

FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA – FACENE/RN  
NÚCLEO DE PESQUISA E EXTENSÃO ACADÊMICA – NUPEA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOMEDICINA

ANA CAROLINE DOS REIS

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA EM RELAÇÃO  
ÀS OSCILAÇÕES DE pH E TEMPERATURA NO CULTIVO DE  
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Mossoró/RN  
2018

ANA CAROLINE DOS REIS

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA EM RELAÇÃO ÀS OSCILAÇÕES DE  
pH E TEMPERATURA NO CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade Nova Esperança  
de Mossoró como requisito para obtenção  
do Título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador (a): Prof<sup>ª</sup> Ma. Patrícia Mafra  
Bezerril.

Mossoró/RN  
2018

S375a

Reis, Ana Caroline dos.

Avaliação da concentração da amônia em relação às oscilações de pH e temperatura no cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)/ Ana Caroline dos Reis. – Mossoró, 2018.

37f.

Orientador: Prof. Ma. Patrícia Mafra Bezerril

Monografia (Graduação em Biomedicina) – Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró.

1. Amônia não ionizada. 2.pH - Temperatura. 3.Biomedicina. I. Título. II. Bezerril, Patrícia Mafra.

CDU 574

ANA CAROLINE DOS REIS

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA EM RELAÇÃO ÀS OSCILAÇÕES DE pH E TEMPERATURA NO CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO(*Oreochromis niloticus*)

Projeto de pesquisa apresentado à Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró como exigência para obtenção de título de Bacharel em Biomedicina, tendo obtido o conceito de \_\_\_\_\_, conforme a apreciação da Banca Examinadora constituída pelos professores:

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Ma. Patrícia Mafra Bezerril  
ORIENTADOR

---

Prof<sup>a</sup>. Ma. Crislânia Carla de Oliveira Morais  
MEMBRO

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Karoline Rachel Teodosio de Melo  
MEMBRO

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida e autor de meu destino.*

*Aos meus pais, Erenicce e José Expedito, pela paciência, resistência e educação que me foi dada.*

*Aos meus irmãos e amigos, por todas as vezes que me disseram o quanto eu sou capaz..*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que em sua infinita sabedoria colocou força em meu coração para vencer essa etapa de minha vida. A fé no Senhor, sem dúvidas, me ajudou a lutar até o fim.

Gostaria de agradecer minha família, especialmente minha mãe Erenice, que fez de tudo para tornar os momentos difíceis mais brandos. Obrigada, Jean Carlos e José Filho, irmãos queridos, por serem tão companheiros.

Sou grata a todos os professores que contribuíram com a minha trajetória acadêmica, por exigir de mim muito mais do que eu imaginava ser capaz de fazer, especialmente a professora Lídia Orrana, obrigada por esclarecer tantas dúvidas e ser tão atenciosa e paciente, a professora Patrícia Mafra, minha orientadora, obrigada pela paciência e compreensão.

Grata também, aos meus amigos e companheiros de trabalho Tarcísio Sales, Alex Oliveira e Felipe Serquiz, por todo apoio e companheirismo nas horas precisas.

Rafaela Oliveira, obrigada por cada abraço seu.

*“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá. ”*

*Ayrton Senna*

## RESUMO

A amônia pode estar na água sob duas formas: amônia ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) e amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), considerada mais tóxica. O equilíbrio entre as duas é regulado diretamente pelo Potencial Hidrogeniônico (pH) e temperatura, mas sua presença na água se deve principalmente à excreção direta dos peixes (fezes e urina) e adubos nitrogenados. Trata-se de uma pesquisa em campo com caráter experimental e abordagem quantitativa. A pesquisa foi realizada na empresa Famosa Pecuária e Piscicultura LTDA/SN, localizada no município de Icapuí-Ce divisa com o estado do Rio Grande do Norte. Desta forma, o objetivo principal do estudo é avaliar as concentrações da amônia não ionizada de acordo com as oscilações de pH e temperatura no cultivo de tilápia no Nilo, *Oreochromis niloticus*. A obtenção dos dados foram evidenciados através do teste de correlação de Pearson onde a temperatura 0,479 (influência moderada) e o pH 0,932 (influência forte) sobre os valores da amônia não ionizada (ANI). Em seguida foram criados modelos de regressão linear simples e múltipla. Este último, utilizando o procedimento step (Stepwise). Após as análises dos dados observou-se que ambos os parâmetros temperatura e pH influenciam positivamente nos valores da amônia não ionizada, entretanto o pH se destacou por seus valores serem fortemente influenciáveis na concentração da ANI, mas como também, a regressão múltipla dos dois parâmetros são positivamente proporcionais aos resultados da ANI.

**Palavras chave:** Amônia não ionizada, pH, temperatura.

## ABSTRACT

Ammonium can be found in water under two forms; ionized ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) and non-ionized ammonia ( $\text{NH}_3$ ), considered more toxic. The equilibrium between both is directly regulated by hydrogen-ionic potential (pH) and temperature, but its presence in water is mainly due to the direct excretion from fish (feces and urine) and nitrated compounds. The present is a field study with experimental character and quantitative approach. The research was performed in the enterprise Famosa Pecuária e Piscicultura LTDA/SN, located in the municipality of Icapuí, State of Ceará, at the border with the State of Rio Grande do Norte. Therefore, the main objective of the study is to evaluate the non-ionized ammonia concentrations according to the oscillations in pH and temperature in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultures. The pH of the data was evidenced by the Pearson correlation test under the temperature of 0.479 (moderate influence) and pH 0.932 (high influence) on the values of the non-ionized ammonia (ANI). The following were a model models of simple and multiple linear regression. The latter, using the step procedure (Stepwise). After the analysis of the data, it was observed that both temperature and pH parameters positively influence the values of the non-ionized ammonia, so the pH was highlighted by its magnitude values as strongly influenced in the ANI concentration, but also as a regression of the range of two parameters are positive results of ANI results.

**Keywords:** Non-ionized ammonia, pH, temperature, tilapia aquaculture.

## LISTA DE TABELAS:

Tabela 1 Concentração de $\text{NH}_3$ (%) sob a amônia total em relação o pH .....	21
Tabela 2- Níveis de $\text{NH}_3$ em ppm e consequências no cultivo de peixes.....	28
Tabela 3-Estatística descritiva das diferentes variáveis estudadas (n=33).....	30
Tabela 4- Valores de correlação r (p-valor) a amônia em relação à temperatura e pH.....	30
Tabela 5-Regressão linear simples da ANI (amônia não ionizada) para pH e temperatura....	31

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES:**

Figuras A e B-estrutura física dos tanques de cultivo da tilápia.....	24
Figura C- vista superior da estrutura de cultivo da empresa Famosa Pecuária e Piscicultura LTDA.....	25
Imagem 1- reagentes para obter os valores da amônia total e equipamento Multiparâmetro utilizado para à análise do pH e temperatura.....	26

## **LISTA DE GRÁFICOS:**

Gráfico 1- Abordagem da influência da variável ANI em função da temperatura por regressão linear simples.....	34
Gráfico 2- Representação da linearidade para a variável ANI (mg/L) em função do pH.....	34
Gráfico 3- Distribuição (%) das amostras (n=33) de acordo com a toxicidade.....	36

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1-- Concentração de Amônia Não Ionizada – ANI, a partir da temperatura e Ph.....26

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS E SÍMBOLOS

ANI	Amônia não ionizada
mg/L	Miligramas por Litro
mg	Miligramas
-OH	Hidroxila
NAT	Nitrogênio Amoniacal Total
pH	Potencial Hidrogeniônico
ppm	Partes por Milhão

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	16
1.2 HIPÓTESE .....	18
<b>1.3 OBJETIVOS .....</b>	<b>19</b>
1.3.1 OBJETIVOS GERAIS .....	19
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
2.1 TILÁPIA DO NILO .....	20
2.2 QUALIDADE DA ÁGUA .....	21
2.3 PARÂMETROS FUNDAMENTAIS PARA QUALIDADE DE ÁGUA NO CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO .....	22
2.3.1 Amônia .....	22
2.3.2 Temperatura .....	23
2.3.3 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	25
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>26</b>
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	26
3.2 LOCAL DA PESQUISA .....	26
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	28
3.4 ANÁLISES DOS PARÂMETROS.....	29
3.4.1 Amônia .....	29
3.4.2 Temperatura .....	30
3.4.3 Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	30
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>31</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

Existe uma complexidade de fatores e/ou parâmetros que podem interferir diretamente nas reações químicas do cultivo intensivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), reações estas que podem atuar diretamente na água que vivem, como também na fisiologia do animal, dentre estes, as concentrações de amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) que sofrem influência direta do Potencial Hidrogeniônico (pH) e da temperatura.

De acordo com Duarte (2011), a amônia encontra-se normalmente em ambientes aquáticos sob duas formas, amônia ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) e amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), sendo esta considerada a forma mais tóxica e de interesse no trabalho, a soma das concentrações é chamada de amônia total e/ou nitrogênio amoniacal total.

O potencial hidrogeniônico é um parâmetro de extrema importância para a manutenção do equilíbrio no ambiente aquático considerando suas alterações e as condições que o meio oferece, por exemplo, a respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição são os cinco fatores que causam a mudança de pH na água, caracterizando a mesma como ácida (0 a 6) ou neutra (7,0) ou alcalina (8 a 14). A escala de pH compreende valores de 0 a 14 como regra geral, valores de pH entre 6,5 até 9,0 são mais adequados à produção de peixes. Valores abaixo ou cima desta faixa podem prejudicar o crescimento e a reprodução, e em condições extremas, causar a morte dos peixes (KUBITZA, 2017).

Segundo Leite (2009), a temperatura é definida como a medida da intensidade de calor, sendo um parâmetro importante, pois, influencia em algumas propriedades da água. Ela desempenha um papel significativo sobre todos os organismos aquáticos, como também, da maioria dos parâmetros físicos, químicos e biológicos refletindo na vida aquática presente nas unidades de cultivo.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), é um peixe onívoro, rústico, que é facilmente adaptável a sistemas intensivos de criação, tolerando mudanças bruscas de parâmetros e elevadas concentrações de amônia (tolerância de  $\text{NH}_4^+$  8,0 mg/L, acima deste valor é letal para os peixes) (KUBITZA, 2017).

Com relação ao criatório de tilápias em tanques revestidos com lona, estes apresentam diferencial de um ciclo de reprodução muito mais rápido, devido à aeração (remoção de substâncias aromáticas voláteis) que a água sofre constantemente, podendo ser

reutilizada a água para nutrição do solo, já que a mesma possui oxigênio e ar atmosférico. A proposta do cultivo com a lona é uma produção muito mais eficiente, não havendo trocas de substâncias entre a água e solo diminuindo possíveis reações no meio (SANSUY, 2018).

Desta forma, a pesquisa foi realizada na empresa Famosa Pecuária e Piscicultura LTDA, antiga Del Rey, que executa o cultivo intensivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques de lona a cerca de dez anos, tendo como finalidade a comercialização da matéria prima para fins lucrativos.

Assim, conhecer a qualidade e monitoramento do ambiente aquático envolve uma prática que permite avaliar quais possíveis fatores ou fenômenos podem interferir direta ou indiretamente nos sistemas de cultivo.

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar as concentrações da amônia não ionizada tendo como foco as oscilações do pH e temperatura no cultivo intensivo de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques de lona na empresa Famosa Pecuária e Piscicultura LTDA.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

As pesquisas que envolvem a piscicultura estão diretamente relacionadas com as condições físicas, químicas e biológicas onde ela está situada, sendo influenciada por vários determinantes da qualidade da água em taques recobertos por lonas. Logo, a amônia tem se destacado com um dos fatores restritivos na criação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (URBINATI; CARNEIRO, 2004).

A amônia tóxica, não-ionizada ( $\text{NH}_3$ ), aumenta no meio, proporcionalmente com o aumento do pH e temperatura. É sabido que o pH é considerado um dos

parâmetros que mais interfere no deslocamento de equilíbrio entre a amônia ionizada e não-ionizada. (PEREIRA; MERCANTE, 2005).

Para manter-se em equilíbrio a amônia depende diretamente do pH e da temperatura, desta forma, o aumento da temperatura eleva a toxicidade da amônia. A espécie do peixe cultivado interfere na resistência aos níveis de amônia podendo ser maior ou menor. Concentrações de amônia abaixo de 0,24 mg/L são considerados adequados para tilápias. Entretanto quando a concentração de amônia se eleva gradualmente durante o cultivo, permite

uma gradual adaptação das tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a um nível de amônia tóxico mais elevado (DUARTE, 2011).

Desta forma, o estudo disponibilizará de resultados comprobatórios de que pode haver uma relação da concentração da amônia não ionizada de acordo com as alterações do pH e temperatura no cultivo semi-intensivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques recobertos por lonas.

## 1.2 HIPÓTESE

A concentração da amônia não ionizada sofre alterações diretas em relação às oscilações do pH e temperatura no cultivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo geral

Avaliar as concentrações da amônia no cultivo intensivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na empresa Famosa Pecuária e Piscicultura visando contribuir com um melhor entendimento da dinâmica sob as oscilações do pH e temperatura.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Analisar a influência dos parâmetros amônia, pH e temperatura no cultivo intensivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na empresa Famosa Pecuária e Piscicultura
  - ✓ Avaliar a concentração da amônia não ionizada;
  - ✓ Avaliar a concentração do pH;
  - ✓ Avaliar a concentração da temperatura;
  - ✓ Comparar os resultados obtidos com outras referências estudadas, descrevendo a relação direta entre os parâmetros.
- ✓ Analisar os dados através da comparação estatística.

## 2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Estudos confirmam que na década de setenta houve a introdução da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. Um número pequeno de exemplares foi trazido da África para Pentecostes no Ceará no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Porém, ocorreu em caráter experimental e a tentativa de disseminação da espécie malogrou em função do nível de conhecimento rudimentar e desconhecimento nas técnicas de manejo (GURGEL & FERNANDO, 1994; SILVA et al., 2015).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é de origem africana, sendo ela, a espécie mais cultivada no planeta. Ela se destaca por apresentar características como o crescimento acelerado, levar mais tempo até alcançar a idade reprodutiva (atingindo maior tamanho antes da primeira reprodução) e alta prolificidade (proporcionando a produção de grandes quantidades de alevinos). Seu cultivo é frequentemente realizado em viveiros e tanques-rede (SILVA et al., 2015).

A espécie é considerada como uma das preferidas no espaço da piscicultura nacional, devido à ótima relação custo/benefício para os consumidores, a alta qualidade da sua carne, de sabor suave, cor branca e textura firme. Entre as espécies cultivadas no país a tilápia destaca-se por sua resistência a doenças, tolerância ao cultivo em altas densidades e em ambientes adversos e estressantes, tornando-se assim, a principal no quesito nacional. Em função da sua distribuição abrangente no mercado, os estoques das tilápias tem sido mundialmente explorados, necessitando de estudos atuais acerca do assunto (DE JESUS AZEVEDO et al., 2018; SILVA et al., 2015).

## 2.2 QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo o Ministério do Meio Ambiente na Lei nº 9.433/1997, também conhecida como Lei das Águas, a água é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico.

A água é uma substância essencial e compõe toda estrutura química e biológica dos organismos, além de ser o hábitat destes. Desta forma, as suas características regularizam de forma eficaz o metabolismo do ecossistema e as variações climáticas e geográficas. Diversos fatores podem desencadear alterações em sua composição e nas condições que a água pode oferecer, interferindo na fauna e nas relações entre outros organismos aquáticos (HEIN, 2006).

Avaliar e monitorar os parâmetros físicos, químicos e biológicos é fundamental para o êxito em qualquer sistema de produção, evitando, muitas vezes, a ocorrência de grandes prejuízos por desequilíbrios que ocasionam uma má qualidade da água e consequentemente o mau desempenho da flora e fauna do meio (MERCANTE et al., 2007).

O conhecimento e acompanhamento da qualidade de água são importantíssimos e se fazem necessários, não só como forma de precaução, mas como enfraquecimento e morte dos organismos cultivados, também visando a um adequado manejo do sistema de criação, com melhor utilização da água, controle da alimentação, comportamento dos organismos e possível reutilização para outros fins (SILVA; FERREIRA; LOGATO, 2007).

## 2.3 PARÂMETROS FUNDAMENTAIS PARA QUALIDADE DA ÁGUA NO CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Existe uma gama de fatores que influenciam na qualidade da água no cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), fatores esses, que atuam direta ou indiretamente. Neste trabalho serão destacados, de acordo com o objetivo do mesmo, os parâmetros amônia [com ênfase na amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ )], pH e temperatura.

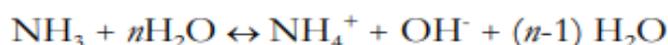
De acordo com Silva, Ferreira e Logato (2007) os parâmetros descritos são fundamentais para garantir a qualidade da água, pois é através dela que se determina sobrevivência da fauna e flora predominantes.

### 2.3.1 Amônia

A amônia encontra-se na água sob duas formas: amônia ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) e amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), considerada mais tóxica. O equilíbrio entre as duas é regulado diretamente pelo pH e temperatura, mas sua presença na água se deve principalmente à excreção direta dos peixes (fezes e urina) e adubos nitrogenados. A faixa que nivela a toxicidade é de 0,6 ppm (partes por milhão) e 2,0 ppm e níveis acima deste último valor pode ser letal para os peixes (MEDEIROS; MORAES, 2013).

Com os kits de análise de água pode-se obter a concentração total de amônia, ou seja,  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NH}_3$  juntos, sendo o pH da água um determinante do percentual total. A forma  $\text{NH}_3$  é uma molécula de menor tamanho e sem carga, assim, consegue atravessar membranas celulares mais facilmente por difusão simples. Por esse motivo o  $\text{NH}_3$  é considerado mais tóxico que o  $\text{NH}_4^+$  quando presentes na água. (KUBTIZA, 2017).

Como relatado, a amônia total na água encontra-se sob duas formas, sendo representadas pela seguinte equação de equilíbrio (DOS REIS MARTINEZ; AZEVEDO; WIN KALER, 2006; EMERSON et al.,1975):



Na **tabela 1**, pode-se observar a porcentagem de amônia na forma tóxica ( $\text{NH}_3$ ) em relação à amônia total de acordo com o pH na água doce.

**Tabela 1- Concentração de  $\text{NH}_3$  (%) sob a amônia total em relação o pH**

pH	Porcentagem de ( $\text{NH}_3$ ) sobre a amônia total.
6,5	0,22%
7,0	0,75%
7,5	2,2%
8,0	6,6%
8,5	18,4%
9,0	41,7%
9,5	69,2%
10	87,7%

FONTE: Panorama da AQUICULTURA, novembro/dezembro 2017

A razão  $[\text{NH}_3]/[\text{NH}_4^+]$  depende do pH e do valor de uma constante de equilíbrio, sendo esta, função da temperatura e dos demais componentes iônicos da água. De acordo com a **tabela 1**, quando o pH é inferior a 8,5, poderá passar de alcalino para neutro ou ácido, verificando-se que  $\text{NH}_4^+$  predomina. Enquanto o pH acima desse valor (caracterizado como alcalino) prevalece o  $\text{NH}_3$ . Desta forma, quanto mais elevado for o pH, maior será o percentual de amônia na forma tóxica (PEREIRA; MERCANTE, 2005).

### 2.3.2 Temperatura

A temperatura da água destaca-se como sendo um dos principais fatores que atuam nos fenômenos químicos e biológicos existentes em um cultivo. Todas as atividades fisiológicas da espécie como respiração, digestão, reprodução, alimentação, dentre outras, estão intimamente ligadas a este parâmetro (SILVA, FERREIRA e LOGATO, 2007).

Andrade (2008), afirma que a temperatura não é considerada um parâmetro químico da qualidade da água, mas sim um parâmetro físico, desempenhando função importantíssima sobre a fauna e os outros parâmetros químicos presentes na água.

A temperatura atua diretamente sobre a taxa ou cinética das reações químicas, nas estruturas proteicas e funções enzimáticas dos organismos, desta forma, as atividades

biológicas dos organismos aquáticos sofrem constantes alterações consequentes das frequentes modificações comportamentais do meio aquático. A dissolução dos gases nos líquidos é inversamente proporcional à temperatura, ou seja, quanto mais elevada for à temperatura de um líquido, menor a possibilidade desse líquido reter os gases. Sabe-se que a elevação de 5°C na temperatura da água, pode alterar em 50% os efeitos tóxicos de certas substâncias e reduzir o tempo de sobrevivência da fauna residual, o que explica as mortandades em algumas regiões cuja temperatura constante é elevada e certamente à qualidade da água não venha a ser considerada ótima (ISMIÑO-ORBE; ARAUJO-LIMA; GOMES, 2003; PÁDUA, 2003).

Existe uma faixa de temperatura limítrofe para os organismos aquáticos e para a qualidade da água, acima de 32°C e abaixo de 27°C causa a redução de apetite e do crescimento, e abaixo de 18°C o há uma supressão do sistema imunológico. Temperaturas na faixa de 8°C a 14°C geralmente são letais, dependendo de espécie, linhagem e condição corporal dos peixes e do ambiente (HEIN, 2006).

Temperaturas acima de 32°C e abaixo de 27°C reduzem o apetite e o crescimento. Abaixo de 20°C o apetite fica extremamente reduzido e aumenta os riscos de doenças. Temperaturas abaixo de 14°C geralmente são letais as tilápias. Como ilustra o modelo abaixo (KUBITZA, 2000).



### 2.3.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Pode-se definir o pH, como logaritmo negativo da concentração molar de íons hidrogênio que expressa se uma solução está ácida ou alcalina, além de ser influenciado pela quantidade de íons hidrogênio ( $H^+$ ) e hidroxila (OH), ainda é afetado fortemente por sais, ácidos e bases que ocorram no meio. A faixa de pH varia de 1,0 a 14,0 sendo que abaixo de 5,0 é fatal e acima de 11,0 é letal para maioria dos peixes (CAMPECHE et al., 2011; HEIN, 2006).

O dióxido de carbono e os sais da solução são os principais fatores determinantes do pH. Para a medição de pH, recomenda-se fazer duas leituras por dia, no início e no fim do dia, utilizando aparelhos eletrônicos, indicadores tipo fita ou líquido. Alterações bruscas nos valores de pH são importantes fatores de estresse para os peixes e para outras reações no meio aquático. Episódios como esses, devem ser identificados os motivos que provocaram alterações tão bruscas e buscar uma resolução. (MEDEIROS; MORAIS, 2013).

Kubitza (2000) relata que quando a exposição das tilápia a pH baixo, apresentam sinais de asfixia, semelhante a níveis críticos de oxigênio. Para as tilápias o pH da água deve ser mantido entre 6 a 8,5, caso contrário os peixes começam a desenvolver alterações em sua fisiologia, a acidez em excesso causa aumento na secreção de muco, irritação e inchaço nas brânquias, culminando com a destruição do tecido branquial, logo a morte da população do viveiro.

### 3.0 METODOLOGIA

#### 3.1 TIPO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa em campo com caráter experimental e abordagem quantitativa. Em uma pesquisa experimental determina-se um objetivo de estudo, selecionando as variáveis capazes de influenciar e interferir nos resultados, desta forma, define-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Neste estudo é importante que haja um planejamento rigoroso com uma formulação exata do problema e das hipóteses (delimitação de variáveis precisas e controladas que atuam no fenômeno estudado) (FANTINATO, 2015). O método quantitativo dispõe de resultados que são quantificados através de técnicas, dados numéricos, por exemplo. Assim torna-se um método que garante resultados mais fidedignos em uma pesquisa. (RICHARDSON, 2011).

#### 3.2 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na empresa Famosa Pecuária e Piscicultura LTDA/SN, localizada no município de Icapuí-CE divisa com o estado do Rio Grande do Norte, uma empresa de caráter privado que trabalha com a piscicultura a cerca de dez anos, a fim de comercializar o peixe da espécie *Oreochromis niloticus*, popularmente conhecida por tilápia do Nilo.

As figuras A e B ilustram a estrutura física dos tanques de cultivo da tilápia, onde foi realizada a pesquisa.



Figura A

FONTE PRÓPRIA- Imagens dos tanques de cultivo de tilápia



Figura B

FONTE PRÓPRIA- Imagens dos tanques de cultivo de tilápia

A **figura C** mostra a vista superior da estrutura de cultivo da empresa Famosa Pecuária e Piscicultura LTDA.



Figura C

FONTE: GOOGLE MAPS- A chave, indica os tanques de piscicultura da Famosa Pecuária e Piscicultura (Agrícola Famosa LTDA)

### 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A avaliação foi realizada em amostras de água coletadas em diferentes tanques, no horário da tarde, uma vez por semana, durante oito semanas para melhor obtenção dos resultados. Serão constatados como valores fixos aqueles que chegarem à máxima e mínima concentração da  $\text{NH}_3$ . Os testes de amônia serão obtidos através do uso de reagente químicos da marca Alfakit, atualmente utilizada pela empresa, e a temperatura e pH serão feitos através do multiparâmetro portátil da marca Akso. Todas as avaliações serão realizadas *in situ*.

As variáveis avaliadas serão concentração da amônia não ionizada, pH e temperatura, todos esses parâmetros analisados nos mesmos horários, os dados obtidos foram tabelados, para uma melhor visualização e processamento dos dados, a análise dos resultados será conforme a metodologia de Simões (2012).

A coleta foi realizada durante os meses agosto e setembro de 2018 em tanques lonados que suportam cerca de  $500 \text{ m}^3$  de água; toda água é oriunda de poços através de bombeamento. Foram analisados 5 tanques e coletado uma amostragem de água de cada um dos tanques uma vez ao dia, cujo material foi utilizado para análise de todos parâmetros, temperatura, pH e amônia. Estão ilustrados a seguir, os materiais utilizados nesta pesquisa:

A **imagem 1**, ilustra os reagentes para obter os valores da amônia total, que se subdividem em amônia indotest 1, 2 e 3, mas como também, representam o equipamento Multiparâmetro utilizado para à análise do pH e temperatura.

**Imagem 1: amonia indotest e Multiparâmetro**



FONTE PRÓPRIA. 2018.

### 3.4 ANÁLISE DOS PARÂMETROS

Os dados resultantes ao final da pesquisa foram expressos em valores de média, desvio padrão bem como mínimos, máximos, frequência simples e porcentagem através do programa estatístico SPSS versão 23.0.

#### 3.4.1 Amônia

Para calcular a quantidade de amônia não ionizada presente numa determinada amostra de água, multiplica-se o Nitrogênio Amoniacal Total (NAT) pelo fator selecionado de acordo a **quadro 1**, utilizando-se para isso o pH e a temperatura da água encontrados por teste específico e leitura. Medem-se primeiro esses valores, para depois fazer o teste de amônia. Ou seja, verifica-se a temperatura e pH da água, cruza-se na tabela os valores obtidos, encontrando o fator de multiplicação a ser utilizado e por fim, faz-se o teste de amônia, onde se encontra uma concentração de NAT (SIMÕES, 2012).

A **quadro 1**, mostrará como as diferentes concentrações de  $\text{NH}_3$  em ppm (partes por milhão) agem no meio aquático.

**Tabela 2- Concentração de Amônia Não Ionizada – ANI, a partir da temperatura e Ph**

TEMPERATURA														
pH	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
7,0	.0013	.0016	.0018	.0022	.0025	.0029	.0034	.0039	.0046	.0052	.0060	.0069	.0080	.0093
7,2	.0021	.0025	.0029	.0034	.0040	.0046	.0054	.0062	.0072	.0083	.0096	.0110	.0126	.0150
7,4	.0034	.0040	.0046	.0054	.0063	.0073	.0085	.0098	.0114	.0131	.0150	.0173	.0198	.0236
7,6	.0053	.0063	.0073	.0086	.0100	.0116	.0134	.0155	.0179	.0206	.0236	.0271	.0310	.0369
7,8	.0084	.0099	.0116	.0135	.0157	.0182	.0211	.0244	.0281	.0322	.0370	.0423	.0482	.0572
8,0	.0133	.0156	.0182	.0212	.0247	.0286	.0330	.0381	.0438	.0502	.0574	.0654	.0743	.0877
8,2	.0210	.0245	.0286	.0332	.0385	.0445	.0514	.0590	.0676	.0772	.0880	.0998	.1129	.1322
8,4	.0328	.0383	.0445	.0517	.0597	.0688	.0790	.0904	.1031	.1171	.1326	.1495	.1678	.1948
8,6	.0510	.0593	.0688	.0795	.0914	.1048	.1197	.1361	.1541	.1737	.1950	.2178	.2422	.2768
8,8	.0785	.0909	.1048	.1204	.1376	.1566	.1773	.1998	.2241	.2500	.2774	.3062	.3362	.3776
9,0	.1190	.1368	.1565	.1782	.2018	.2273	.2546	.2836	.3140	.3456	.3783	.4116	.4453	.4902
9,2	.1763	.2008	.2273	.2558	.2861	.3180	.3512	.3855	.4204	.4557	.4909	.5258	.5599	.6038
9,4	.2533	.2847	.3180	.3526	.3884	.4249	.4618	.4985	.5348	.5702	.6045	.6373	.6685	.7072
9,6	.3496	.3868	.4249	.4633	.5016	.5394	.5762	.6117	.6456	.6777	.7078	.7358	.7617	.7929
9,8	.4600	.5000	.5394	.5758	.6147	.6499	.6831	.7140	.7428	.7692	.7933	.8153	.8351	.8585
10	.5745	.6131	.6498	.6844	.7166	.7463	.7735	.7983	.8207	.8408	.8588	.8749	.8892	.9058

FONTE: (AquaBrasilis; SIMÕES, 2012).

A **Figura 3** mostrará como as várias concentrações de  $\text{NH}_3$  em ppm podem agir nos diferentes meios aquáticos no cultivo de peixes.

**Figura 3- Níveis de  $\text{NH}_3$  em ppm e conseqüências no cultivo de peixes**

Até 0.005 ppm	Estresse contínuo, problemas a médio e longo prazo.
0.005 e 1.0 ppm	Indeterminado; poucas mortes “inexplicáveis” há mortandades massivas, ou estresse contínuo, com surgimento de doenças oportunistas.
1.0 a 2.0 ppm	Morte de grande parte, independentemente de espécie, tamanho, idade etc.. entre 1 a 4 dias.

FONTE: (AquaBrasilis; SIMÕES 2012.)

### 3.4.2 Temperatura

Durante a pesquisa, também foi observada a temperatura máxima e mínima da água, obtidas com um equipamento multiparâmetro, instalado a cerca de 1 metro de profundidade submerso na área dos tanques.

### 3.4.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

A leitura foi realizada utilizando o multiparâmetros com a sonda do indicador de pH. Os valores encontrados ajudaram a determinar o quanto da amônia total está na forma tóxica e não tóxica.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação dos parâmetros que podem interferir diretamente nas reações químicas do cultivo intensivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), foi realizada por meio das variáveis apresentadas na **tabela 4**.

Para obter os valores da amônia não ionizada seguiu-se o modelo da tabela de Simões 2012. Verificou-se a temperatura e pH da água, cruzou-se na tabela os valores, encontrando o fator de multiplicação a ser utilizado e por fim, faz-se o teste de amônia, onde se encontra uma concentração de NAT e em seguida multiplicou-se o valor do NAT pelo fator de multiplicação.

Durante a coleta de dados foram levadas em considerações algumas observações, por exemplo, o reforço de aeração em um dos tanques e renovação de água. Desta forma podem haver algumas alterações durante a aquisição dos dados.

Após análise dos pressupostos paramétricos, a relação entre as variáveis pH e temperatura na quantidade de amônia foi evidenciada através do teste de correlação de Pearson. Em seguida foram criados modelos de regressão linear simples e múltipla. Este último, utilizando o procedimento step (Stepwise). A seleção do melhor modelo criado baseou-se no coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Valores de  $p < 0,05$  foram considerados significativos.

Pode ser observado na **tabela 4** que há uma pequena variação nas temperaturas durante o experimento. De acordo com Kubitzka (2000) as temperaturas estão dentro da faixa ideal (27°C a 32°C), favorecendo o crescimento das tilápias, entretanto, tais valores podem interferir diretamente nas taxas de decomposição da matéria orgânica da água e no aumento das concentrações de amônia tóxica. Sendo que de acordo com o mesmo autor, grandes variações de temperatura poderiam provocar estresse nos animais diminuindo assim a produtividade.

Os valores de pH (**tabela 4**) estão situados entre 7,0 e 8,4, considerando sua concentração máxima e mínima, valores estes dentro dos recomendados por Kubitzka (2017), no qual determina que os valores estejam entre 6 a 8,5. Estes dados podem ser considerados satisfatórios, pois de acordo com o mesmo autor, em tanques com pH fora da faixa recomendada ocorre diminuição na produtividade dos peixes, e em valores de pH abaixo de 4,5 e acima de 10,5 pode ocorrer mortalidade, sendo que o Ph alto, aumenta os riscos de toxidez de amônia.

De acordo com Mercante (2005), concentrações de amônia não ionizada acima de 0,02mg/L são suficientes para induzir uma toxidez crônica, levando a uma diminuição do

crescimento e da tolerância dos peixes a doenças e, segundo Moro (2013), valores de 2,0 a 3,0 mg/L são letais para os peixes. Os valores observados para a variável amônia estão acima da faixa e bem abaixo da faixa letal para peixes informada por Moro (2013). Representados pela mínima de 0,003 mg/L, a máxima em 0,299 mg/L e desta forma a média dada por 0,096 mg/L, a partir da aplicação na estatística descritiva. O **N=33** representa o número de observações válidas quando retirados Outliers (método estatístico que determina a quantidade de desvios padrões).

**Tabela 4**-Estatística descritiva das diferentes variáveis estudadas (n=33)

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Temperatura	26,6	7,5	24,0	28,0
pH	7,55	0,50	7,0	8,4
ANI (mg/L)	0,096	0,114	0,003	0,299

ANI = Amônia não ionizada

A **tabela 5**, descreve sobre a correlação linear (obedecendo ao modelo de correlação de Pearson) entre os parâmetros pH, temperatura e amônia não ionizada, desta forma explica o grau de linearidade entre as variáveis. Dancey e Reidy (2005) afirmam para uma classificação moderadamente distinta valores entre  $r = 0,10$  até  $0,30$  são distribuídos como fraco,  $r = 0,40$  até  $0,6$  moderado;  $r = 0,70$  até  $1$  forte.

Como pode ser observado na **tabela 5**, há uma correlação linear positiva entre os parâmetros pH e amônia e temperatura e amônia. Nos resultados expressos abaixo, a correlação entre Temperatura e Amônia não ionizada (ANI) é  $0,479$  e entre o pH e a ANI é  $0,932$ . A relação entre os parâmetros é positiva, isto é, conforme a temperatura e o pH aumentam a ANI aumenta.

Desta forma, os valores indicados na **tabela 5**, apontam que, a correlação entre a temperatura e a ANI pode ser classificada como moderada e entre o pH e a ANI considera-se forte, obedecendo a afirmação de Dancey e Reidy (2005).

**Tabela 5**– Valores de correlação  $r$  (p-valor) a amônia em relação à temperatura e pH

Variáveis	pH	Temperatura
Temperatura	$0,479 (0,005^*)$	
ANI	$0,932 (<0,001^*)$	$0,563 (<0,001^*)$

ANI = Amônia não ionizada; \* Significância estatística ( $p < 0,05$ )

Na **tabela 6**, é representado o modelo de regressão linear simples, que constitui uma tentativa de estabelecer uma equação matemática linear (linha reta) que descreva o relacionamento entre duas variáveis, que por sua vez, apresenta a relação causa e efeito de um problema. Neste modelo destaca se há relação ou não dos valores de ANI em função das variáveis pH e da temperatura respectivamente (LAPONNI, 1997, p.344).

Neste caso, os valores da **tabela 6** mostram que tanto o pH (0,865) quanto a temperatura (0,316) explicam, individualmente que existe relação linear entre as variáveis, onde o pH demonstra ter forte influência sob a ANI e a temperatura apresenta influência razoável, obedecendo a equação de regressão descritos na tabela abaixo.

**Tabela 6** – Regressão linear simples da ANI (amônia não ionizada) para pH e temperatura.

Modelos	Variável	R <sup>2</sup>	Equação de regressão
Linear simples	pH	0,865	$\hat{Y} = -1,49 + 0,210* \text{pH}$
	Temperatura	0,316	$\hat{Y} = -1,07 + 0,044* \text{temperatura}$

R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinação;  $\hat{Y}$  = ANI (mg/L)

Desta forma, os resultados podem ser expressos nos **gráficos 1 e 2**, ilustrando sobre o grau de linearidade (linha reta) entre as variáveis temperatura e ANI (**gráfico 1**) e pH e ANI (**gráfico 2**), aplicados segundo a equação de regressão  $\hat{Y} = -1,49 + 0,210* \text{pH}$  e  $\hat{Y} = -1,07 + 0,044* \text{temperatura}$  respectivamente, onde  $\hat{Y}$  representa a variável ANI.

Gráfico 1

Abordagem da influência da variável ANI em função da temperatura por regressão linear simples.

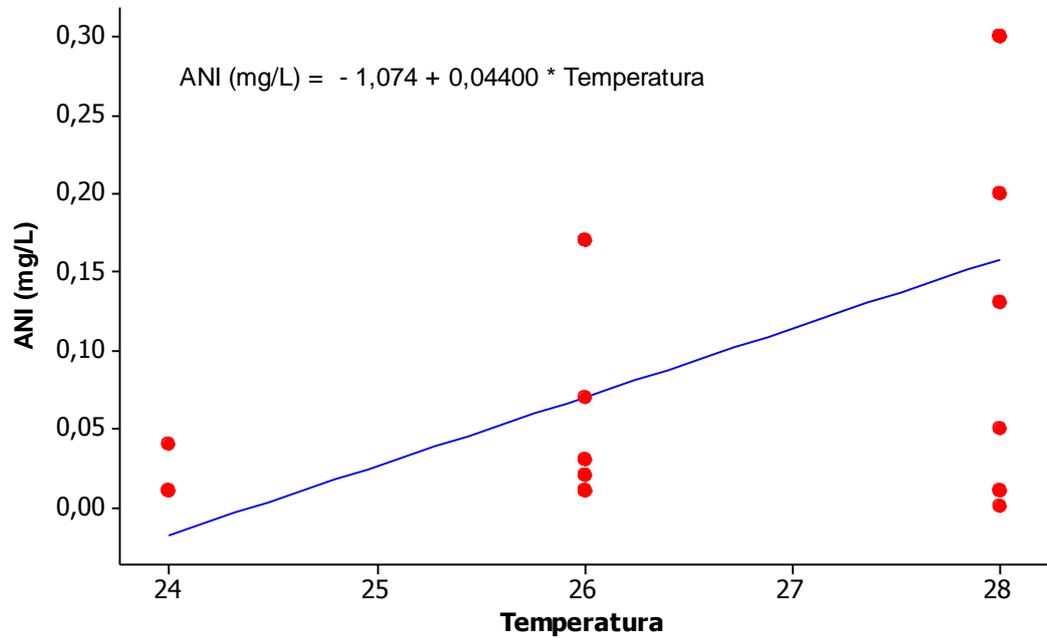
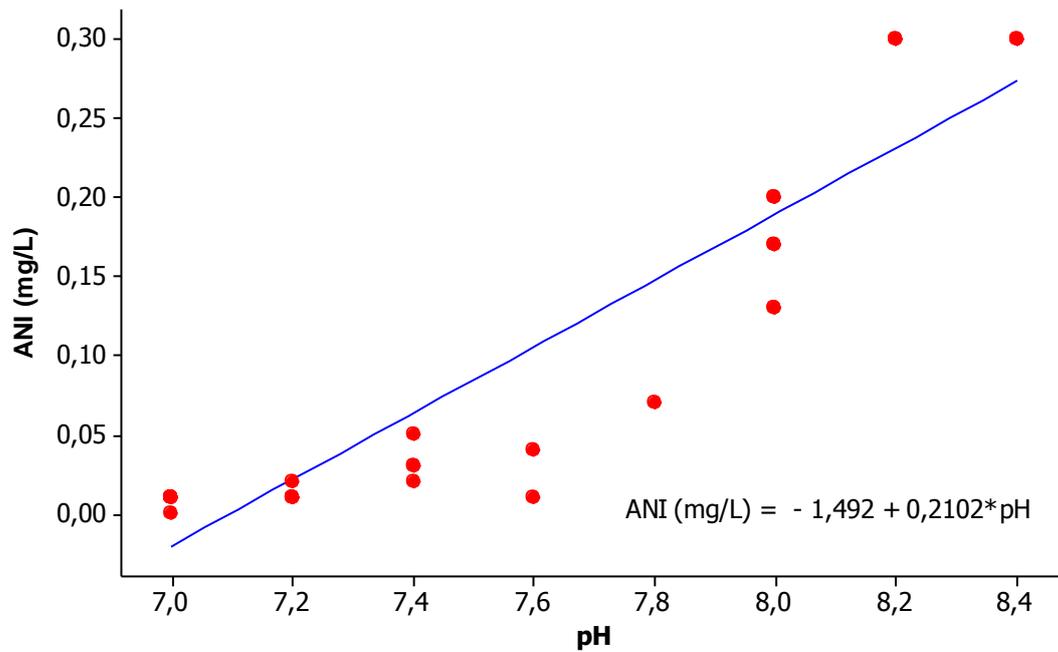


Gráfico 2

Representação da linearidade para a variável ANI (mg/L) em função do pH.



Ao contrário da regressão simples, a regressão linear múltipla analisa as relações entre duas ou mais variáveis explicativas (GUJARATI; PORTER, 2011). A **tabela 7**, descreve o quão significativo são as variáveis pH e temperatura em função da regressão múltipla da ANI. A variável pH e temperatura apresentaram  $R^2 = 0,882$ , o que vale afirmar o quanto essas variáveis juntas podem influenciar fortemente nos valores da ANI seguindo a equação de regressão linear múltipla onde  $\hat{Y} = -1,68 + 0,194 * \text{pH} + 0,0119 * \text{Temperatura}$ .

Aplicou-se também, a análise da normalidade de Shapiro-Wilk que determina se a população possui distribuição normal. Portanto, um valor de  $p < 0.05$  indica que houve a rejeição a hipótese nula, ou seja, seus dados não possuem distribuição normal. Neste contexto o valor de  $p = 0,196$ , da amostra, na **tabela 7**, constata a normalidade dos dados.

Tabela 7 – Regressão linear múltipla da ANI (amônia não ionizada) frente o pH e a temperatura.

Modelo	Variável	$R^2$	Equação de regressão
Linear Múltiplo	Ph Temperatura	0,882	$\hat{Y} = -1,68 + 0,194 * \text{pH} + 0,0119 * \text{Temperatura}$

$R^2$  = Coeficiente de determinação; Análise da normalidade dos resíduos por Shapiro-Wilk ( $p = 0,196$ );  $\hat{Y}$  = ANI (mg/L)

No contexto estabelecido nas tabelas e gráficos acima, aventa-se que os parâmetros pH e temperatura estão intimamente ligados as concentrações da ANI de forma proporcional, tanto individualmente quanto juntos, esses fatores sugerem a influência sobre os valores obtidos da  $\text{NH}_3$ .

Como destacados nas **tabelas 5, 6 e 7**, o grau de relação entre temperatura e ANI é considerado moderado, ou seja, há influência destes parâmetros, porém, um não depende diretamente do outro para que haja oscilações na concentração do outro. Em contrapartida, os valores da ANI são fortemente influenciados pelo pH, isto é, à medida que o pH aumenta, consequentemente os níveis de  $\text{NH}_3$  aumentam proporcionalmente. Por outro lado, a associação entre os parâmetros pH e temperatura agem de forma forte, no que se diz respeito, a ANI.

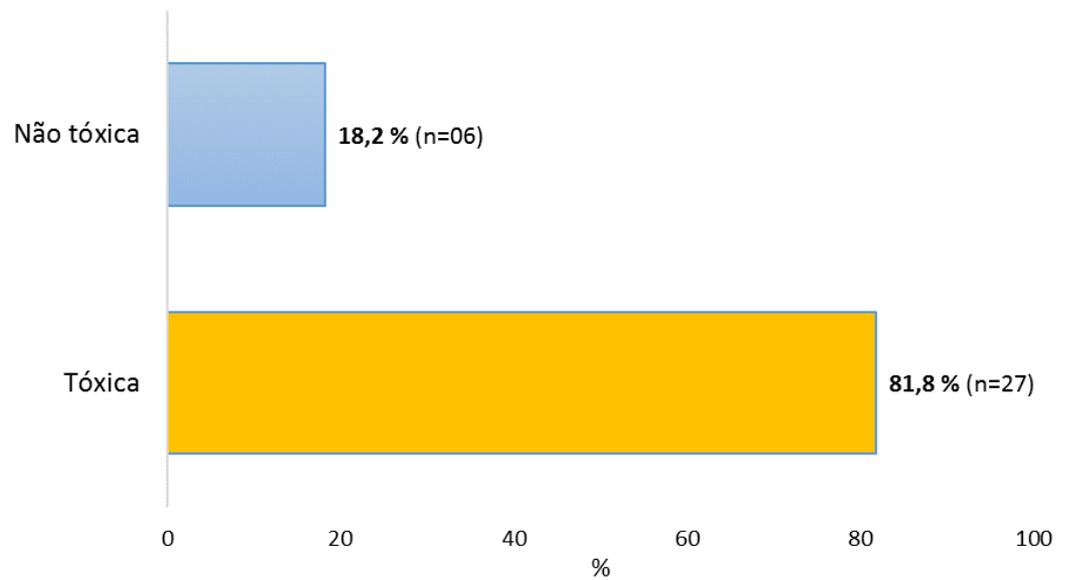
Deste modo, pode-se afirmar a hipótese de que, a concentração da amônia não ionizada sofre alterações diretas em relação às oscilações do pH e temperatura no cultivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

O **gráfico 3**, dispõe em porcentagem (%) sobre o total da amônia não ionizada em níveis tóxicos, que foram amostrados ( $N=33$ ) durante a pesquisa de campo. A

coleta de dados foi constatada que 81,8% (N=33) das amostras foram considerados tóxicas, enquanto 18,2% não tóxico, representados no gráfico abaixo.

### Gráfico 3

Distribuição (%) das amostras (n=33) de acordo com a toxidade



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos durante as semanas de desenvolvimento desta pesquisa na empresa Famosa Pecuária e Piscicultura LTDA permitem concluir que existe uma relação direta entre o pH e a temperatura sob a concentração da amônia não ionizada, ou seja, ambos parâmetros determinam os níveis da ANI, entretanto um em maiores proporções em relação ao outro. Isto é, a temperatura apresenta moderada relação nos valores da ANI, enquanto o pH, por sua vez, destaca-se sendo um fator fortemente influenciável.

Quando ambos os parâmetros, pH e temperatura são analisados estatisticamente em conjunto, os valores também são fortemente representados, porém estes valores mudam quando descritos individualmente.

De acordo com a afirmação de Kubitiza (2017) o pH da água determina o quanto da amônia total está na forma tóxica ( $\text{NH}_3$ ) e não tóxica ( $\text{NH}_4^+$ ). Níveis altos de pH fazem com que o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) se transforme em gás amônio ( $\text{NH}_3$ ), aumentando a concentração da amônia tóxica na água. Desta forma ressalta-se que o pH, portanto, é um indicador da toxicidade dos peixes em um cultivo.

O método de coleta de dados exigiu da exatidão dos valores de pH e temperatura, facilitando, desta forma, a compreensão na análise dos resultados seguindo o modelo de Simões (2012). Contudo, a pesquisa exigiu de conhecimento durante a prática de coleta das amostras e das análises e conseqüentemente obtém-se um trabalho com excelente desfecho.

Através dos resultados alcançados, recomenda-se algumas práticas para a melhoria da qualidade de água, frisando os parâmetros estudados, dentre elas: monitorar regularmente os valores de pH, temperatura e amônia (recomenda-se uma vez por semana); se os níveis destes estiverem acima do indicado é importante que se tomem medidas rápidas para reverter esse quadro, evitando que a concentração da amônia atinja valores de toxidez. Assim, conta como importante, o conhecimento técnico para a realização de tais procedimentos e conseqüentemente medidas corretivas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Andresa Cristina de. **Cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em efluente do sistema de lago de estabilização da estação de tratamento de esgoto de samambaia-DF**. 2008. 205 f. **Tese (Doutorado)** - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Cap. 53.

CAMPECHE, DFB et al. Análise da condutividade elétrica e do pH em água salobra no cultivo de tilápias. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 6., 2011, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.

Conselho Nacional do Meio Ambiental (CONAMA) - Resolução N°. 357 de 17 de março de 2005, alterada pela resolução 410 de 2009 e pela resolução 430 de 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em abril de 2017.

KUBITZA, F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí: AQUASUPRE, 2000.

DOS REIS MARTINEZ, Cláudia Bueno; AZEVEDO, Fábio; WINKALER, Elissandra Ulbricht. Toxicidade e Efeitos da Amônia em Peixes Neotropicais, 2006.cap 06.

DUARTE, Eglerson. **Cultivo de pós-larvas de tilápia do Niloutilizando diferentes proporções de substrato concha/brita no biofiltro: *Oreochromis niloticus***. 2011. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011. Cap. 25..

FANTINATO, Marcelo. **Métodos de pesquisa: Pesquisa experimental**. 2015. Análises de dados quantitativos. Disponível em: <<http://each.uspnet.usp.br>>.

GURGEL, J.J.S. & FERNANDO, C.H. 1994. Fisheries in semiarid Northeast Brazil with special reference on the role of tilapias. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie* 79 : 77-94.

ISMĨÑO-ORBE, R.A.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; GOMES, L. de C. 2003 Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasília, 38(10): 1243-1247.

KUBTIZA, Fernando. **ÁGUA NA AQUICULTURA: panorama da aquicultura**. São Paulo: Acqua Imagem, v. 27, n. 164, 0 nov. 2017. Mensal. Uma Publicação Sobre Cultivos Aquáticos.

LEITE, Maria Juliana Campos. **UTILIZAÇÃO DE MICROORGANISMOS EFICAZES COMO PROBIOTICO NO CULTIVO DA TILÁPIA DO NILO**: Programa de pós-graduação. 2009. 63 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009. Cap. 21.

MEDEIROS, Francisco das Chagas; MORAES, Adair José de (Org.). **COMO INICIAR PISCICULTURA COM ESPÉCIES REGIONAIS**: Saiba como obter lucros criando peixes nativos das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Brasília: Athalaia Gráfica e Editora Ltda, 2013. 80 p. Sebrae. Disponível em: <[www.sebrae.com.br](http://www.sebrae.com.br)>. Acesso em: 08/jun/2018.

MORO, G.V.; TORATI, L.S.; LUIZ, D.B.; MATOS, F.T. **Monitoramento e qualidade da água em pisciculturas**. In: *Piscicultura de água doce: Multiplicando conhecimentos*. Brasília, DF. Embrapa, pesca e aquicultura, 2013.

HEIN, Gelson. **VERIFICAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DE TILÁPIAS (*O. niloticus*) DE TAMANHOS DIFERENTES NO MUNICÍPIO DE TOLEDO-PR**: IMPORTÂNCIA PRÁTICA NA ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO. 2006. 24 f. **Monografia (Especialização)** - Curso de Medicina Veterinária, Emater, Paraná, 2006. Cap. 22.

PEREIRA, Lilian Paula Faria; MERCANTE, Cacilda Thais Janson. **A AMÔNIA NOS SISTEMAS DE CRIAÇÃO DE PEIXES E SEUS EFEITOS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA**: uma revisão. 2005. 81 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Usp, São Paulo, 2005.

RICHARDSON, R. J. e colaboradores. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3ª Edição. São Paulo. Atlas. 2011.

SILVA, Vanessa Carla; FERREIRA, Milena Wolff; LOGATO, Priscila Vieira Rosa. **Qualidade da água:** Piscicultura. 2007. 19 f. **Monografia (Especialização)** - Curso de Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras-ufla, Lavras, 2007. Cap. 1.

SIMÕES, Vladimir Xavier. **Aqua peixes:** Como calcular os níveis de amônia. 2012. Níveis de amônia não ionizada. Disponível em: <<http://www.aquapeixes.16mb.com>>. Acesso em: 10/jun/2018.