolved Oxygen and Hydrogen potential) parameters are within normal levels considered tolerable in tilapia production, although they tend to increase with the course of production.

- Ammonia levels reached inadequate proportions for tilapia production indicating that the management of the culture needs to be done with more caution minimizing the increase of the parameters with the progress of the production process.

os parâmetros físicos (temperatura e transparência) e químicos (Oxigênio dissolvido e potencial de Hidrogênio) estão dentro dos níveis normais considerados toleráveis em produção de tilápia, embora tenda a aumentar com o curso da produção.

- Os níveis de amônia atingiram proporções inadequadas para a produção de tilápia indicando que o manejo da cultura deve ser feito com mais cautela, minimizando o aumento dos parâmetros com o andamento do processo produtivo.

REFERENCES

- AGUILAR, M.J.; SCOTT, P.; DOMBAXE, M.: "Angola committed to growing sustainable aquaculture", *FAO Aquaculture Newsletter*, ISSN-1020-3443, (54): 40, 2016.
- ALFAKIT: *Manual de qualidade da água para a Aquicultura*, Embrapa, KT/KP, Brasil, 2020.
- BARBOSA, C.A.; FERREIRA, F.P. de M.; DE SOUZA, N.R.; BARBOSA, M.J.: "Avaliação da taxa metabólica do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), submetidas ao isolamento", [en línea] *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, ISSN-2175-3008, 4(2): 46-55, 2009. Disponível en: <http://www.ppg.revistas.uema.br>
- BORGES, A.M.: *Criação de tilápias*, [en línea] 46pp., Emater-DF, ISBN-1676-9279, 2009. Disponível en: <http://www.emater.df.gov.br>
- DA SILVA, G.F.: *Tilápia-do-Nilo Criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná*, [en línea] Ed. GIA, pp. 290, ISBN-978-85-60930-07-4, Curitiba, Paraná, Brasil, 2015. Disponível en: <http://www.gia.or.br>
- DANTAS, J.R.; APOLINÁRIO, M.O.: "Otimização do cultivo de tilápias *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada) em sistema de tanques-redê no açude boqueirão do cais, cuité-pb", [en línea] En: *XI Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande, 03, 04 e 05 de Nov*, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil, 2014. Disponível en: <http://www.revistas.ufeg.edu.br>
- FILIZOLA, F.H.; GOMES, F.M.A.; DE SOUZA, D.M.: *Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos*, Ed. Embrapa Meio Ambiente Jaguariúna, ISBN-85-85771-43-7, Brasil, 2006.
- KUBITZA, F.: *Piscicultura em Rondônia: a força de um setor organizado*, [en línea] 3-66 março/abrilpp., Revista Panorama da Aquicultura, 2017. Disponível en: <http://www.panoramadaaquicultura.com.br>
- LEIRA, H.M.; DA CUNHA, T.L.; BRAZ, S.M.; MELO, C.V.C.; BOTELHO, A.H.; REGHIM, S.L.: "Qualidade da água e seu uso em pisciculturas", [en línea] *Pubvet*, 11(1): 11-17 jan., 2017. Disponível en: <http://www.pubnet.com.br>
- MANJARREZ, J.A.; SCOTT, P.; DOMBAXE, M.: *Angola Committed to growing sustainable Aquaculture*, [en línea] FAO Aquaculture newsletter, 39pp., Roma. Italy, 2016. Disponível en: <http://www.fao.org/3/a-bc866e.pdf>
- MARTINS, Y.K.: *Qualidade da água em viveiro de tilápias (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas*, Dissertação de Mestrado, Instituto de pesca, Agencia paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, São Paulo, Brasil, 2007.
- MATA, D.A.: *Limnologia e sua correlação com a produtividade da Tilápia *Oreochromis niloticus**, [en línea] 254-265pp., Revista Agropecuária Científica no Semiárido, ISBN-1808-6845, 2018. Disponível en: <http://www.revistasufeg.edu.br>
- MERCANTE, C.T.J.; SILVA, D.; COSTA, S.V.: *Avaliação da qualidade da água de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo por meio do uso de variáveis abióticas e da clorofila a*, [en línea] Ed. RiMa Editora, Esteves, K. E. e Santçanna, C. L. (Org.) *Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana de São Paulo ed.*, pp. 240, São Paulo, Brasil, 2006. Disponível en: <http://www.researchgate.net>
- OLIVEIRA, L.: *Técnicas de Manejo de qualidade de água. Curso técnico II parte*, [en línea] 2017, Disponível en: <http://www.abccam.com.br>2017/07>
- OLIVEIRA, L.: *A importância de monitorar a qualidade da água na piscicultura. Curso técnico I parte*, [en línea] 2019, Disponível en: <http://www.embrapa.br>
- PEREIRA, A.C.; SILVA, R.F.: "Produção de tilápias", [en línea] *Niterói-RJ-Rio Rural*, ISSN-1983-5671,; 51, 2012. Disponível en: <http://www.DocPlayer.com.br>
- SENAR: *Piscicultura: manejo da qualidade da água*, [en línea] Ed. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, pp. 52, ISBN-978-85-7664-230-5, Brasília, Brasil, 2019. Disponível en: <http://www.cnabrazil.org.br>
- TIDWELL, H.J.: *Aquaculture production systems*, Ed. Wiley Online Library, World aquaculture society ed., vol. 434, pp. 415, ISBN-978-0-8138-0126-1, USA, 2012.

Florentina Amelia Luís-Chipepe, Professora, docente universitária, Mestre em Medicina Veterinária, Coordenadora do projeto de produção de tilápia, Faculdade de Medicina Veterinária do Huambo da Universidade José Eduardo dos Santos. Província de Huambo. Angola, e-mail: florentinachipepe@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1042-6349>

Raymundo Vento-Tielves, Profesor Titular, Centro de Estudios de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad de Pinar del Río. Cuba, e-mail: tielve@upr.edu.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1480-7783>

John Atkinson, Regular Professor, Researcher, Celta Academic, United Kingdom (UK), e-mail: johnmatk@btinternet.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2690-0173>

The authors of this work declare no conflict of interests.

This item is under license Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

The mention of trademarks of specific equipment, instruments or materials is for identification purposes, there being no promotional commitment in relation to them, neither by the authors nor by the publisher.