

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO
DOUTORADO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – ÁREA CIÊNCIAS NUTRICIONAIS
CÂMPUS DE ARARAQUARA**

**UTILIZAÇÃO DE RAÇÃO A BASE DE SORGO NA ALIMENTAÇÃO
DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS ZOOTÉCNICAS DO PEIXE E
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOQUÍMICAS,
HISTOMORFOLÓGICAS VISCERAIS E SENSORIAIS DO FILÉ**

KELLI CRISTINA PAIVA

Araraquara - SP

Outubro/2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO
DOUTORADO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – ÁREA CIÊNCIAS NUTRICIONAIS
CÂMPUS DE ARARAQUARA

**UTILIZAÇÃO DE RAÇÃO A BASE DE SORGO NA ALIMENTAÇÃO
DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS ZOOTÉCNICAS DO PEIXE E
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOQUÍMICAS,
HISTOMORFOLÓGICAS VISCERAIS E SENSORIAIS DO FILÉ**

Kelli Cristina Paiva

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas para obtenção do grau de Doutor em Alimentos e Nutrição – Área de Ciências Nutricionais.

Orientador: Prof. Dr. João Bosco Faria

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciana Thie Seki Dias

Araraquara - SP

Outubro/2010

Ficha Catalográfica

Elaborada Pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
UNESP – Campus de Araraquara

Paiva, Kelli Cristina

P149u Utilização de ração a base de sorgo na alimentação de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre as características zootécnicas do peixe e características físicas, químicas, bioquímicas, histomorfológicas viscerais e sensoriais do filé / Kelli Cristina Paiva. – Araraquara, 2010
122 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição

Orientador: João Bosco Faria

Co-orientador: Luciana Thie Seki Dias

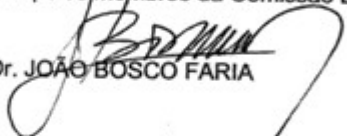
1. Tilápia do Nilo. 2. Sorgo. 3. Deterioração de pescado. 4. Qualidade de pescado. I. Faria, João Bosco, orient. II. Dias, Luciana Thie Seki, co-orient.
III Título.


CAPES: 50700006

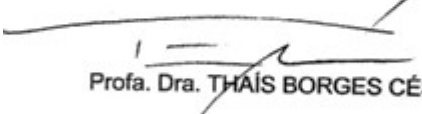



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE KELLI CRISTINA PAIVA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DE ARARAQUARA.


Aos 22 dias do mês de outubro do ano de 2010, às 09:00 horas, no(a) sala 117 do Prédio do Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas do Câmpus de Araraquara da UNESP, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. JOÃO BOSCO FARIA do(a) Departamento de Alimentos e Nutrição da FCF de Araraquara da UNESP, Profa. Dra. CELIA MARIA DE SYLOS do(a) Departamento de Alimentos e Nutrição da FCF de Araraquara da UNESP, Profa. Dra. THAÍS BORGES CÉSAR do(a) Departamento de Alimentos e Nutrição da FCF de Araraquara da UNESP, Profa. Dra. MARTA REGINA VERRUMA BERNARDI do(a) Departamento de Tecnologia Agro-Industrial e Sócio-Economia Rural da Universidade Federal de São Carlos, Prof. Dr. MARCO AURÉLIO MARTELINE do(a) Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade São Lucas, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de KELLI CRISTINA PAIVA, intitulada "UTILIZAÇÃO DE RAÇÃO À BASE DE SORGO NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) SOBRE AS CARACTERÍSTICAS ZOOTÉCNICAS, FÍSICO-QUÍMICAS, HISTOMORFOLÓGICAS VISCERAIS E SENSORIAIS DO FILÉ". Após a exposição, a discente foi argüida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. JOÃO BOSCO FARIA


Profa. Dra. CELIA MARIA DE SYLOS


Profa. Dra. THAÍS BORGES CÉSAR


Profa. Dra. MARTA REGINA VERRUMA BERNARDI


Prof. Dr. MARCO AURÉLIO MARTELINE

CONFIE SEMPRE

Não percas a tua fé entre as sombras do mundo. Ainda que os teus pés estejam sangrando, segue para frente, erguendo-a por luz celeste, acima de ti mesmo. Crê e trabalha. Esforça-te no bem e espera com paciência. Tudo passa e tudo se renova na terra, mas o que vem do céu permanecerá. De todos os infelizes os mais desditosos são os que perderam a confiança Em Deus e em si mesmo, porque o maior infortúnio é sofrer a privação da fé e prosseguir vivendo. Eleva, pois, o teu olhar e caminha. Luta e serve. Aprende e adianta-te. Brilha a alvorada além da noite. Hoje, é possível que a tempestade te amarfanhe o coração e te atormente o ideal, aguilhoando-te com a aflição ou ameaçando-te com a morte. Não te esqueças, porém, de que amanhã será outro dia.

Chico Xavier

Dedicatória

Aos meus queridos pais, Lourdes e Waldomiro Paiva, que tão generosamente serviram de instrumentos para minha vinda a esta vida, e dela cuidaram com todo carinho, amor e dedicação. Seus princípios de honestidade, luta e coragem me guiaram pelos mais difíceis caminhos e hoje os agradeço... Vocês são a razão de minha vida, os maiores amores do mundo! São a luz que brilha e ilumina meu caminho. Hoje também peço perdão pelas ausências... os “agora não posso” que vocês tão pacientemente souberam compreender... por tudo isso e muito mais que simples palavras não podem expressar, agora a vocês...

Dedico este trabalho...

Agradecimentos Especiais

A Deus... pela vida e pelos dons da força, da garra, da coragem e da determinação... que me fizeram caminhar, mesmo pelos mais tortuosos caminhos!

Aos meus irmãos Cleber Paiva e Renata Paiva (cunhada que carinhosamente chamo de irmã, e que muito me ajudou durante o experimento), pelo apoio de todas as horas, até daquelas em que nem eu mesma acreditava que seria possível!
Amo vocês!

Aos meus familiares, que torceram e estiveram ao meu lado com todo amor. Em especial as minhas Tias: Linda, Neide e Nê e a prima Maria Helena e a querida Zezé, que rezaram muito por mim, até mais do que eu merecia!

A minha segunda família, não de sangue, mas de coração, comandada pela guerreira Maria da Graça Guerreiro (a doce Lia), pela presença constante e companheirismo de todas as horas, boas e ruins!

Muito obrigada!

Agradecimentos Especiais

À Profa. Dra. Luciana Thie Seki Dias, muito mais que uma co-orientadora! Minha amiga! Este título é seu também! Lu, com você conheci o que é amizade de verdade, cair e levantar junto, rir e chorar junto... e tudo mais que passamos e você bem sabe. Muito obrigada é pouco! Você é um ser especial! Pessoa do bem e de luz, profissional impecável e competente! Foi um imenso prazer ser orientada por você! Estou a sua disposição para sempre!

À Profa. Dra. Hirasilva Borba Alves de Souza, por possibilitar a realização de grande parte da prática do trabalho em seu laboratório de TPOA da FCAV/UNESP - Jaboticabal. Você é espelho de luta e generosidade, por isso uma profissional tão valiosa e um ser humano tão iluminado e especial. Se todos fossem no mundo iguais a você, de verdade seria uma maravilha viver!

À querida Tânia Mara Azevedo Lima, anjo em forma de gente! Amiga, companheira, conselheira e além de tudo responsável técnica pelo laboratório onde realizei minhas análises, melhor dizendo, onde ela realizou minhas análises em todos os momentos que os milhares de compromissos me roubavam o tempo! Tã, Deus me deu o presente de conhecê-la durante meu Mestrado, há muito tempo! E hoje te agradeço pela presença em minha vida! Sem você nada seria possível e nada teria sido realizado! Eternamente grata!

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. João Bosco Faria, pela orientação, compreensão e apoio em todos os momentos.

À Profa. Dra. Célia Maria de Sylos, Coordenadora do Curso, pela participação efetiva em minhas bancas e pela colaboração no crescimento do trabalho.

À Profa. Dra. Thaís Borges César, pela preciosa colaboração e participação nas bancas de qualificação e defesa.

À Profa. Dra. Marta Regina Verruma Bernardi, pela participação na banca de defesa e pela valiosa contribuição para o trabalho.

Ao Prof. Dr. Marco Aurélio Marteline, pela participação no desenvolvimento do trabalho e preciosa colaboração na banca de defesa.

Ao Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição da FCF – UNESP – Araraquara/SP, local que considero minha casa, pelo acolhimento e possibilidade de aprendizado, onde realizei o Mestrado e Doutorado e local de onde muito me orgulho. Serei eternamente grata a esta “casa” e a todos os profissionais que tive o prazer de conviver e receber conhecimento.

Ao Laboratório de Anatomia e Fisiologia Animal do Departamento de Biotecnologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos – Campus de Araras/SP, que possibilitou o desenvolvimento de parte do experimento prático do trabalho.

Ao Laboratório de TPOA da FCAV – UNESP – Jaboticabal/SP, que possibilitou a realização de análises de qualidade fundamentais ao trabalho.

Aos Laboratórios de Dietética e Análise Sensorial da Universidade Paulista – UNIP – Ribeirão Preto/SP – onde pude compartilhar com alunos e professores parte do experimento.

Às funcionárias da Seção de Pós-graduação, em especial a Laura, Cláudia e Sonia, pelo acolhimento, dedicação, atenção, colaboração e carinho em todos os momentos!

Aos funcionários da biblioteca pelo apoio técnico.

Aos Chefes de Campus e Laboratórios – Gisele e Paulo – da UNIP de Ribeirão Preto, por possibilitarem o uso das instalações para levar aos alunos o conhecimento de uma nova área da Nutrição.

Aos Responsáveis Técnicos: Gisele, Sueli, Ana Emília, Mário e Cláudia da UNIP de Ribeirão Preto, profissionais de extrema qualidade, os mais sinceros e eternos agradecimentos pela participação, colaboração, apoio, amizade, dedicação... sem vocês não seria possível!

Aos alunos e orientandos da Profa. Dra. Luciana Thie Seki Dias e do Prof. Dr. Marco Aurélio Martelline, pela participação efetiva no trabalho. Pela "mão-de-obra" de todos os momentos. Meu eterno agradecimento!

Aos meus queridos amigos: Cecília, Wilson, Adriana, Rafael, Iana, Sueli, Jú Polonio, e a todos mais, pois seria impossível citar todos os nomes, pela força, companheirismo, dedicação e principalmente pela amizade e presença de vocês em minha vida!

Aos eternos mestres: Prof. Dr. Valdir Augusto Neves e Profa. Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho e aos responsáveis técnicos (verdadeiros anjos do ensino) Maraiza e Tânia, onde tudo começou em minha vida. Gratidão eterna!

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Enfim...

Aos meus anjos da guarda... senti seus passos ao meu lado durante toda caminhada, me dando força e amparo nos momentos difíceis e dividindo os risos nos momentos de alegria... toda luta foi por vocês e pela força que resgataram dentro de mim! Espero em breve encontrá-los!

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar se os diferentes níveis de substituição do milho pelo sorgo com baixo teor de tanino em rações para Tilápias do Nilo afetam a composição corporal, qualidade dos filés, parâmetros bioquímicos do sangue e a histomorfometria do fígado e intestino. A amostra foi constituída por 250 Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) machos com peso médio de 20g as quais receberam alimentação durante o período experimental com rações isocalóricas e isoprotéicas constituindo-se o grupo controle com ração a base de milho (T1) e os grupos experimentais com os seguintes níveis de substituição de milho por sorgo: 25% (T2); 50% (T3); 75% (T4) e 100% (T5). Foram estudados os seguintes parâmetros coletados no momento do abate: bioquímicos (hematologia, colesterol total plasmático (CTP) e triacilgliceróis plasmáticos (TGP)); histomorfometria de fígado e porções intestinais e composição centesimal do peixe inteiro. Os peixes foram filetados e armazenados sob congelamento a -20°C por um período total de 10 meses. Amostras de filés foram coletados nos tempos 0 (imediatamente após o abate, antes do congelamento – Tempo I), após 5 meses de congelamento (Tempo II) e após 10 meses de congelamento (Tempo III) e em cada um dos tempos foram realizadas as seguintes análises: composição centesimal, NNP (Nitrogênio Não Protéico), BNVT (Bases Nitrogenadas Voláteis Totais), TBARS (Substância Reativa ao Ácido Tiobarbitúrico), pH, textura por força de cisalhamento (FC), colesterol total do músculo (CT) e análise sensorial. Os resultados encontrados demonstraram que a substituição de milho por sorgo na ração não influenciou negativamente o desempenho dos animais, sendo peso (em média 150g) e comprimento (em média 20cm) percebidos sem diferenças estatísticas; os pesos do fígado e deposição de gordura visceral aumentaram nos tratamentos com sorgo (T5 apresentando 2,42g e 1,58g respectivamente). A hematologia apresentou discreto aumento no VCM (Volume Corpuscular Médio) em 166,8fL e 164,03fL nos T4 e T5 respectivamente, contra 125,92fL do grupo controle T1, comportamento semelhante ao observado para Hemoglobina Corpuscular Média (HCM) com valores de 54,43µg (T5) contra 33,69µg do grupo controle (T1) indicando uma macrocitose provavelmente pela formação de quelatos entre componentes fenólicos do sorgo e o ferro. O colesterol total plasmático (CTP) apresentou os menores valores em T2 (76,50mg/dL) e T4 (73,60mg/dL) se comparados ao T1 (104,90mg/dL), o triacilglicerol plasmático (TGP) apresentou os mais altos valores no T5 (112,90mg/dL), porém sem diferir significativamente do T1 (106,90mg/dL). A análise histomorfométrica das vilosidades intestinais demonstrou maior comprimento no T5 (311,11µm), sendo relevantemente diferente do grupo controle T1 (206,70µm), o mesmo perfil foi percebido no número de células do fígado (NCF), onde o T5 demonstrou os maiores números de células (458) contra 287 do grupo controle T1. A composição centesimal dos peixes inteiros demonstrou menores valores de umidade e maiores valores de cinzas em T1 (67,63% e 5,42% respectivamente) e T5 (69,24% e 7,07% respectivamente), os valores de proteínas não apresentaram diferenças estatísticas ficando entre 15,40% (T1) e 16,78% (T5), os lipídios apresentaram os menores teores em T2 e T4, sendo 6,98% e 6,52% respectivamente. A composição centesimal dos filés não demonstrou diferenças estatísticas entre os grupos, porém os valores foram influenciados pelo período de armazenamento com aumento na umidade seguido por diminuição nos valores de proteínas, lipídios e cinzas do Tempo I para o Tempo III (0 a 10 meses de armazenamento), sendo o maior aumento de umidade percebido no T1 (de 77,16% no Tempo I para 79,56% no Tempo III) e os menores aumentos nos T3 (de 77,29% no Tempo I para 78,88% no Tempo III) e T4 (de 77,66% no Tempo I para 78,99% no Tempo III). A análise de NNP mostra diferença estatística nos valores apenas nos Tempos I e II de armazenamento, com maiores valores em T1 e T2 (410 e 409mg/100g respectivamente) e menores valores em

T4 e T5 (334 e 343mg/100g respectivamente), porém o período de armazenamento exerce influencia nos valores, fazendo com que ao Tempo III os valores não apresentem mais a mesma diferença estatística, sendo que em T1, T2 e T3 os valores diminuem e em T4 e T5 aumentam de maneira significativa em T5 (374mg/100g); comportamento inverso pode-se perceber na análise de BNVT, onde o período de armazenamento promove aumento dos valores em T1 (de 17,38 para 17,59mgN/100g), T2 (19,57 para 20,33mgN/100g) e T3 (15,76 para 19,8mgN/100g) e diminuição nos valores de T4 (16,75 para 14,55mgN/100g) e T5 (17,29 para 16,30mgN/100g), porém tais variações não implicaram em diminuição do frescor segundo a legislação brasileira que preconiza como impróprio valor maior ou igual a 30mgN/100g. Os resultados de TBARS foram crescentes durante o período de armazenamento, demonstrando aumento na formação de MA, decorrentes da oxidação lipídica, porém ainda em valores baixos, sendo mais expressivo o aumento em T2 (de 0,03 para 0,22mgMA/Kg) e menos expressivo em T4 (de 0,04 para 0,13mgMA/Kg); os valores de pH sofreram leve influência pelo período de armazenamento, com discreto aumento, sendo o maior valor apresentado pelo T5 (6,3 no Tempo III de armazenamento), porém ainda apresentando-se abaixo do valor de 6,8 considerado como impróprio pela legislação brasileira. O contrário pode ser observado na força de cisalhamento que, também influenciada pelo período de armazenamento, sofreu queda nos valores estatisticamente marcantes principalmente em T2 (1,61 para 0,61Kg/cm²), o que pode ser relacionado com o aumento da umidade. O colesterol total muscular apresentou os menores valores nos Tratamentos que continham a mistura de milho e sorgo no Tempo I (T3 – 35,24mg colesterol/100g e T4 – 36,63mg colesterol/100g) e sofre influência pelo período de armazenamento sendo também menores os valores nos tratamentos com milho e sorgo no Tempo III (T3 – 27,56mg colesterol/100g e T5 – 27,45mg colesterol/100g). A análise sensorial demonstrou uma maior aceitação dos filés dos animais que foram alimentados com maiores teores de sorgo nos atributos cor e odor, destacando-se o atributo cor como preferência com média de pontos superior a 7 nos T3 e T5 nos três Tempos de armazenamento. Concluiu-se que o desempenho dos animais e o frescor dos filés, mesmo durante o período de 10 meses de armazenamento, no controle com milho e nas amostras experimentais com sorgo em substituição ao milho em níveis diferentes foram mantidos, porém maiores estudos sobre a características dos tecidos e análises bioquímicas devem ser realizados para que se possa inferir com maior certeza e cautela se a substituição deve ser utilizada e em qual nível.

Palavras-chave: aquicultura, Tilápia do Nilo, sorgo, deterioração de pescado e qualidade de pescado.

ABSTRACT

The purpose of this work is to study whether the different levels of substitution of corn by sorghum with low tannin content in diets for Nile tilapia affect body composition, quality of steaks, blood biochemical parameters and histomorphometry of liver and intestine. The sample consisted of 250 male Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with average weight of 20 g which were fed during the experimental period with isocaloric and isoproteic diets constituting the control group with diets based on corn (T1) and the experimental groups with the following levels of substitution of corn for sorghum: 25% (T2), 50% (T3), 75% (T4) and 100% (T5). The following parameters collected at slaughter were studied: biochemicals (hematology, total plasma cholesterol and plasma triglycerides), histomorphometry of liver and intestinal portions and proximate composition of whole fish. The fish were filleted and stored under freezing at -20°C for a total period of 10 months. Fillet samples were collected at time 0 (immediately after slaughter, before freezing – Time I), after 5 months of freezing (Time II) and after 10 months of freezing (Time III) and each time the following analyses were done: proximate composition, NNP (Nonprotein Nitrogen), BNVT (Total Volatile Base Nitrogen), TBARS (Thiobarbituric acid reactive substance), pH, texture by shear force (FC), total cholesterol of muscle (CT) and sensory analysis. The results demonstrated that the substitution of corn by sorghum in the diet did not affect negatively the performance of the animals, being weight (150 g on average) and length (20 cm on average) noticed without statistical differences, the liver weight and visceral fat deposition increased in the treatment with sorghum (T5 showing 2.42 g and 1.58 g respectively). Hematology showed a slight raise in VCM (Mean Corpuscular Volume) 166.8fL and 164.03fL in T4 and T5 respectively, against 125.92fL of control group T1, similar behavior observed for Mean Corpuscular Hemoglobin (HCM) with values from 54.43 μg (T5) against 33.69 μg from control group (T1) showing a macrocytosis probably due to the formation of chelates between phenolic components of sorghum and the iron. Plasma total cholesterol (CTP) had the lowest values in T2 (76.50mg/dL) and T4 (73.60mg/dL) if compared to T1 (104.90mg/dL), the plasma triacylglycerol (TGP) showed the highest values in T5 (112.90mg/dL), however without differing significantly from T1 (106.90mg/dL). The histomorphometric analysis of intestinal vilosities showed higher length in T5 (311.11 μm), being considerably different from control group T1 (206.70 μm), the same profile was noticed in the number of liver cells (NCF), where T5 showed the highest number of cells (458) against 287 from control group T1. The proximate composition of whole fish showed lower moisture values and higher values of ash in T1 (67.63% and 5.42% respectively) and T5 (69.24% and 7.07% respectively), the protein values did not present statistical differences being between 15.40% (T1) and 16.78% (T5), the lipids showed the lowest proportions in T2 and T4, being 6.98% and 6.52% respectively. The proximate composition of fillets did not show statistical differences between the groups, however the values were influenced by the storage period with an increase in moisture followed by a decrease in the protein values, lipids and ashes from Time I to Time III (0 to 10 months of storage) being the highest increase in moisture noticed in T1 (from 77.16% in Time I to 79.56% in Time III) and the lowest increases in T3 (from 77.29% in Time I to 78.88% in Time III) and T4 (from 77.66% in Time I to 78.99% in Time III). The NNP analysis shows statistical differences in values only in Times I and II of storage, with higher values in T1 and T2 (410 and 409mg/100g respectively) and lower values in T4 and T5 (334 and 343 mg/100g respectively), however the storage period has influence in values, as in Time III the values do not present the same difference anymore and in T1, T2 and T3 the values decrease and in T4 and T5 they increase, significantly in T5 (374mg/100g); reverse behavior can be noticed in the BNVT analysis, where the period of storage causes an

increase in values in T1 (from 17.38 to 17.59mgN/100g), T2 (19.57 to 20.33mgN/100g) and T3 (15.76 to 19.8mgN/100g) and decrease in values of T4 (16.75 to 14.55mgN/100g) and T5 (17.29 to 16.30mgN/100g), however such variations did not imply a decrease in freshness according to the Brazilian legislation which preconizes as improper a value higher or equal to 30mgN/100g. The results of TBARS were increased during the storage period, showing an raise in the formation of MA, resulting from lipid oxidation, but still at low values, being more expressive the raise in T2 (from 0.03 to 0.22mgMA/Kg) and less expressive in T4 (from 0.04 to 0.13mgMA/Kg); the pH values suffered slight influence by the storage period, with a modest increase, being the highest value presented by T5 (6.3 in Time III of storage), however still being below the value of 6.8 considered as improper by the Brazilian legislation. The opposite can be observed in shear force that, also influenced by storage period, suffered a drop in statistically relevant values especially in T2 (1.61 for 0.61 Kgf/cm²), which may be related to increased humidity. Muscle total cholesterol showed the lowest values for treatments that contained a mixture of corn and sorghum in Time I (T3 – 35.24mg cholesterol/100g and T4 – 36.63mg cholesterol/100g) and is influenced by storage period; being also slower the values in treatments with corn and sorghum in Time III (T3 – 27.56mg cholesterol/100g and T5 – 27.45mg cholesterol/100g). The sensory analysis showed a greater acceptance of steaks from animals fed with higher levels of sorghum in the attributes color and odor, being color the distinguished aspect as preference with average score superior to 7 in the T3 and T5 in the three times of storage. It was concluded that the performance of the animals and the freshness of the steaks were maintained, even during the storage period of 10 months, in control with corn and in the experimental samples with sorghum in substitution to corn in different levels; however wider studies about the characteristics of tissues and biochemical analysis shall be accomplished in order to conclude with higher accuracy and caution whether the substitution shall be used and in which level.

Key-words: aquaculture, Nile Tilapia, sorghum and quality of fish.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	29
Figura 2. Estrutura dos taninos hidrolisáveis.....	44
Figura 3. Estrutura dos taninos condensados (a) flavan-3-ol e (b) procianidina.....	45
Figura 4. Tanques utilizados para criação dos peixes.....	49
Figura 5. Peso e medida individuais dos peixes.....	53
Figura 6. Coleta de sangue.....	54
Figura 7. Fígados coletado de peixe dos grupos controle e experimental respectivamente.....	54
Figura 8. Tecido adiposo coletado do peixe.....	55
Figura 9. Filés retirados das tilápias imediatamente após o abate.....	56
Figura 10. Filés de tilápia separados em bandejas individuais para congelamento e armazenamento.....	56
Figura 11. Apresentação dos filés para análise sensorial.....	65
Figura 12. Secções transversais, coradas com PAS + hematoxilina, mostrando vilosidades intestinais de animais submetidos ao Tratamento 1 com aumentos respectivos de 5X (A) e 10X (B).....	76
Figura 13. Secções transversais, coradas com PAS + hematoxilina, mostrando vilosidades intestinais de animais submetidos ao Tratamento 2 com aumentos respectivos de 5X (A) e 10X (B).....	76
Figura 14. Secções transversais, coradas com PAS + hematoxilina, mostrando vilosidades intestinais de animais submetidos ao Tratamento 3 com aumentos respectivos de 5X (A) e 10X (B).....	77
Figura 15. Secção transversal, corada com PAS + hematoxilina, mostrando vilosidades intestinais de animais submetidos ao Tratamento 4 com aumento de 5X.....	77
Figura 16. Secção transversal, corada com PAS + hematoxilina, mostrando vilosidades intestinais de animais submetidos ao Tratamento 5 com aumento de 5X.....	78
Figura 17. Comparação entre as secções transversais das vilosidades intestinais dos animais submetidos aos Tratamentos: 1(A); 2(B); 3(C); 4(D) e 5(E).....	78
Figura 18. Corte histológico do fígado, corado com PAS + hematoxilina, com aumento de 40X, dos animais submetidos ao Tratamento 1	79
Figura 19. Corte histológico do fígado, corado com PAS + hematoxilina, com aumento de 40X, dos animais submetidos ao Tratamento 2	80
Figura 20. Corte histológico do fígado, corado com PAS + hematoxilina, com aumento de 40X, dos animais submetidos ao Tratamento 3.....	80
Figura 21. Corte histológico do fígado, corado com PAS + hematoxilina, com aumento de 40X, dos animais submetidos ao Tratamento 4.....	81
Figura 22. Corte histológico do fígado, corado com PAS + hematoxilina, com aumento de 40X, dos animais submetidos ao Tratamento 5.....	81
Figura 23. Comparação entre os cortes histológicos dos fígados dos animais submetidos aos Tratamentos: 1 (A); 2 (B); 3 (C); 4 (D) e 5 (E).....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais produtores mundiais de tilápia em 2006.....	28
Tabela 2. Ingredientes e composição nutricional rações controle (T1) e experimentais (T2, T3, T4 e T5).....	52
Tabela 3. Desempenho dos animais experimentais quanto ao crescimento e deposição de gordura visceral e peso de fígado em relação ao peso total.....	67
Tabela 4 - Valores de hemácias (HM), hemoglobina (HGB) e hematócrito (HCT), volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) de Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) de acordo com os tratamentos utilizados.....	70
Tabela 5. Valores de colesterol total plasmático (CTP) e triacilglicerol plasmático (TGP) encontrados nas Tilápias do Nilo imediatamente após o abate.....	74
Tabela 6. Altura (µm) das vilosidades intestinais das tilápias alimentadas com as rações experimentais.....	78
Tabela 7. Resultado do NCF – número das células do fígado e PRF – peso relativo do fígado das tilápias alimentadas com as rações experimentais.....	82
Tabela 8. Resultados obtidos no peixe inteiro para umidade, proteína, lipídios totais e cinzas.....	83
Tabela 9. Resultados obtidos nos filés de Tilápia do Nilo para umidade, proteína, lipídios totais e cinzas nos Tempos I, II e III de congelamento.....	84
Tabela 10. Resultados de nitrogênio não protéico (NNP) encontrados nos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III.....	87
Tabela 11. Resultados de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) encontrados nos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III.....	89
Tabela 12. Resultados encontrados para substância reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) nos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III.....	91
Tabela 13. Resultados de pH encontrados nos filés de Tilápia do Nilo nos três tempos de armazenamento.....	92
Tabela 14. Resultados obtidos para força de cisalhamento encontrada nos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III de armazenamento.....	94
Tabela 15. Resultados de colesterol total (CT) encontrados nos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III de armazenamento.....	95
Tabela 16. Média dos pontos da análise sensorial dos atributos cor e aroma dos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III.....	97

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	21
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	24
2.1 Aquicultura Brasileira.....	24
2.2 Tilápia.....	27
2.2.1 Características zootécnicas.....	29
2.2.2 Composição nutricional e características de consumo da Tilápia.....	31
2.3 Nutrição e Metabolismo de Peixes.....	34
2.4 Deterioração do Pescado.....	37
2.5 Conservação do Pescado.....	39
2.6 Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> (L). Moench).....	41
2.6.1 Utilização de sorgo em ração para pescado.....	43
3 OBJETIVOS.....	48
3.1 Objetivo Geral.....	48
3.2 Objetivos Específicos.....	48
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
4.1 Material.....	49
4.1.1 Animais experimentais.....	49
4.1.2 Composição dos grupos experimentais.....	50
4.2 Métodos.....	53
4.2.1 Processamento e armazenamento.....	53
4.2.2 Análises bioquímicas.....	56
4.2.2.1 Hematologia	56
4.2.2.2 Colesterol total plasmático (CTP).....	58
4.2.2.3 Triacilgliceróis plasmáticos (TGP).....	58
4.2.3 Histomorfometria.....	59
4.2.4 Análises físicas e químicas dos filés.....	60
4.2.4.1 Composição centesimal.....	60
4.2.4.2 Nitrogênio não protéico (NNP).....	61
4.2.4.3 Bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT).....	62
4.2.4.4 Análise de substância reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).....	62
4.2.4.5 Determinação de pH.....	63
4.2.4.6 Textura.....	63

4.2.4.7 Colesterol total (CT).....	64
4.2.5 Análise sensorial dos filés.....	64
4.2.6 Delineamento experimental.....	66
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
5.1 Desempenho.....	67
5.2 Análises Bioquímicas.....	69
5.2.1 Hematologia.....	69
5.2.2 Colesterol total plasmático (CTP) e triacilglicerol plasmático (TGP).....	74
5.3 Histomorfometria.....	75
5.4 Análises Físicas e Químicas.....	83
5.4.1 Composição centesimal.....	83
5.4.2 Nitrogênio não protéico (NNP).....	86
5.4.3 Bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT).....	88
5.4.4 Análise de substância reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).....	90
5.4.5 pH.....	92
5.4.6 Textura.....	93
5.4.7 Colesterol total (CT).....	94
5.5 Análise Sensorial.....	96
6 CONCLUSÕES.....	99
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
Apêndice 1.....	120
Apêndice 2.....	121
Anexo 1.....	122

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura, ou “cultivo de organismos aquáticos com valor econômico” (Arana, 2004), é a atividade de produção animal que mais cresce em todo o mundo, principalmente devido à estagnação que a pesca extrativa tem enfrentado nos últimos anos. De acordo com a FAO (2007), a carne de pescado é a fonte protéica de origem animal mais consumida no mundo, atingindo grandes índices de consumo nos países asiáticos e países desenvolvidos. Já o Brasil, apesar de se encontrar entre os 30 maiores pólos pesqueiros mundiais, apresenta um dos mais baixos índices de consumo de pescado, em média 6,7kg *per capita*/ano (Prentice e Sainz, 2005).

Inúmeras razões são responsáveis pelo baixo consumo de pescado no Brasil, envolvendo fatores diversos e interdependentes, podendo-se citar entre outros, falta de hábito alimentar; baixa aceitação devido ao sabor e cheiro; má qualidade do pescado fresco; falta de padronização dos produtos; dificuldades de distribuição e preparo (Macedo-Viegas, 2000).

A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) parece ser uma das espécies de melhor aceitação pelo consumidor, principalmente pela excelente textura e pelo sabor de sua carne. É uma espécie que vem sendo cultivada semi e extensivamente em várias regiões do país, tendo sido, praticamente, o primeiro peixe oriundo da aquicultura de águas interiores a ser processado na forma de filés resfriados e congelados (Souza et al., 2004; Madri, 2000).

O consumo mais acentuado de pescado se iniciou quando sua qualidade nutricional foi destacada, apresentando balanço protéico, vitamínico e mineral, associado a um baixo valor calórico (Venugopal et al., 1999). Embora havendo um aumento considerável na oferta de pescado, a população brasileira ainda desconhece muito de sua composição, propriedades químico-nutricionais e tecnológicas (Lage et al., 2001).

A partir da década de 90 houve uma demanda crescente para o consumo de alimentos frescos, nutritivos e com aparência mais próxima aos naturais, porém sem os efeitos indesejáveis das alterações físico-químicas (Soccol, 2002). De acordo com Prentice e Sainz (2005), o pescado fresco é o que mais sofre deterioração *post mortem* do músculo nos alimentos hoje consumidos e é tido como mais susceptível ao processo de deterioração do que outros produtos cárneos.

As alterações físicas, químicas e biológicas que ocorrem no peixe logo após a morte, levam o produto a um estado de deterioração. A velocidade destas reações pode ser diminuída com a refrigeração, ou detida por longos períodos pelo congelamento. A oxidação lipídica é uma das maiores mudanças que ocorrem durante o processamento, distribuição e preparo dos alimentos, portanto as indústrias podem ter um crescimento de mercado, se puderem manter a qualidade por mais tempo, atendendo a demanda de entressafra. O frescor do pescado armazenado pode ser avaliado por parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais (Contreras-Guzmán, 1994).

A alimentação dos peixes é um dos aspectos de maior importância na aquicultura, pois apresenta relação direta com desempenho (crescimento), saúde e custos de produção. Na dieta a ser adotada, deve-se fornecer quantidades adequadas de proteína, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais, sendo a quantidade de cada um, dependente de vários fatores, como a palatabilidade, custo, disponibilidade e a qualidade do ingrediente. Segundo Nunes et al. (2006) os gastos com alimentação, em piscicultura intensiva, podem chegar a 80% dos custos de produção.

Pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de avaliar alimentos alternativos em substituição aos ingredientes tradicionais para elaboração de rações, determinando níveis práticos e seguros de inclusão desses alimentos, além de considerar a disponibilidade regional e economia em custos. No entanto, esta substituição de ingredientes alternativos pode ser

limitada pela presença de fatores antinutricionais ou pela sua composição bromatológica. Neste contexto, o sorgo apresenta-se como um ingrediente em potencial.

O grão de sorgo é uma importante fonte de energia em dietas de ruminantes e monogástricos, podendo substituir cereais como o milho e o trigo, ingredientes tradicionais na produção de ração para pescado. Comparativamente, apresenta 90 a 95% do valor nutritivo do milho, sendo ligeiramente inferior em valor energético (NRC - National Research Council, 1994). No sorgo encontram-se ainda substâncias fenólicas antioxidantes, que podem ser úteis como agentes moduladores da saúde humana, além de promover maior preservação do pescado (Cabral Filho, 2004). Moreira e Mancini-Filho (2000) relatam efeitos dos compostos fenólicos na inibição da oxidação em alimentos.

Neste contexto, parece ser promissora a inclusão de sorgo nas rações para tilápias, efetivando a importância dos estudos que caracterizem sua influência na qualidade nutricional como sucedâneo do milho nas rações, considerando não somente o fator econômico, mas também a qualidade dos filés, bem como os parâmetros bioquímicos e morfométricos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aquicultura Brasileira

A Aquicultura brasileira nasceu na década de 30, com Rodolpho Von Ihering, que se maravilhou com as espécies nativas ao presenciar as piracemas nos rios Mogi Guaçu e Piracicaba nos anos de 1928 e 1929. Desenvolveu então a idéia de domesticação de algumas das espécies mais nobres daqueles rios, como a piapara (*Leporinos sp.*), o curimbatá (*Prochilodus lineatus*) e o dourado (*Salminus brasiliensis*). Logo após vieram a produção de bagre (*Rhamdia sp.*) e cascudo (*Loricatria sp.*). Em 1935, Ihering implantou a Estação de Biologia e Piscicultura nas proximidades da Cachoeira das Emas às margens do rio Mogi Guaçu, em Pirassununga – SP. Durante a década de 70, com o objetivo de impulsionar a piscicultura nas propriedades rurais brasileiras, os peixamentos dos açudes foram incrementados com a estocagem de alevinos de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Em meados da década de 90 iniciou-se a mais importante fase da aquicultura no país, a fase industrial, na qual houve uma necessidade imperiosa de profissionalização da aquicultura com a organização das diferentes cadeias produtivas. Entretanto a aquicultura brasileira ressenete-se ainda da falta de um serviço confiável de coleta de dados estatísticos de desembarque de pescado e da produção da aquicultura (Castagnolli, 2004 apud Cyrino et al., 2004).

O cultivo de organismos aquáticos com valor econômico ou **Aquicultura** (Arana, 2004) constitui uma atividade vital e em expansão do segmento agrícola e da produção animal que mais cresce em todo o mundo, principalmente devido à estagnação que a pesca extrativa tem enfrentado nos últimos anos. Segundo o SOFIA – State of World Fisheries and Aquaculture (2009), a aquicultura vem apresentando taxa média anual de crescimento de 8,8% desde a década de 70, destoando radicalmente da produção de proteína animal terrestre,

que no mesmo período obteve uma taxa de crescimento anual na casa de 2,8%. Segundo a FAO (2008), a carne de pescado é a fonte protéica de origem animal mais consumida no mundo, atingindo grandes índices de consumo nos países asiáticos e países desenvolvidos. Já o Brasil, apesar de se encontrar entre os 30 maiores pólos pesqueiros mundiais, apresenta um dos mais baixos índices de consumo de pescado, em média 6,7kg *per capita*/ano (Prentice e Sainz, 2005).

O setor primário de produção de pescados (pesca + aquicultura) representa quase 0,4% do PIB. Contudo, se considerada toda a cadeia produtiva de pescados, desde a produção de rações e embalagens até o transporte e o processamento, entre outros, a contribuição do setor evolui para cerca de 2% do PIB (Ostrensky, Borghetti e Soto, 2008). Segundo a FAO (2007), a produção aquícola mundial, incluindo algas, excedeu em 2004 os 59 milhões de toneladas, e, em valor, ultrapassou US\$ 70 bilhões. No Brasil a situação não é diferente. A produção aquícola nacional total no ano de 2004 foi estimada em mais de 260.000 t, o que representa uma receita de mais de R\$ 2 bilhões, havendo um predomínio do cultivo de peixes de água doce com cerca de 65,8% de toda a produção.

Os principais organismos cultivados no Brasil, em termos de volume, são os peixes (principalmente tilápia, carpas e o tambaqui), o camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) e o mexilhão (*Perna perna*). Dentre os sistemas de cultivo empregados destacam-se o uso de viveiros, geralmente manejados em regime semi-intensivo de produção (usados nos cultivos de peixes e de camarões) e os *long-lines* (empregados nos cultivos de mexilhões e ostras). A produção de peixes em tanques-rede apresenta um grande potencial de desenvolvimento no país, transpostos os obstáculos burocráticos e legais do direito ao uso de espaços da União para desenvolvimento da aquicultura (Ostrensky, Borguetti e Soto, 2008). 24 espécies foram relacionadas pelo IBAMA (2005) como sendo cultivadas em 2004, as quais foram agrupadas nas seguintes categorias: peixes, crustáceos, moluscos e anfíbios. Os peixes

aparecem como maioria absoluta, sendo 17 espécies cultivadas comercialmente, seguidos pelos moluscos com quatro espécies cultivadas, os crustáceos com duas, e os anfíbios com uma espécie. No período de 1996 a 2001 o grupo mais cultivado no país foi o das carpas. A partir de 2002 o camarão marinho (*L. vannamei*) assumiu a liderança na produção nacional e no mesmo ano a produção de tilápias ultrapassou a das carpas, sendo a produção então ranqueada da seguinte forma: camarão marinho em primeiro lugar, seguido pelas tilápias, carpas e tambaquis (Ostrensky, Borguetti e Soto, 2008).

A rápida expansão da aquicultura na última década se refletiu nas várias formas de desenvolvimento, desde sistemas mais simples com menores necessidades de investimento e utilização de tecnologias rudimentares, até empreendimentos mais audaciosos com altos investimentos e tecnologia sofisticada. A geração de produtos em escala familiar e de produtos de médio e alto valor, direcionados ao mercado nacional e internacional foram as formas de cultivo que mais se desenvolveram neste período. Atualmente, a aquicultura brasileira contempla um novo cenário, onde as atividades produtivas começam a se estruturar, como por exemplo, o próprio cultivo de peixes de água doce em tanques-rede e a produção de peixes para abastecimento do mercado da pesca esportiva (os chamados pesque-pague), estes últimos ainda em posição delicada, acuada diante de uma série de problemas (Ostrensky, Borguetti e Soto, 2008).

O aumento da demanda por peixes como resultado do acelerado crescimento mundial, aumento da disponibilidade de renda e preferência pessoais, culturais e de saúde por outras fontes protéicas animais, aceleram o crescimento do setor (Webster e Lim, 2001). A produção em cativeiro de peixes de água doce tem aumentado significativamente no Brasil, principalmente se comparado a produção de peixes marinhos. Apesar do considerável aumento na produção e oferta de peixes de água doce, o consumidor brasileiro ainda pouco

conhece sobre suas características nutricionais e aplicações tecnológicas, mesmo se tratando de peixes oriundos de rios brasileiros (Lage et al., 2001).

Inúmeras razões são responsáveis pelo baixo consumo de pescado no Brasil, envolvendo fatores diversos e interdependentes, podendo-se citar entre outros, falta de hábito alimentar; baixa aceitação devido ao sabor e cheiro; má qualidade do pescado fresco; falta de padronização dos produtos; dificuldades de distribuição e preparo (Macedo-Viegas, 2000). No entanto, esta situação tende a ser revertida pelas inovações tecnológicas da indústria nacional (Oetterer, 1999), necessitando, porém, de estudos que visam a preservação da qualidade de espécies piscícolas, com melhoria nos programas de inspeção e de processamento.

Tendo em vista a magnitude dessa atividade, enquanto produtora de proteína animal de alta qualidade e geradora de divisas, empregos e renda, é inegável a importância de se aparar todas as arestas que ainda se fazem presentes no processo produtivo. Dentre estas, o manejo alimentar tem se mostrado com grande potencial de incremento, principalmente no que concerne aos estudos relativos aos ingredientes de rações, que são a base dessa cadeia produtiva.

2.2 Tilápia

O nome **Tilápia** foi usado pela primeira vez em 1940 por Smith, trata-se de um vocábulo africano que significa “Pez” (Campo, 2006). As Tilápias (família Cichlidae) são ciclídeos nativos da África e encontram-se difundidas em todo mundo, em vários países de clima tropical e subtropical, onde foram introduzidas deliberada ou acidentalmente. São reconhecidas mais de 70 espécies de tilápias, sendo os principais gêneros de importância comercial o *Oreochromis* spp., *Sarotherodon* ssp. e *Tilapia* ssp. (Vila Nova, Godoy e

Aldrigue, 2005). Destes três, o primeiro é o de maior destaque na aquicultura mundial. Os gêneros diferenciam-se basicamente pelo comportamento reprodutivo e alimentar.

A tilápia foi introduzida fora do continente africano na década de 30 e expandiu-se rapidamente pelo sul do Pacífico e sudeste asiático, em seguida Estados Unidos e Europa. O cultivo de tilápias em cativeiro remonta à Idade Antiga. Há registros históricos de cultivo destes peixes em tanques para posterior consumo pelos egípcios. No entanto, o crescimento da atividade intensificou-se somente no século XX. A China, que possui tradição milenar em aquicultura, é atualmente o maior produtor de tilápia cultivada do mundo, conforme demonstra a Tabela 1, tendo incrementado a exploração desta atividade a partir da década de 1970. A primeira espécie de tilápia introduzida no Brasil foi a Tilápia do Congo (*Tilapia rendalli*) no Estado de São Paulo, em 1953 (Lovshin, 2000), chegando a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) ao Brasil em 1971 adaptando-se facilmente as condições climáticas (Souza et al, 2004). A Tilápia do Nilo ou nilótica recebe tal denominação por ser oriunda da Bacia do Nilo (Vila Nova, Godoy e Aldrigue, 2005).

Tabela 1 – Principais produtores mundiais de tilápia em 2006.

País	Produção de Tilápia (t)
China	897276
Egito	199078
Filipinas	145869
Indonésia	138651
Tailândia	97653
Taiwan	89275
Brasil	69078

Fonte: FAO (2007).

A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Figura 1) é uma espécie que vem sendo cultivada semi e extensivamente em várias regiões do Brasil, tendo sido, praticamente, o primeiro peixe oriundo da aquicultura de águas interiores a ser processado na forma de filés

resfriados e congelados. Sua introdução na aquicultura nacional apresenta-se bastante promissora, com produção no ano de 2003 de 86.416 toneladas, valor este superior em mais de 50% em relação ao ano de 1999 (Madrid, 2000), podendo atingir uma produção mundial de 1.500.000 toneladas no ano de 2010 (Souza et al., 2004).



Figura 1. Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Fonte: www.aquavap.com/tilapia_gift.htm

2.2.1 Características zootécnicas

A tilápia é o segundo grupo de criação mais importante no ranking da aquicultura mundial. Apresenta características de criação desejáveis em peixes destinados a exploração comercial por ser de fácil adaptação às condições ambientais variáveis; apresentar boa conversão alimentar e ganho de peso; rusticidade; ocupa baixo nível trófico na cadeia alimentar; são espécies fitoplanctófagas alimentando-se principalmente de algas clorofíceas, porém com alta aceitação a qualquer outro tipo de alimento; fácil adaptação a confinamento; boa resistência a baixos níveis de oxigênio na água; alta resistência a doenças e carne e subprodutos de grande aceitação no mercado (Boscolo, Hayashi e Meurer, 2002).

A tilápia possui a característica de utilizar eficientemente alimentos de origem vegetal, devido a adaptações morfológicas e fisiológicas, dentes faríngeos, pH estomacal abaixo de 2 (ácido) e intestino muito longo (cerca de seis vezes o tamanho do peixe). A utilização de dietas balanceadas é de fundamental importância para que os peixes atinjam seu máximo potencial produtivo. A utilização de compostos antioxidantes encontrados na dieta, ou mesmo sintéticos, é um dos mecanismos de defesa contra os radicais livres que podem ser empregados nas indústrias de alimentos (Bianchi e Antunes, 1999). A quantidade e qualidade de alimento ingerido determinam a taxa de crescimento, o tempo de maturação sexual e o tempo de vida do animal (Souza et al., 2004).

Em criação, a preferência pela utilização de machos de tilápia se dá principalmente pelo rápido crescimento, podendo atingir o dobro do tamanho da fêmea permitindo uma maior produtividade em menor espaço de tempo, além do controle da reprodução, que é indesejável quando o cultivo é realizado em viveiros (Pinto, 2006). Porém o uso de animais de sexo revertido ainda causa preocupação por parte da população consumidora, principalmente no tocante ao possível acúmulo de resíduo hormonal. Uma das características das rações comerciais para tilápias na fase de reversão sexual é o alto teor protéico. Algumas rações são formuladas com até 55% de proteína bruta (PB) para esta fase, apesar de algumas pesquisas apontarem valores bem mais baixos. Outra característica das rações encontradas no mercado para esta fase é o alto teor de alimentos protéicos de origem animal, como as farinhas de peixe ou de vísceras de aves, entre outros, porém ainda são poucos os relatos na literatura com avaliação de alimentos para Tilápia do Nilo nesta fase do desenvolvimento (Meurer et al., 2008).

As tilápias adultas priorizam a ingestão de fitoplâncton, zooplâncton e, em último caso, por detritos. Variações sazonais influenciam o tipo de dieta e volume de ingesta, sendo menor no inverno. Durante as estações chuvosas predomina o consumo de detrito, e nas

estações secas, o consumo de fitoplâncton prevalece (Beveridge e Baird, 2000). Apesar de apresentar grande aceitação por alimentos, quando em cultivo intensivo, os ingredientes mais utilizados para composição da ração são farinha de peixe, farelo de soja e milho (Wille et al., 2002). Em virtude da alta porcentagem de alimentos de origem animal, um dos problemas destas rações são os altos teores de minerais, como cálcio e fósforo, e o alto custo de algumas destas fontes, como a farinha de peixes de boa qualidade. Um interessante fator de *marketing* atual é a utilização de alimentos de origem vegetal na composição das rações animais. Alguns pesquisadores têm demonstrado que as fontes protéicas de origem animal podem ser substituídas parcial ou totalmente por fontes protéicas de origem vegetal para tilápias do Nilo (Meurer et al., 2008). Embora várias pesquisas apontem para substituição dos ingredientes tradicionais na alimentação da Tilápia, deve-se considerar os prejuízos no desempenho zootécnico gerados pela baixa palatabilidade de alguns produtos vegetais.

2.2.2 Composição nutricional e características de consumo da tilápia

Os peixes apresentam características nutricionais de importância na alimentação e de interesse a saúde, o que torna cada vez mais desejável o aumento no seu consumo. Apresentam alto teor protéico de elevado valor biológico, sendo suas proteínas altamente digeríveis e com equilibrada composição em aminoácidos, ricas em metionina e lisina, limitante na maioria dos cereais. As gorduras destacam-se pela sua composição em ácidos graxos de interesse para os seres humanos. Possuem lipídios de excelente qualidade e baixo teor de colesterol (Vila Nova, Godoy e Aldrigue, 2005; Souza et al., 2005). Os lipídios dos peixes marinhos e de água doce se diferem em composição. Os peixes do mar apresentam grande proporção de C18:0, C20:0 e C22:0 enquanto que os peixes de rio contêm menores teores de C20 e C22 insaturados e maiores teores de C16 e C18 insaturados. Peixes de água

doce geralmente contém menores proporções de ácidos graxos poliinsaturados ω -3 do que os peixes marinhos. Tais diferenças são atribuídas a diferenças na alimentação, sazonalidade e condições ambientais (Brum, Oetterer e D'Arce, 2002).

As vitaminas lipossolúveis de maior representação no pescado são a A e a D, podendo ser encontradas em algumas espécies teores de até 50.000UI e 45.000UI respectivamente. Dentre as vitaminas hidrossolúveis tem-se a tiamina (B₁), riboflavina (B₂), ácido pantotênico (B₅), ácido fólico (B₉) e ácido ascórbico (C) (Ogawa e Maia, 1999).

A carne de peixe também é considerada fonte valiosa de minerais, dentre eles destacam-se cálcio e fósforo, sendo ainda fontes razoáveis de sódio, potássio, zinco, manganês e fósforo. Ferro e iodo são encontrados em peixes marinhos. O músculo dos peixes apresenta teor de tecido conjuntivo em torno de 3 a 10%, e a gelatinização do colágeno ocorre em temperaturas inferiores a dos animais de sangue quente, o que explica a maciez da carne da carne do pescado e seu alto valor nutritivo em relação às carnes bovinas (Andrade, 2006).

O músculo do pescado apresenta uma composição média de 60 a 85% de umidade, cerca de 20% de proteína bruta, 1 a 2% de cinzas e 0,6 a 36% de lipídios, sendo a alta variação no teor lipídico explicada pela localização da carne analisada (a carne dorsal apresenta menor quantidade de lipídio do que a carne abdominal), pelo sexo, idade, sazonalidade, *habitat* e dieta ingerida pelo pescado (Ogawa e Maia, 1999).

Como descrito anteriormente, a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) parece ser uma das espécies de melhor aceitação pelo consumidor, principalmente pela excelente textura e pelo sabor de sua carne. O consumo mais acentuado de pescado se iniciou quando sua qualidade nutricional foi destacada, apresentando balanço protéico, vitamínico e mineral, associado a um baixo valor calórico (Venugopal et al., 1999). Os valores médios para composição centesimal (%) da Tilápia do Nilo no peixe inteiro encontrados por Souza (2004) foram de 70,84 de umidade, 19,20 de proteína bruta, 8,06 de lipídios e 3,41 de cinzas. Pinto

(2006) encontrou no filé valores (%) de 77,91 de umidade, 25,65 de proteína bruta, 2,55 de lipídios e 1,04 de cinzas, relatou também que Tilápia do Nilo pode ser considerada como pertencente a categoria dos peixes magros, tendo sido encontrado valores de 2,09 de gordura.

O consumo de tilápias destaca-se justamente pelas características sensoriais da carne, sendo ela de sabor apreciável, textura firme, cor branca, aspecto fibroso e suculento, além de elevado valor nutricional e ainda por não apresentar espinhos intramusculares na forma de “Y” (mioceptos) no seu filé, sendo, portanto apropriado para filetagem (Furuya et al., 2001; Souza e Maranhão, 2001; Boscolo, Hayashi e Meurer, 2002; Albuquerque, Zapata e Almeida, 2004). Possui alto rendimento de filé, de aproximadamente 35 a 40%, em exemplares com peso médio de abate comercial de 450 a 500g (Gurgel, 1998; Brugger et al., 2000; Vieira e Vieira, 2001). O filé representa a principal parte comestível do pescado. Além do filé, podem ser comercializados outros produtos de tilápia como hambúrgueres, *nuggets*, empanados, espetinhos, petiscos, *sashimi* e farinha de tilápia. Seu couro é aproveitado para produção de diversos acessórios como bolsas, sapatos e cintos.

A espécie é recomendada para consumo nas mais variadas formas, dentre elas fresco, desidratada, salgada e defumada (Leonhardt et al., 2006). A maior parte da tilápia hoje produzida é comercializada nas propriedades diretamente com o consumidor final. O processamento, quando feito, é realizado em escala reduzida, em frigoríficos de pequeno porte, apesar de já ser perceptível nos últimos anos a tendência de crescimento do número de frigoríficos que processam o peixe. Para um incremento significativo no consumo de peixes faz-se necessário romper limites de logística e de estocagem, de forma a atingir mercados distantes das unidades produtivas.

2.3 Nutrição e Metabolismo de Peixes

A dieta influencia o comportamento, a integridade estrutural, a saúde, as funções fisiológicas, a reprodução e o crescimento dos peixes. As exigências nutricionais geralmente são estabelecidas sob condições laboratoriais, sabe-se, entretanto, que as reais exigências nutricionais são relacionadas a espécie, fase de desenvolvimento, sexo e estágio de maturação, sistema e regime de produção, temperatura da água, frequência de arraçamento e qualidade da dieta (Cyrino et al., 2004). As tilápias podem ser consideradas onívoras com fortes tendências a herbivoria, onde o local, o tempo e o sexo influenciam o comportamento alimentar (Beveridge e Baird, 2000).

A utilização de dietas balanceadas é de fundamental importância para que os peixes atinjam seu máximo potencial produtivo. Estas vêm sendo utilizadas intensamente no cultivo de peixes no Brasil e representam entre 40 e 70% do custo operacional da criação. Na dieta a ser adotada, deve-se fornecer quantidades adequadas de proteína, carboidratos, vitaminas e minerais, sendo a quantidade de cada um, dependente de vários fatores, como a palatabilidade, custo, disponibilidade e a qualidade do ingrediente. A dieta fornecida aos peixes deve atender as suas exigências nutricionais. Dietas não balanceadas afetam negativamente o aproveitamento dos nutrientes, onde níveis abaixo ou acima dos exigidos interferem na digestibilidade e absorção de outros nutrientes. O consumo de alimentos em peixes é regulado pela quantidade energética da dieta, portanto, dietas altamente energéticas implicam em saciedade antes da ingestão adequada de nutrientes (Cyrino et al., 2004).

Dentre os nutrientes exigidos para fornecimento de energia na dieta de peixes assumem destaque os lipídios, principais por seu elevado valor energético e aplicabilidade em dietas, e as proteínas, assim como em animais terrestres. No entanto, os peixes são mais eficientes no uso da energia comparados às aves e aos mamíferos. Neles a exigência de

proteínas é quantitativamente maior que a energética como decorrência de menor consumo de energia por esses animais para locomoção, excreção nitrogenada e maior capacidade de energia pelo catabolismo protéico, além da não necessidade de regulação de temperatura (Lovell, 1991). Este é um dos fatores que explicam os melhores índices de conversão alimentar dos peixes (0,9 a 1,8) comparados às aves (1,6 a 1,9) e suínos (2,5 a 2,9). Tilápias aproveitam bem carboidratos e gorduras como fonte de energia, poupando assim a proteína das rações para crescimento.

Os ácidos graxos essenciais (AGE) presentes na fração lipídica das rações representam um importante papel em processos fisiológicos e exercem influência sobre a presença de AGE no corpo de peixes alimentados com rações contendo tais ingredientes. Os ácidos graxos das gorduras dos peixes de água doce resultam da combinação dos ácidos graxos ingeridos na dieta e das modificações para funções fisiológicas. Para o armazenamento da gordura há um acúmulo nas paredes da cavidade abdominal como depósitos semi-sólidos, sob a pele, no fígado, nos tecidos mesentéricos e nos músculos. Um dos aspectos de destaque da carne branca (peixes e aves) é a sua baixa quantidade de gordura entre as fibras musculares. Entretanto, outras partes da carcaça ainda apresentam considerável adiposidade, principalmente nos tecidos abdominal e visceral, o que tem levado a indústria piscícola a buscar soluções mais efetivas tanto do ponto de vista econômico quanto da saúde do consumidor (Meurer et al., 2002).

O metabolismo dos peixes sofre influências tanto ambientais como aquelas próprias do animal. Para que as funções fisiológicas, assim como crescimento e reprodução ocorram de forma correta, é necessário que as recomendações nutricionais sejam adequadamente supridas, resguardadas as diferentes inerentes de cada espécie. Para tanto deve haver uma proporção quanti e qualitativas dos nutrientes na dieta de forma a serem biodisponíveis o suficiente para atingir níveis adequados de digestibilidade e absorção que permitam seu

aproveitamento no metabolismo do animal (De Silva e Anderson, 1995). Temperaturas acima de 32°C e abaixo de 27°C reduzem o apetite e o crescimento de tilápias, e abaixo de 18°C suprimem o sistema imunológico (Kubitza, 2000). De maneira geral, cada espécie de peixe possui uma faixa de temperatura na qual eles expressam maior potencial de crescimento (Piedras, Moraes e Pouey, 2004), o que pode estar diretamente relacionado com a atividade enzimática dos processos digestórios (Moura et al., 2007).

Muitos alimentos vêm sendo testados com a finalidade de melhorar o bem estar e o desempenho dos peixes. No entanto, informações a respeito da influência ambiental e dos processos fisiológicos da digestão são escassas, não permitindo o avanço do conhecimento para otimizar, nutricionalmente, as dietas comerciais. Pelo fato de os peixes serem animais ectotérmicos, a temperatura do meio onde vivem influencia o seu metabolismo fisiológico, afetando os processos de digestão e, conseqüentemente, o desempenho (Moura et al., 2007). Pesquisadores vêm dedicando grande atenção aos estudos visando substituir as fontes protéicas e energéticas de origem animal tradicionais nas rações de peixes (por exemplo, as farinhas e óleos de peixes) por fontes de origem vegetal, como os subprodutos do processamento de sementes de plantas oleaginosas (soja, girassol, algodão, entre outras) e amiláceas (trigo, arroz, milho, mandioca, entre outras). Comparativamente a outras espécies de peixes, as tilápias parecem apresentar maior habilidade em aproveitar estes alimentos alternativos. Rações formuladas à base de produtos de origem vegetal, com o farelo de soja como principal fonte de proteína podem ser utilizadas sem prejuízo ao desempenho das tilápias comparado ao uso de rações contendo produtos animais (Meurer et al., 2008). A utilização de compostos antioxidantes encontrados na dieta, ou mesmo sintéticos, é um dos mecanismos de defesa contra os radicais livres que podem ser empregados nas indústrias de alimentos (Bianchi e Antunes, 1999) melhorando a qualidade da ração e conseqüentemente a qualidade do produto final de consumo.

2.4 Deterioração do Pescado

A vida útil de muitos alimentos perecíveis como carnes, ovos e pescado é limitada pela presença de oxigênio atmosférico, uma vez que nessas condições podem ocorrer reações com o oxigênio e crescimento de microrganismos aeróbios que aceleram o processo de deterioração. Esses efeitos deletérios sobre os seres vivos podem variar consideravelmente conforme o tipo de organismo, seu estado fisiológico, suas defesas antioxidantes e sua dieta (Lucarelli, 2006).

O pescado é tido como mais susceptível ao processo de deterioração do que outros produtos cárneos, por ter rápida ação destrutiva de suas enzimas, característica menos ácida da carne e facilidade de oxidação dos lipídios presentes (Prentice e Sainz, 2005). As proteínas do pescado são mais instáveis do que as dos demais animais terrestres, desnaturando-se mais facilmente, especialmente devido às alterações provocadas por enzimas autolíticas, ação microbiana e reações químicas (Góes, 1987).

Logo após a morte ocorrem alterações físicas, químicas e biológicas no peixe que levam o produto a um estado de deterioração que inclui a liberação de muco, o *rigor-mortis*, a autólise e a decomposição bacteriana. A velocidade destas reações pode ser diminuída com a refrigeração, ou detida por longos períodos pelo congelamento. De acordo com Prentice e Sainz (2005), o pescado fresco é o que mais sofre deterioração *post mortem* do músculo nos alimentos hoje consumidos, portanto as indústrias podem ter um crescimento de mercado, se puderem manter a qualidade por mais tempo, atendendo a demanda de entressafra.

O frescor do pescado armazenado pode ser avaliado por parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, através de comparações de tempos de análise de armazenamento com os valores que a matéria-prima apresentava imediatamente após o abate (Contreras-Guzmán, 1994). Os compostos formados entre a captura e o fim do *rigor-mortis* são de

origem autolítica e não podem ser evitados. Já os compostos formados no pós-rigor, que compreende a fase de mudanças na qualidade, são produtos de atividade microbiana que podem ser controladas até certo limite, por emprego de processos tecnológicos (Contreras-Guzmán, 2002).

A espécie do pescado e o manuseio antes do abate influenciam nos processos deteriorativos. A presença de substâncias extrativas nitrogenadas presentes nos músculos na forma de aminoácidos livres, peptídeos simples como a anserina e a glutatona, trimetilamina, creatinina e taurina influenciam no aparecimento de outros produtos de degradação, pois são pontos de partida para atividade de microrganismos (Ogawa et al., 1999). Os métodos químicos que avaliam a presença de substâncias extrativas nitrogenadas são a análise de nitrogênio não protéico (NNP) e a análise de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT), sendo que dessas bases a de variação mais significativa é a trimetilamina. Segundo Howgate (1976) é considerado alto grau de frescor teores de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) entre 5 a 10mgN/100g. A legislação brasileira apresentada pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 1952) considera deteriorado e, portanto, impróprio para o consumo, o pescado com teor de bases voláteis maior ou igual a 30mgN/100g e pH do músculo maior ou igual a 6,8.

A peroxidação lipídica é definida como a deterioração dos lipídios poliinsaturados, como os ácidos graxos presentes nos peixes. Porém existem antioxidantes não enzimáticos que participam da defesa contra as espécies reativas do oxigênio nos sistemas biológicos, como por exemplo, compostos fenólicos de origem vegetal (Lucarelli, 2006). A oxidação lipídica é uma das maiores mudanças que ocorrem durante o processamento, distribuição e preparo dos alimentos. Seus efeitos são modificações nas características sensoriais e alterações bioquímicas que diminuem o valor nutricional levando à formação de compostos potencialmente tóxicos, que podem estar relacionados com o câncer de cólon, doenças cardiovasculares e depressão do sistema imune.

Segundo Torres e Okani (1997), mais importante do que o teor lipídico de um alimento é a natureza como se encontra, assim como sua possível colaboração em doenças crônico-degenerativas, pois o malonaldeído (MDA), um produto da oxidação lipídica, possui relação com a indução do processo de carcinogênese em humanos. Um dos métodos mais utilizados, em produtos cárneos, para se avaliar a extensão da estabilidade lipídica é o teste de TBA (ácido 2-tiobarbitúrico) ou TBARS (substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico). A fração lipídica de peixes tem como característica a presença de ácidos graxos insaturados, que embora seja uma característica nutricionalmente positiva é preocupante industrialmente, pois quanto mais insaturado o lipídio maior a possibilidade de peroxidação dos mesmos (Luzia et al., 2000).

2.5 Conservação do Pescado

Para a venda do peixe *in natura* é necessário que ele esteja fresco. Este é o peixe recém-capturado, conservado no gelo e que mostra suas qualidades originais inalteradas. Mas geralmente o que se compra nos grandes centros é o peixe recém descongelado. No Brasil, o pescado de água doce é comercializado predominantemente *in natura*, fresco e eviscerado. Nas regiões centro-oeste, sudeste e sul do país, o principal canal de comercialização dos peixes produzidos em cativeiro ainda são os pesqueiros particulares (90%), e apenas 10% passam por algum processo de industrialização. Entretanto, as perspectivas atuais apontam para um aumento na comercialização de pescados *in natura* na forma de filé resfriado ou congelado e aumento no consumo de produtos industrializados (Valenti; Poli e Pereira, 2000).

Tanto os peixes de água doce como os pescados de águas marinhas podem ser conservados frescos ou industrializados. A venda do pescado *in natura* ou industrializado, deve ser criteriosa, pois como ainda o hábito do consumo de peixes é pequeno, o consumo de

produtos *in natura* com sabor desagradável de alguns exemplares pode ser associado a todos os pescados, comprometendo ainda mais o consumo destes pelo pré-conceito estabelecido. O controle da qualidade do pescado vai da inspeção sanitária da matéria-prima, até o sistema de transporte, atingindo por último as indústrias processadoras. A vigilância sanitária atua zelando pela qualidade higiênico-sanitária dos produtos colocados à disposição dos consumidores.

O pescado, por ser altamente perecível, exige cuidados especiais, sabendo-se que uma das principais formas de conservação é pelo frio, já que está sujeito à contaminação pelos mais variados microorganismos, adquiridos no ambiente aquático ou durante as diferentes etapas de captura e transporte. Uma das formas de se conservar o pescado a frio é o uso do gelo. Durante o processamento, o excesso de peixe que não pode ser imediatamente processado é conservado em caixas nas quais são intercaladas camadas de pescado e gelo, e que são armazenadas em câmaras refrigeradas por até 3 dias. O mesmo acontece nos pontos de venda ao consumidor (Constantinido, 1994; Hobbs, 1998). Segundo Scherer et al. (2004), o uso do gelo clorado é efetivo na redução da contagem de microorganismos aeróbios mesófilos e psicotróficos na carne, ampliando em aproximadamente três dias a vida de prateleira de pescados armazenados inteiros.

No entanto a presença de uma alta população de coliformes e microorganismos heterotróficos e a má qualidade físico-química sugerem que o gelo usado na conservação do pescado fresco pode representar risco potencial ao consumidor, além de reduzir a vida útil do alimento. Para estocagem por tempos mais prolongados, recomenda-se o congelamento, pois a refrigeração é limitada. Os microorganismos deterioradores não se desenvolvem a temperaturas abaixo de -10°C , já a autólise pode continuar mesmo a esta temperatura citada, por isso congela-se sempre a temperaturas inferiores a -18°C (Giampietro e Rezende-Lago, 2009).

Segundo a ANVISA (2008) entende-se por "fresco" o pescado dado ao consumo sem ter sofrido qualquer processo de conservação, a não ser a ação do gelo. Entende-se por "resfriado" o pescado devidamente acondicionado em gelo e mantido em temperatura entre 0,5 e -2°C. Entende-se por "congelado" o pescado tratado por processos adequados de congelamento, em temperatura não superior a -25°C.

A formação natural de produtos após o abate do pescado, assim como a peroxidação lipídica que reduz a qualidade da carne de diversas formas, incluindo deterioração do sabor, oxidação do pigmento muscular e perda de água (Medina et al., 2003) também é fator preponderante de estudos de novas formas de conservação, que vão além do armazenamento, implicando em substâncias antioxidantes naturais ou artificiais adicionadas a ração para melhorias na conservação. As substâncias antioxidantes são capazes de prevenir os efeitos deletérios da oxidação, inibindo o início da lipoperoxidação, seqüestrando radicais livres e/ou quelando íons metálicas. Eles protegem organismos aeróbicos do “estresse” oxidativo, definido como elevação na formação de espécies reativas de oxigênio (Rodrigues et al., 2003). A união de formas corretas de conservação a frio associadas a utilização de substâncias antioxidantes em sistemas alimentares podem aumentar a vida útil de prateleira dos pescados.

2.6 Sorgo (*Sorghum bicolor* (L). Moench)

A cultura do sorgo apresentou expressiva expansão nos últimos anos agrícolas, atingindo em 2008/2009 uma área plantada acima de 1,5 milhão de hectares. Do ponto de vista agrônômico, este crescimento é explicado, principalmente, pelo alto potencial de produção de grãos e matéria seca da cultura, além da sua extraordinária capacidade de suportar estresses ambientais. Deste modo, o sorgo tem sido uma excelente opção para produção de grãos e forragem em todas as situações em que o déficit hídrico e as condições de

baixa fertilidade dos solos oferecem maiores riscos para outras culturas, notadamente o milho. Do ponto de vista de mercado, o cultivo de sorgo em sucessão a culturas de verão tem contribuído para a oferta sustentável de alimentos de boa qualidade para alimentação animal e de baixo custo, tanto para pecuaristas como para a agroindústria de rações. Atualmente, em toda a região produtora de grãos de sorgo do Brasil Central, o produto tem liquidez para o agricultor e grande vantagem comparativa para a indústria, que, cada vez mais, procura alternativas para compor suas rações com qualidade e menor custo (EMBRAPA, 2009). Ainda segundo a EMBRAPA (2009) a agroindústria de carnes se expande na região, na busca de matérias primas de menor custo para alimentação de plantéis de aves, suínos e bovinos. O milho, principal ingrediente para alimentação animal no país, está se valorizando, em especial pela grande expectativa de exportação do produto per se ou embalado no complexo das carnes. Para manter o mercado de rações abastecido com grãos de qualidade confiável e custo ajustado ao negócio, o sorgo já é reconhecido como o principal grão alternativo ao milho na chamada cesta básica de ingredientes forrageiros, junto com o próprio milho, o trigo, o triticale, o farelo de arroz e a fécula de mandioca.

O grão de sorgo (*Sorghum bicolor* (L). Moench) é uma importante fonte de energia em dietas de ruminantes e monogástricos, podendo substituir cereais como o milho e o trigo (Cabral Filho, 2004). Comparativamente, apresenta 90 a 95% do valor nutritivo do milho, sendo ligeiramente inferior em valor energético (NRC, 1994). Apresenta um teor de proteína em torno de 8 a 9%, um pouco superior ao milho, embora esta seja de menor qualidade. Contém níveis dos aminoácidos metionina e lisina abaixo daqueles encontrados no milho, porém maior quantidade de triptofano. Dispõe ainda, de nível muito baixo de pigmentos e nível inferior de extrato etéreo (Scheuermann, 2003). De acordo com Bressan (1998), os fatores mais preocupantes, ao substituir o milho pelo sorgo, são a variação na cor e maciez da carne crua.

2.6.1 Utilização de sorgo em ração para pescado

Devido ao crescimento da piscicultura no mundo e às oscilações de preços dos ingredientes das rações, fontes alternativas na alimentação dos peixes vêm sendo estudadas a fim de minimizar os custos de produção. No entanto, esta substituição de ingredientes alternativos pode ser limitada pela presença de fatores antinutricionais ou pela sua composição bromatológica. Neste contexto, o sorgo (*Sorghum bicolor* (L). Moench) apresenta-se como um ingrediente em potencial. Entretanto, quando incorporado às fórmulas ou usado como alimento suplementar, agrega quantidades consideráveis de taninos, que podem proporcionar aos peixes resultados discretos de desempenho e de utilização biológica.

No sorgo encontram-se substâncias fenólicas antioxidantes (Cabral Filho, 2004), que podem ser úteis como agentes moduladores da saúde humana, além de promover maior preservação do pescado. Dentre as substâncias fenólicas presentes no sorgo, as de maior destaque são os taninos, que naturalmente encontram-se em duas formas: hidrolisáveis e condensados. De acordo com Myer et al. (1986) o teor de tanino presente no grão de sorgo varia de 1,3 a 3,6% para cultivares com alto teor de tanino e de 0,1 a 0,7% para cultivares com baixo teor de tanino.

Os taninos hidrolisáveis consistem de ésteres de ácidos gálico e elágico glicosilados, formados a partir do chiquimato, onde os grupos hidroxila do açúcar são esterificados com os ácidos fenólicos. Os taninos elágicos são muito mais freqüentes que os gálicos, e é provável que o sistema bifenílico do ácido hexaidroxidifenílico seja resultante da ligação oxidativa entre dois ácidos gálicos (Monteiro, Albuquerque e Araújo, 2005). Largamente encontrados no reino vegetal, os taninos condensados ou proantocianidinas são polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol, produtos do metabolismo do fenilpropanol (Heil et al., 2002). As proantocianidinas, assim denominadas provavelmente pelo fato de apresentarem pigmentos

avermelhados da classe das antocianidinas, como cianidina e delphinidina (Mello e Santos, 2001), apresentam uma rica diversidade estrutural, resultante de padrões de substituições entre unidades flavânicas, diversidade de posições entre suas ligações e a estereoquímica de seus compostos. A maior parte dos taninos presentes no sorgo pertence ao grupo dos condensados (Freire, 2002).

As estruturas dos taninos hidrolisáveis e condensados estão representados nas Figuras 2 e 3.

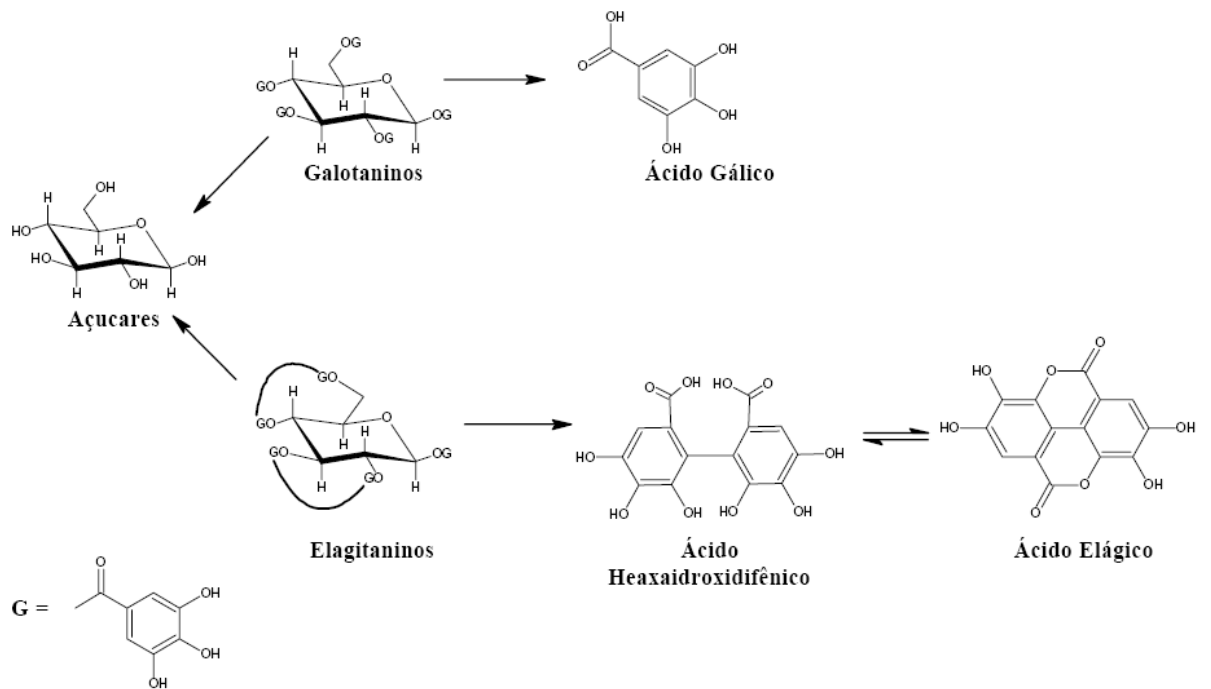
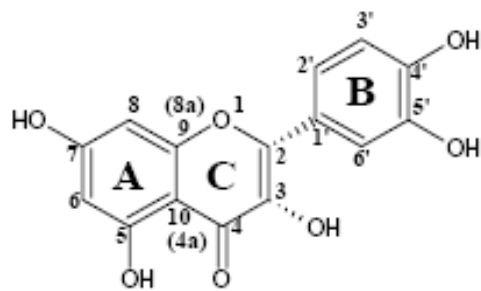
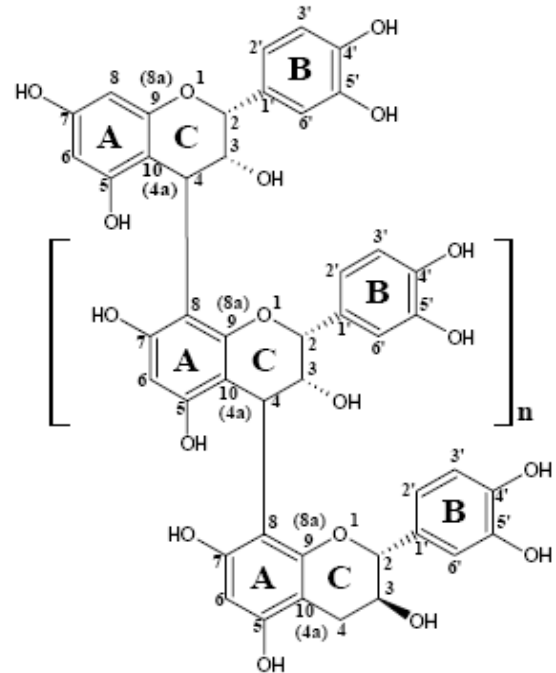


Figura 2. Estrutura dos taninos hidrolisáveis.

Fonte: Queiroz, 2002.



Flavan-3-ol (a)



Procianidina (b)

Figura 3. Estrutura dos taninos condensados (a) flavan-3-ol e (b) procianidina.

Fonte: Queiroz, 2002.

A capacidade antioxidante e a quantidade dos compostos fenólicos hidrofílicos tais como o ácido gálico, têm sido correlacionadas com os efeitos promotores da saúde proporcionados pelo consumo regular de alimentos contendo micronutrientes antioxidantes (André et al., 2007). Estudos sobre a influência dos compostos fenólicos na alimentação animal estão sendo realizados em sentidos variados. Há pesquisas demonstrando suas propriedades em inibir a ingestão de alimentos que os possui, influenciando na digestão e absorção de nutrientes, bem como sua eficiência em converter os nutrientes absorvidos em novas substâncias (Chung et al., 1998; Singh, Bhat e Sharma, 2001).

A presença dos taninos nos alimentos tem alguns efeitos deletérios para o consumo humano e no desenvolvimento animal, incluindo depressão na palatabilidade do alimento, na

ingestão voluntária, na digestibilidade das proteínas, dos carboidratos, de lipídios e diminuição na absorção do cálcio (Chung et al., 1994; Freire, 2002; Monteiro, Albuquerque e Araújo, 2005). No entanto, Furuya et al. (2004) estudaram o coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta e proteína bruta da silagem de sorgo com baixo teor de tanino e da silagem de sorgo com alto teor de tanino na alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), e os resultados indicaram que a Tilápia do Nilo pode utilizar a energia bruta e proteína bruta da silagem de sorgo eficientemente.

Estudos têm mostrado que a introdução de alimentos contendo compostos fenólicos, como o sorgo, na ração de animais pode contribuir com inúmeros benefícios como antioxidantes em sistemas biológicos e alimentares, como antimicrobianos e ainda apresentar efeitos sobre a deposição lipídica plasmática, muscular e visceral. (Chung, et al., 1998; Silva, 2002; Seki, et al., 2001; Seki, et al, 2002). A importância atribuída ao desempenho dos antioxidantes *in vivo* depende de fatores como: tipos de radicais livres formados; onde e como são gerados esses radicais; análise e métodos para a identificação dos danos e doses ideais para obter proteção. Assim, é possível que um antioxidante atue como protetor em determinado sistema, mas que falhe na proteção, ou mesmo que aumente as lesões induzidas em outros sistemas ou tecidos. A utilização de agentes antioxidantes pode representar uma nova abordagem na inibição dos danos provocados pelo excesso de radicais livres (Bianchi e Antunes, 1999).

A estrutura química dos compostos fenólicos presentes na dieta determina a extensão da absorção intestinal e a natureza dos metabólitos circulantes no plasma (Fuhr e Kummert, 1995). Os efeitos da presença de taninos dietéticos sobre o fígado e rins, indicam que o ácido tânico ou os produtos de sua degradação são absorvidos pelo intestino delgado (Jansman, 1993). Butler et al., (1986) alimentaram ratos com sorgo contendo taninos condensados marcados com I¹²⁵. Após 6 dias de alimentação, 61% destes produtos foram encontrados nas

fezes, 20% na urina e níveis significativos foram encontrados no soro, fígado e rins. Isto indica uma significativa absorção de taninos condensados intactos ou seus produtos de degradação.

Pinto (2000) observou um aumento na excreção de gordura nas fezes e um menor depósito de gordura na carcaça, vísceras e fígado de peixes, permitindo inferir que seria apropriada a utilização de baixos níveis de tanino condensado em rações de acabamento, para obtenção de animais mais saudáveis. Aiura e Carvalho (2007) avaliaram o efeito de fontes e níveis de tanino em rações para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a engorda, sobre o desempenho produtivo e deposição lipídica corporal e verificaram que a presença de sorgo na ração não prejudicou o desempenho produtivo da Tilápia do Nilo. Em outro estudo descrito por Aiura e Carvalho (2004) com filés de tilápias alimentadas com rações contendo tanino, foram encontrados valores de até 37% de ácidos graxos saturados (AGS) e 29% de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) demonstrando uma qualidade interessante na composição lipídica dos animais alimentados com rações a base de sorgo (fonte de taninos).

É interessante também investigar a ação antioxidante dos compostos fenólicos na musculatura, inferindo a possibilidade de uso de alimentos alternativos como o sorgo na alimentação dos peixes, propiciando a obtenção de animais com menor deposição de gordura na carcaça e com filés com menor possibilidade de deterioração oxidativa durante o armazenamento.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Estudar o efeito de diferentes níveis de substituição do milho pelo sorgo com baixo teor de tanino em rações para Tilápias do Nilo na composição centesimal do peixe e filés, na qualidade dos filés armazenados por 10 meses em congelamento, nos parâmetros bioquímicos do sangue e na histomorfometria do fígado e intestino.

3.2 Objetivos Específicos

Verificar o efeito da substituição do milho pelo sorgo com baixo teor de tanino nas rações experimentais sobre os seguintes parâmetros:

- Desempenho do crescimento dos animais;
- Hematologia;
- Concentração de colesterol e triglicerídeos plasmáticos após o abate;
- Histomorfometria do intestino e fígado da Tilápia do Nilo após o abate;
- Composição centesimal dos peixes inteiros e filés após abate e dos filés no período de congelamento;
- Compostos que determinam a oxidação nos filés de Tilápias do Nilo durante o período de congelamento;
- Análise Sensorial dos atributos cor e aroma, características que determinam consumo dos filés de Tilápia do Nilo, durante o período armazenamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Animais experimentais

O experimento foi conduzido no Laboratório de Anatomia e Fisiologia Animal no Departamento de Biotecnologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos – Campus de Araras/SP, no período de maio a novembro de 2008. Foram utilizadas 250 Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) machos com peso médio inicial de 20g. Estes peixes foram alojados em 5 tanques circulares com capacidade total de 320L de água cada (Figura 4) em número de 50 peixes por tanque. Os tanques eram independentes quanto à entrada e saída de água, aeração e circulação e foram sifonados diariamente para retirada de fezes e possíveis restos de alimentos e a água completada até a capacidade nominal de 300L.



Figura 4. Tanques utilizados para criação dos peixes.

Fonte: Fotografia própria

Os tanques foram alojados no laboratório com ciclo de iluminação de 12 horas de luz (natural e artificial) e 12 horas de escuro (natural e artificial) a temperatura ambiente constante ($28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), mantida por meio de aparelho de ar condicionado. Os peixes receberam alimentação “*ad libitum*” durante os 6 meses do período experimental com rações isocalóricas e isoprotéicas de acordo com os tratamentos adotados.

O trabalho foi executado de acordo com as normas éticas para pesquisa envolvendo animais e foi submetido ao Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFSCar (Anexo 1).

4.1.2 Composição dos grupos experimentais

Os animais foram distribuídos nos 5 tanques os quais foram denominados de acordo com a composição da dieta oferecida, que tinha como composição milho e sorgo em substituição ao milho. Foram compostos, desta forma, 5 grupos experimentais, sendo 1 grupo controle alimentado com ração tradicional e 4 grupos experimentais alimentados com rações com alimento tradicional (milho) substituído por experimental (sorgo com baixo teor em taninos). Os grupos ficaram denominados e compostos da seguinte forma:

- T1 – Grupo controle – peixes alimentados com ração à base de milho e soja;
- T2 – Grupo experimental – peixes alimentados com ração com substituição de 25% do milho por grãos de sorgo com baixo teor em taninos;
- T3 – Grupo experimental – peixes alimentados com ração com substituição de 50% do milho por grãos de sorgo com baixo teor em taninos;
- T4 – Grupo experimental – peixes alimentados com ração com substituição de 75% do milho por grãos de sorgo com baixo teor em taninos;

- T5 – Grupo experimental – peixes alimentados com ração com substituição de 100% do milho por grãos de sorgo com baixo teor em taninos;

A determinação do conteúdo de taninos totais do sorgo foi realizada pelo método de TAN et al. (1983), e os resultados expressos em equivalentes de catequina. A variedade de sorgo utilizada nos tratamentos apresentou teores médio de 0,6mg catequina g⁻¹, sendo estes valores considerados de baixo teor em taninos (valores de altos teores de tanino em sorgo podem chegar e até superar médias de 8,0mg catequina g⁻¹). Tais análises foram realizadas no local concedente do sorgo e informadas para confecção das rações. Tais análises não fizeram parte do protocolo de análises do experimento.

As rações (controle e experimentais) foram elaboradas de acordo com os modelos seguidos pelo setor de Zootecnia para criação de animais, com representação de composição nutricional de tabela com base nos valores calculados das cultivares de grãos utilizados, diferindo das rações formuladas para testes com animais de laboratório, onde são representados valores de composição centesimal baseados em análises laboratoriais. Embora os animais tenham sido criados em laboratório, buscou-se a maior proximidade com a realidade de crescimento em tanques. Os ingredientes e a composição nutricional calculada das rações estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Ingredientes e composição nutricional calculada das rações controle (T1) e experimentais (T2, T3, T4 e T5).

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4	T5
Milho	35,6	26,7	17,8	8,9	0,0
Sorgo de baixo tanino	0,0	8,9	17,8	26,7	35,6
Farelo trigo	6,8	5,9	7,0	7,1	7,0
Farelo soja	35,0	34,8	34,4	34,2	34,0
Farinha de peixe	2,9	12,9	12,9	12,9	12,9
Óleo de soja	0,2	0,3	0,2	0,4	0,6
Farelo de arroz	9,0	10,0	9,4	9,3	9,4
*Suplemento Vit-Mineral	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Composição Nutricional Calculada (%)					
Proteína Bruta	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Matéria Seca	88,8	88,9	89,0	88,8	88,7
Fibra Bruta	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Extrato Etéreo	4,9	5,0	4,8	4,9	5,0
Material Mineral	6,8	6,9	6,9	6,9	6,9
Ca	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
P	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Extrato Não Nitrogenado	44,9	44,6	45,0	32,3	45,1
Energia Bruta (Kcal/kg)	4097,2	4096,9	4082,0	4085,6	4089,5

T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos. * Suplemento vitamínico e mineral: vit. A, 12.000 UI; vit. B₁, 20 mg; vit. B₂, 20 mg; vit. B₁₂, 40 mcg; vit. B₆, 17,50 mg; vit. D₃, 3.000 UI; vit. E 150 mg; vit. K₃, 15 mg; pantotenato de cálcio, 50 mg; niacina, 100 mg; ácido fólico, 6 mg; biotina, 1 mg; cloreto de colina, 500 mg; cobalto, 0,40 mg; cobre, 17,50 mg; Ferro, 100 mg; manganês, 50 mg; selênio, 100 mg; zinco, 120 mg; veículo q.s.p., 1.000 g. Vitamin and mineral supplement: vitamin A, 12.000 UI; vitamin B₁, 20 mg; vitamin B₂, 20 mg; vitamin B₁₂, 40 mcg; vitamin B₆, 17,50 mg; vitamin D₃, 3.000 UI; vitamin E 150 mg; vitamin K₃, 15 mg; *calcium* pantothenate, 50 mg; niacin, 100 mg; folic acid, 6 mg; biotin, 1 mg; Choline chloride, 500 mg; cobaltum, 0,40 mg; copper, 17,50 mg; Iron, 100 mg; manganese, 50 mg; selenium, 100 mg; zinc, 120 mg; vehicle q.s.p., 1.000 g.

4.2 Métodos

4.2.1 Processamento e armazenamento

Ao término do experimento os peixes ficaram 24 horas em jejum nos tanques para o esvaziamento do trato gastrintestinal. Dez peixes de cada grupo experimental foram pesados e medidos individualmente (Figura 5), e então abatidos por choque térmico, congelados e posteriormente moídos para análise da composição centesimal de acordo com A.O.A.C. (1995). Outros 10 peixes por tratamento foram anestesiados, pesados individualmente e tiveram o sangue coletado da veia caudal, em seringas descartáveis heparinizadas (Figura 6). Imediatamente após a coleta, o sangue foi centrifugado a 3.000 rpm por 10 minutos para a obtenção do plasma. Para análise de colesterol total e triacilgliceróis foram separadas pequenas alíquotas de plasma, e armazenadas em tubos do tipo microtúbulo e mantidos a -20°C para posterior quantificação.

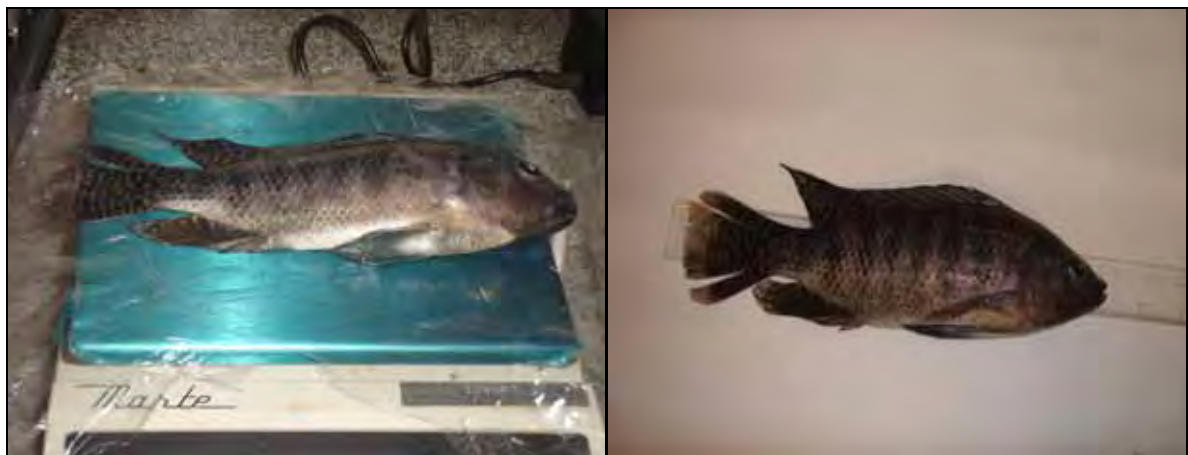


Figura 5. Peso e medida individuais dos peixes.

Fonte: Fotografia própria.



Figura 6. Coleta de sangue.
Fonte: Fotografia própria.

Após a coleta do sangue, estes peixes foram eutanasiados por choque térmico e tiveram coletados o fígado (com vesícula biliar) (Figura 7) e os tecidos adiposos (Figura 8) que foram removidos e pesados para o cálculo dos índices hepatossomático (peso do órgão/peso do animal * 100) e gordura-víscero-somático (peso da gordura do órgão/peso do animal * 100).

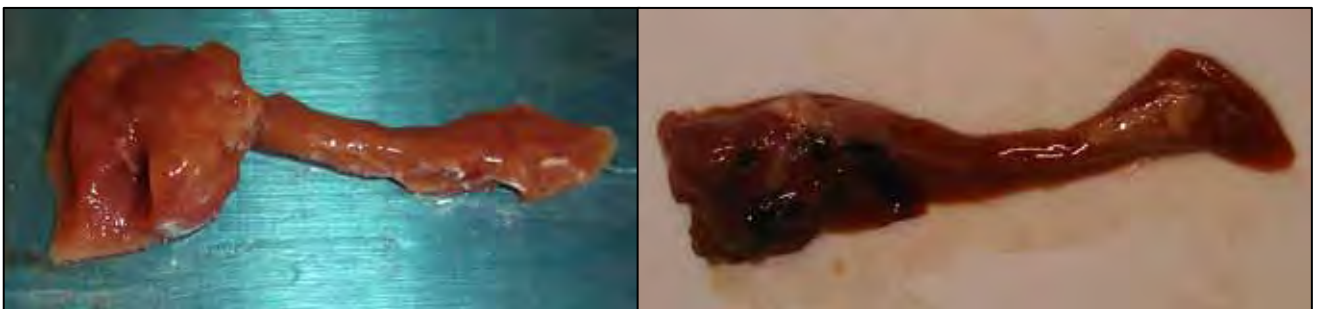


Figura 7. Fígados coletado de peixes dos grupos controle e experimental respectivamente.
Fonte: Fotografia própria.



Figura 8. Tecido adiposo coletado do peixe.

Fonte: Fotografia própria.

Pequenos fragmentos do fígado e intestino foram coletados de 3 peixes por tratamento para análises histomorfométricas. Estas análises tiveram o intuito de verificar se os níveis de substituição do milho pelo sorgo promoveram efeitos diretos sobre estes órgãos.

Outros 25 peixes por tratamento foram abatidos e filetados (Figura 9). Cinquenta filés de cada tratamento foram separados em bandejas individuais, identificados e imediatamente congelados a -35°C (Figura 10). Após o congelamento, os filés foram armazenados por até 10 meses sob congelamento a -20°C para análises de qualidade e análise sensorial. As análises ocorreram em 3 tempos: Tempo I – dia do abate – inicial do período de armazenamento; Tempo II – 5 meses de armazenamento e Tempo III – 10 meses de armazenamento.

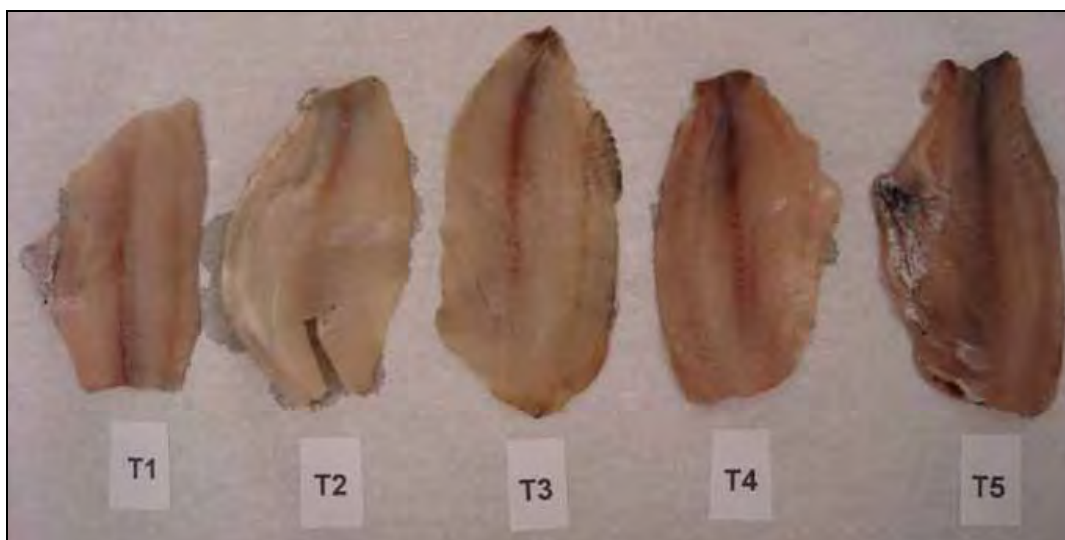


Figura 9. Filés retirados das tilápias imediatamente após o abate.

Fonte: Fotografia própria.



Figura 10. Filés de tilápia separados em bandejas individuais para congelamento e armazenamento.

Fonte: Fotografia própria.

4.2.2 Análises Bioquímicas

4.2.2.1 Hematologia

Um dos procedimentos mais importantes para avaliação hematológica é o exame dos elementos figurados no sangue, que incluem a quantificação da concentração de cada elemento, cálculo dos índices hematimétricos e uma observação microscópica meticulosa da morfologia celular. A maioria das disfunções hematológicas pode ser definida pelas

anormalidades específicas apontadas nestes procedimentos (Ravel, 1997; Henry, 1999; Miller; Gonçalves, 1999;).

Para confecção do hematócrito, a metodologia utilizada foi o do microhematócrito, segundo Goldenfarb et al., (1971), que consiste em preencher $\frac{3}{4}$ de dois microcapilares por amostra, e centrifugar a 12500 rpm por 5 minutos. A leitura foi realizada diretamente em escala padronizada para a constatação do volume de células em relação ao volume total de sangue.

Para a contagem total de eritrócitos, as amostras foram homogeneizadas e diluídas 1:200 (10 μ L de sangue total para 2mL de solução fisiológica 0,9%). Após homogeneizada, a solução foi deixada em repouso por 5 minutos, cobriu-se a câmara de Neubauer e utilizando a objetiva de 40X, contou-se as células de cinco quadrados médios que foram multiplicados por 10000, sendo o número de eritrócitos expresso em 10⁴/mm³.

Para dosagem da hemoglobina o método utilizado foi o da cianometahemoglobina (Collier, 1944), que consiste em adicionar 10 μ L de sangue total em 2,5mL de solução de Drabkin. A concentração de hemoglobina foi determinada pela leitura em espectrofotômetro, em comprimento de onda de 540nm.

As análises foram realizadas em duplicata para cada exemplar, sendo refeito quando a diferença entre elas foi igual ou superior a 20% (Pitombeira, 1972; Ranzani-Paiva 1995).

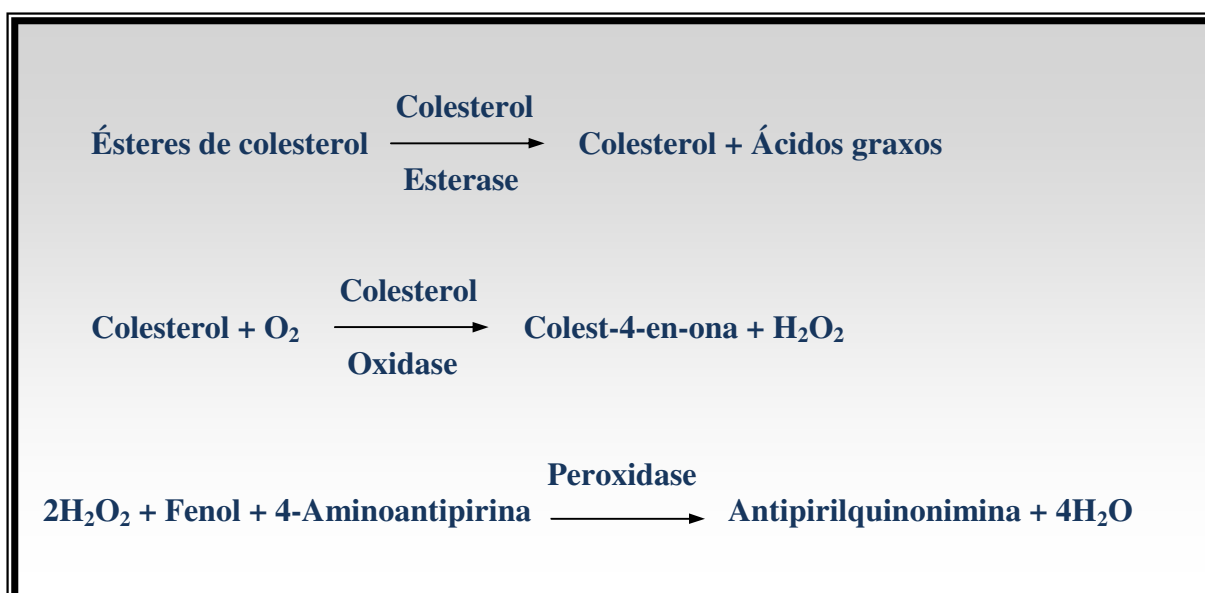
Com os resultados do hematócrito (HCT), do número de eritrócitos (ER) e da taxa de hemoglobina (HB) foram calculados os índices hematimétricos absolutos:

- VCM (Volume Corpuscular Médio): $HCT \times 10 / ER = \text{fls}$;
- HCM (Hemoglobina Corpuscular Média): $HB \times 10 / ER = \text{picogramas}$;
- CHCM (Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média): $HB \times 100 / HCT = \%$.

4.2.2.2 Colesterol total plasmático (CTP)

O colesterol total plasmático foi quantificado, em analisador bioquímico semi-automático modelo LABQUEST Bioquímica (colorimétrica, enzimática e cinética), pelo método proposto por Alain et al. (1974), modificado pelo Laboratório Labtest utilizando uma solução tampão proposta por Good et al. (1966) em associação com uma reação de Trinder (1969). (“kit” Cat. 60, LABTEST Diagnóstica S.A., Belo Horizonte, MG).

O colesterol total é determinado de acordo com as seguintes reações:

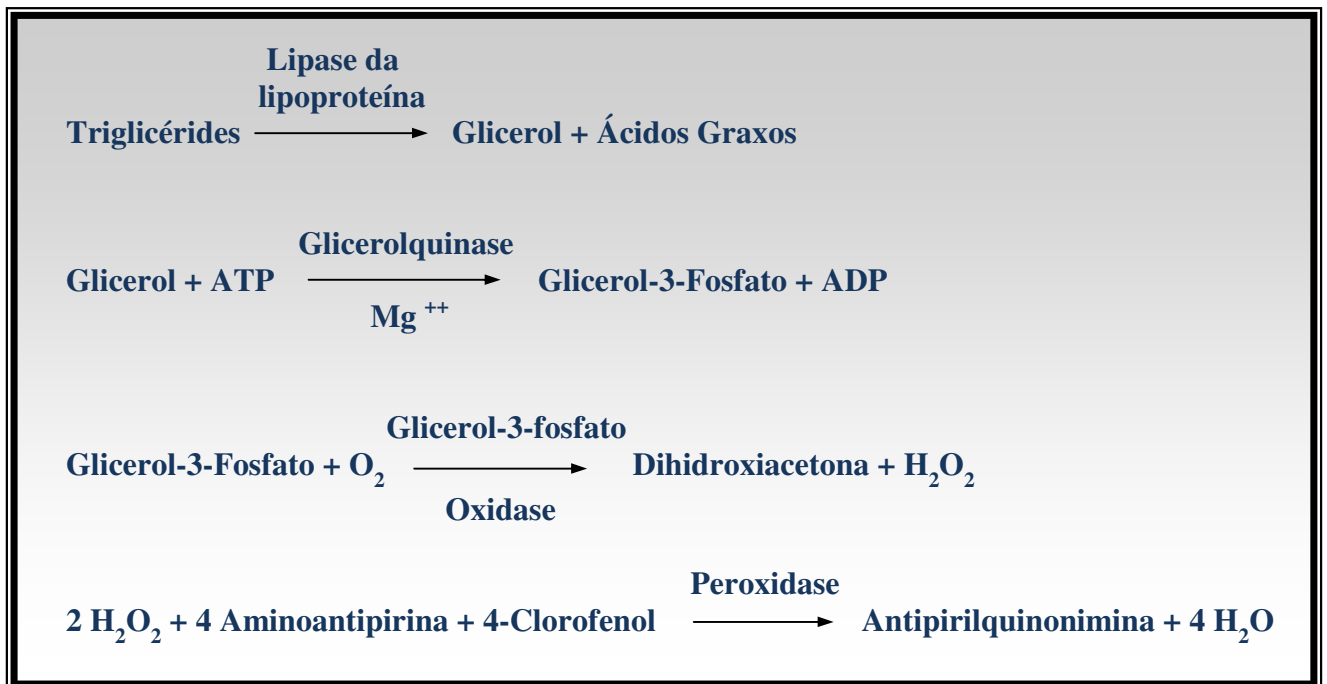


A intensidade da cor vermelha formada é diretamente proporcional à concentração de colesterol na amostra.

4.2.2.3 Triacilgliceróis plasmáticos (TGP)

Os triacilgliceróis plasmáticos foram quantificados em analisador bioquímico semi-automático, modelo LABQUEST Bioquímica (colorimétrica, enzimática e cinética), por meio de “kit” (Cat. 59, LABTEST Diagnóstica S.A., Belo Horizonte, MG).

Os triacilgliceróis são determinados de acordo com as seguintes reações:



A intensidade da cor vermelha formada é diretamente proporcional à concentração dos triglicérides na amostra.

4.2.3 Histomorfometria

Modificações estruturais no fígado e porções intestinais:

Para determinação das modificações estruturais no fígado e porções intestinais, os peixes foram eutanasiados por choque térmico. Foi coletada uma porção do intestino para determinação da altura das vilosidades. Fragmentos do fígado também foram coletados. Estas porções dos órgãos foram lavadas em solução tampão fosfato (0,1M, pH 7,4), e fixadas em solução de Bouin por 24 horas. Em seguida foram lavadas em álcool 70% para retirada do fixador e posteriormente foram desidratadas em série crescente de álcoois, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Os cortes histológicos semi-seriados, de 5µm de espessura

foram corados com PAS + hematoxilina. Os cortes histológicos foram analisados por meio de um sistema microscópico computadorizado. As imagens transmitidas foram capturadas e tratadas por meio do programa "Image-Pro Plus", desenvolvido pela Media Cybernetics (1993- 94), que permite a análise das estruturas histológicas, sendo capaz de realizar diversas medidas e contagem de estruturas teciduais. De cada peixe (3/tratamento) foram confeccionadas duas lâminas com 4 cortes em cada, com cortes multiseriados, sendo medidos os 12 campos aleatórios de cada tratamento.

4.2.4 Análises físicas e químicas dos filés

As análises físicas e químicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da FCAV – UNESP – Jaboticabal.

Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas, em triplicatas, nos três tempos de armazenamento dos filés:

4.2.4.1 Composição centesimal

Foram determinados umidade, proteína e cinzas de acordo com A.O.A.C. (1995):

Umidade: a amostra foi triturada e pesou-se cerca de 5g em cápsula de porcelana previamente tarada e aquecida em estufa e pesada. As cápsulas com a amostra permaneceram em estufa a 105°C até peso constante. Em seguida as cápsulas com a amostra foram resfriadas em dessecador e pesadas novamente. A quantidade de água presente na amostra se dá pela diferença dos pesos e os resultados são expressos em % Umidade.

Proteína pelo método Semi-Micro Kjeldahl: a amostra foi triturada e pesou-se aproximadamente 0,1g em tubo de digestão. Adicionou-se mistura digestora e ácido sulfúrico. Os tubos foram levados ao bloco digestor para digestão a quente até 350°C. Após resfriamento procedeu-se a etapa de destilação com H₂O e NaOH concentrado. O destilado foi recebido em erlenmeyer com ácido bórico e indicador até volume de 50mL. O destilado recolhido no erlenmeyer com ácido bórico e indicador foi então titulado com H₂SO₄ 0,02N até mudança na coloração. O volume de H₂SO₄ gasto na titulação, assim como o peso da amostra foram utilizados para determinação da % de N (nitrogênio) na amostra. Para determinação de N protéico na amostra utilizou-se o fator 6,25 multiplicando-se por ele o valor de N.

Cinzas: a amostra foi triturada e seca e pesou-se cerca de 3g em cadinho de porcelana previamente aquecido em mufla a 550°C, pesado e tarado. Os cadinhos com a amostra permaneceram em mufla a 550°C até peso constante. Em seguida os cadinhos com a amostra foram resfriados em dessecador e pesados novamente. Os resultados foram expressos em % Cinzas na amostra seca.

Lipídios: os lipídios foram determinados utilizando-se o aparelho de extração de Soxhlet Tecnal TE 044, tendo-se como solvente o éter de petróleo com refluxo contínuo sobre a amostra. Após extração, o éter de petróleo foi evaporado e os lipídios pesados e seus pesos convertidos a porcentagem do peso total da amostra.

4.2.4.2 Nitrogênio não protéico (NNP)

A fração nitrogênio não protéico é formada de todos os compostos nitrogenados exceto proteínas. O nitrogênio não protéico (NNP) foi determinado nas amostras de filés pelo

método de Micro Kjeldhal no filtrado obtido após precipitação da fração protéica em ácido tricloroacético (TCA) 10%, conforme A.O.A.C. (1995). Em seguida a determinação foi realizada repetindo-se o mesmo procedimento descrito anteriormente para proteína.

4.2.4.3 Bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT)

As Bases Nitrogenadas Voláteis Totais (BNVT) foram determinadas por precipitação da fração protéica em TCA destilado com MgO, de acordo com Howgate (1976).

Para extração foi pesado 25g de músculo de pescado no copo invertido do liquidificador e adicionado 150mL de ácido tricloroacético (TCA) 10% (p/v). Homogeneizou-se completamente e após o extrato foi deixado em repouso em geladeira para posterior filtração. Para determinação química, 25mL do filtrado foram pipetados em balões do aparelho destilador e adicionou-se óxido de magnésio (MgO) para alcalinizar o meio. As BNV destiladas foram recebidas em erlenmeyer com 15mL de indicador misto. Após destilação de 100mL do líquido a solução foi titulada com HCL 0,01N até aparecimento da cor lilás róseo. O volume de HCL gasto na titulação é utilizado no cálculo, computando-se também o peso da amostra.

4.2.4.4 Análise de substância reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

A análise de substância reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foi realizada por quantificação de malonaldeído (MDA) extraído em TCA e posterior reação com TBA, seguido de aquecimento para produção de cor com leitura a 538nm em espectrofotômetro, de acordo com Pikul et al. (1989).

Para extração foram pesados 10mg de músculo em três repetições. Foram adicionados 50mL de TCA 7,5%, homogeneizado por 1 minuto e filtrado. Para determinação química, 4mL do filtrado foram pipetados em tubo de ensaio e adicionados de 1mL de TCA 7,5%. Foram adicionados 5,0mL de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,02M. Os tubos foram fechados com bolas de vidro e colocados em H₂O fervente por 40 minutos. Após resfriamento, centrifugou-se o extrato a 3000 rpm por 5 minutos e a leitura foi realizada a 538nm, acompanhado de curva padrão. A curva padrão é feita a partir de uma solução padrão de tetrametoxipropano (TMP) em dois padrões de TCA (50 e 100mL).

4.2.4.5 Determinação de pH

A determinação de pH foi realizada em equipamento digital da marca Testo[®] modelo 203 específico para carnes. O pH muscular foi medido em uma pequena incisão no músculo com eletrodo de penetração acoplado a um medidor digital.

4.2.4.6 Textura

A textura (maciez) do músculo foi determinada através da avaliação da força de cisalhamento (medida da resistência ao corte). Os filés foram cortados em tamanhos padronizados de 1,5cm³ e sofreram incisão transversal à direção das fibras musculares utilizando texturômetro Texture Analyser TA-XT2 (Stable Micro Systems) equipado com Warner-Bratzler Blade, operado a uma velocidade de 5,0mm/s a uma distância de 30mm. O pico da força registrada foi expresso em kgf (quilogramas de força) necessária para cortar o músculo.

4.2.4.7 Colesterol total (CT)

O Colesterol total (CT) foi determinado após extração com clorofórmio-metanol (2:1, v/v), seguido de saponificação com KOH e etanol, extração da matéria insaponificável com H₂O e hexano e reação de cor com FeSO₄. A leitura foi feita a 490nm em espectrofotômetro, conforme método descrito por Bohac et al. (1988).

Para extração pesou-se 10g de músculo e adicionou-se clorofórmio-metanol (2:1). O extrato foi agitado por 2 minutos e filtrado em funil de separação. Procedeu-se a lavagem com NaCl 0,58%. As fases foram separadas e nova lavagem aconteceu com NaCl 0,85%. O volume foi completado em balão de 200mL com clorofórmio. Prosseguindo a fase de saponificação, tomou-se 5mL do extrato de clorofórmio, o qual foi seco em banho-maria e a adicionado de 10mL de KOH 12% em etanol 90%. O extrato foi agitado em vortex e deixado em banho com agitação a 80°C por 15 minutos. Para extração da matéria insaponificável, adicionou-se 5mL de H₂O, agitou-se em vortex, colocou-se 10mL de hexano e foi a agitação novamente. A reação de cor se deu em uma alíquota de 5mL do extrato de hexano, seco em N₂ em banho-maria adicionado de 6mL de ácido acético saturado em FeSO₄, levado a agitação em vortex e adicionado de ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado. Após resfriamento a leitura da cor foi realizada a 490nm. A determinação é feita com curva padrão de colesteros em hexano.

4.2.5 Análise sensorial dos filés

Os respectivos filés foram encaminhados ao Laboratório de Dietética da Universidade Paulista – UNIP – Ribeirão Preto, onde foram armazenados sob temperaturas de – 20°C, por

10 meses, sendo que as análises sensoriais foram realizadas, por equipe não treinada, a cada 5 meses, a contar da data de abate.

O teste hedônico ou de aceitabilidade foi realizado no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Paulista – UNIP – Ribeirão Preto. A execução do teste contou com 50 consumidores de pescado e voluntários, acadêmicos do curso de Nutrição. A seleção dos avaliadores foi realizada mediante entrevista prévia com 195 acadêmicos para verificar quais tinham o hábito de consumir e comprar pescado (Apêndice 1), e destes foram selecionados 50. Os participantes avaliaram os filés do tratamento controle assim como os demais tratamentos quanto aos critérios de cor e aroma nas amostras armazenadas por 0, 5 e 10 meses.

As amostras foram servidas individualmente, com filés inteiros em bandejas descartáveis (Figura 11). Os consumidores avaliaram a cor sob a luz branca da cabine e depois cheiraram a amostra para avaliar o aroma. Foi utilizada a escala hedônica de 9 pontos possuindo em seus extremos os termos: gostei muitíssimo (9) e desgostei muitíssimo (1), conforme modelo apresentado por Meilgaard, Civille e Carr (1987) e Stone e Sidel (1992) (Apêndice 2).



Figura 11. Apresentação dos filés para análise sensorial.

Fonte: Fotografia própria.

4.2.6 Delineamento experimental

Os peixes foram distribuídos nos tanques em um delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 50 peixes por parcela, sendo que cada tanque foi considerado uma unidade experimental. Para a análise estatística dos resultados obtidos foi utilizado o procedimento PROC ANOVA do SAS (Statistical Analysis System, 1996). Para se verificar a significância entre os valores dos tratamentos e tempos de armazenamento foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desempenho

Os resultados de desempenho do crescimento dos animais com as rações experimentais, assim como a deposição de gordura visceral e o peso do fígado estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Desempenho dos animais experimentais quanto ao crescimento e deposição de gordura visceral e peso de fígado em relação ao peso total.

Tratamentos	Peso Vivo (g)	Comprimento	Peso do	Gordura
		Total (cm)	Fígado (g)	Visceral (g)
T1	159,21 A	21,04 A	1,95 C	1,13 B
T2	157,36 A	21,21 A	2,83 A	1,25 AB
T3	149,39 A	20,77 A	2,61 AB	1,42 AB
T4	144,88 A	20,49 A	2,21 BC	1,29 AB
T5	137,50 A	19,79 A	2,42 ABC	1,58 A

Letras diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (Tukey 5%). T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

Os resultados encontrados de peso vivo e comprimento total dos peixes alimentados com milho (T1) e diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho (T2, T3, T4 e T5) não apresentaram diferença estatística entre si demonstrando que a inclusão do sorgo na ração não influenciou tais parâmetros. Castro et al. (1998) observaram que a inclusão de até 40% de sorgo em rações para a Tilápia Vermelha não diminuiu o ganho de peso. No entanto, os

autores não citaram o teor de taninos presente no sorgo ou na ração. Freire (2002), em trabalho realizado com a Tilápia do Nilo, também observou que o sorgo com baixo teor de tanino pode substituir totalmente o milho sem resultados negativos sobre o ganho de peso. Estes resultados corroboram com o encontrado no presente trabalho.

Furuya, et al., (2003) avaliaram a substituição do milho pela silagem de sorgo como fonte de energia para juvenis de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* L. (Cichlidae). Foram formuladas 3 dietas experimentais isocalóricas e isoprotéica. O farelo de milho foi substituído pela silagem de sorgo com baixo (SSBT) (0,44%) e alto (SSAT) (1,14%) teor de tanino. O ganho de peso dos peixes alimentados com SSBT foi significativamente maior que os alimentados com dietas contendo milho e SSAT. Os resultados indicaram que a inclusão de 44% de silagem de sorgo nas dietas pode suportar normal crescimento nos juvenis de Tilápia do Nilo, com potencial para substituir o milho assim como visto nos resultados apresentados nos grupos T1, T2, T3, T4 e T5.

A inclusão de silagem de sorgo em rações para a Tilápia do Nilo requer o conhecimento prévio do conteúdo de taninos, que afeta o consumo dos nutrientes e, conseqüentemente, o desempenho produtivo. A silagem de sorgo pode se constituir em importante ingrediente para ser utilizado em rações para tilápias, considerando o elevado custo do milho em determinados períodos do ano e a elevada capacidade das tilápias para utilizar os carboidratos como fonte de energia, o que pode contribuir para maior flexibilização para elaboração de rações, considerando sua elevada participação no custo de produção (Furuya et al., 2003).

Resultado diferente foi obtido com o peso do fígado, o qual mostrou variação estatística significativa entre os tratamentos, sendo o menor valor encontrado no T1, grupo controle a base de ração de milho. Nos tratamentos cuja inclusão do sorgo foi em níveis variados, percebeu-se um discreto aumento de peso de fígado, diferindo estatisticamente do

grupo controle T1 principalmente os grupos experimentais T2 e T3 com 25% e 50% de sorgo na composição da ração, respectivamente. Já a diferença do peso da gordura visceral mostrou-se estatisticamente significativa entre os grupos T1 (menor valor) e T5 (maior valor), os quais apresentam, respectivamente, 100% de milho e 100% de sorgo. Entretanto, em ambos os índices, os tratamentos que possuíam mistura de milho e sorgo (T2, T3 e T4) apresentaram-se com menores diferenças estatísticas, inferindo a possibilidade de tais índices serem mais bem estudados, buscando resultados homogêneos com misturas em níveis corretos dos dois alimentos, sorgo e milho. Furuya et. al., (2003) não encontraram diferenças significativas sobre a conversão alimentar, eficiência protéica, índice hepato-somático, gordura visceral e taxa de sobrevivência em juvenis de tilápia alimentadas com silagem de sorgo com baixo teor de taninos incluídos nas dietas em uma proporção de 44% em substituição ao milho. Resultado diferenciado foi observado por Aiura e Carvalho (2007) que avaliaram o efeito de fontes e níveis de tanino em rações preparadas com milho, variedades de sorgo com baixo e alto teor de tanino, e com ácido tânico para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a engorda, sobre o desempenho produtivo e deposição lipídica corporal e verificaram que dietas com sorgo proporcionaram menores teores de gordura visceral.

5.2 Análises Bioquímicas

5.2.1 Hematologia

Os resultados dos eritogramas e dos índices hematimétricos do grupo controle e dos quatro tratamentos em tilápias do Nilo (*O. niloticus*), estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores de hemácias (HM), hemoglobina (HGB) e hematócrito (HCT), volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) de acordo com os tratamentos utilizados.

Tratamentos	HM (10⁶µL)	HGB (g/dL)	HCT (%)	VCM (fL)	CHCM (g/dL)	HCM (µg)
T1	1,77 AB	7,36 B	23,88 A	125,92 C	2,29 A	33,69 C
T2	1,57 B	7,47 B	26,96 A	151,04 B	2,66 A	41,43 B
T3	1,65 AB	9,50 A	27,22 A	153,03 B	2,69 A	45,07 B
T4	2,35 A	9,56 A	27,01A	166,68 A	2,62 A	51,25 A
T5	1,52 B	8,44 AB	25,62 A	164,03 A	2,56 A	54,43 A

Letras diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (Tukey 5%). T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

Os elementos figurados do sangue são classificados em eritrócitos, leucócitos e plaquetas. A principal função dos eritrócitos é conduzir a hemoglobina, o pigmento encarregado do transporte do oxigênio para todos os tecidos. Os leucócitos formam um grupo heterogêneo, com cinco tipos distintos de células típicas do sangue de mamíferos e sete tipos distintos em peixes, com o compromisso fundamental de defesa do organismo. As plaquetas são fragmentos de células com fundamental importância na coagulação do sangue (Ravel, 1997).

A contagem de eritrócitos e outros parâmetros correlacionados constituem a série vermelha que inclui, além da contagem de eritrócitos, a determinação do índice hematócrito (relação percentual células do sangue pelo volume de sangue), da concentração de hemoglobina e dos índices hematimétricos (VCM = volume corpuscular médio, HCM =

hemoglobina corpuscular média, CHCM = concentração de hemoglobina corpuscular média) capazes de detectar alterações provocadas pela ação de drogas sobre a eritropoese, na depleção de ferro e em estados anêmicos. A avaliação morfológica dos glóbulos vermelhos (tamanho, forma e coloração) pode permitir a caracterização de um quadro de anemia e assim contribuir de forma relevante na elucidação do mecanismo de ação concorrente para o efeito adverso (Miller; Gonçalves, 1999).

Os valores médios dos heritogramas e os índices hematimétricos, detectados nas Tilápias do Nilo alimentadas com as diferentes dietas experimentais, estão dentro do considerado adequado para peixes sadios. Embora os grupos alimentados com ração com diferentes níveis de substituição pelo sorgo tiveram valores normais, esses apresentaram variações, havendo aumento do hematocrito e a taxa de hemoglobina e a diminuição do número de hemácias, indicando macrositose a qual foi comprovada pelo aumento do VCM. Tal fato pode ter ocorrido pelos quelatos formados entre o mineral ferro (Fe) e os compostos fenólicos, em especial os taninos, presentes no sorgo.

Pela análise dos resultados, verifica-se que os valores percentuais do hematócrito foram semelhantes aos descritos em *O. niloticus* (Sun et al., 1992; Alkahem, 1994; Ueda et al., 1997; Tavares-Dias et al., 2000b; Tavares-Dias et al., 2002; Tavares-Dias e Moraes, 2004; Tavares-Dias, Schalch e Moraes 2003), porém, foram superiores aos descritos em *O. niloticus* de criação extensiva (Tavares-Dias e Faustino, 1998).

O. niloticus pertence ao grupo denominado de teleósteos o qual é formado por peixes bastante heterogêneo e com grande interesse comercial, são relativamente poucos os trabalhos envolvendo variações na dieta e perfil hematológico voltados a detecção e a compreensão das variações alimentares e as características sanguíneas. Esses parâmetros são umas das principais referencias para se entender o estado de hígidez de populações de peixes em

cativeiro, tendo os trabalhos na sua grande maioria, comparando os perfis hematimétricos entre diferentes espécies desse grupo.

Carneiro e Amaral, (1979) já relatavam variações de acordo com a posição filogenética, hábitos ecológicos e seleção alimentar, sendo necessário delimitar a faixa normalidade para cada espécie. Ranzani-Paiva e Godinho, (1988) observam variações de valores hematimétricos de acordo com a idade, sexo, fatores genéticos, alterações ambientais e nutricionais.

A ocorrência na diminuição na média dos hematócritos e na taxa de hemoglobina também foi semelhante ao observado em *C. carpio* (Sakthivel, 1998) e em *Rhandia Quelen* (Bibiano Melo, 2006) sendo que as diferenças ficam ainda dentro dos valores médios em *O niloticus* de acordo com os relatados na literatura (Tavares-Dias 2003; Bittencurt 2003; Ferrari et al., 2004; Azevedo et al., 2006).

Os valores obtidos para o hematócrito correspondem aos descritos na literatura para a *O. niloticus*, sendo um indicador eficaz dos fatores ambientais a que os peixes estão expostos (Tavares-Dias e Faustino; 1998). Martins et al (2004) demonstraram variações no hematócrito diante de situações de estresse podendo ter ocorrido essa mesma situação no presente trabalho.

O hematocrito apresentou um pequeno aumento principalmente nos tratamentos com 25 e 50% de substituição de sorgo ao milho. O número de hemácias sofreu diminuição homogênea para todos os grupos quando comparados com o grupo controle exceto o T4. As taxas de hemoglobina nos grupos tiveram variações acima da apresentada pelo grupo controle.

Os valores médios de hemoglobina e CHCM obtiveram diferentes valores descritos na literatura para *Oreochromis niloticus* (Tavares-Dias & Faustino; 1998). Segundo Ranzani-Paiva (1991), a variação pode ocorrer devido a fatores exógenos como temperatura, estresse.

O aumento do fluxo sanguíneo nas brânquias facilita as trocas gasosas, fornecendo mais oxigênio para o organismo, sendo uma resposta ao estresse (McDonald e Milligan, 1997).

Em relação ao número de hemácias, as médias decresceram de maneira uniforme do grupo controle para os outros tratamentos, embora também dentro da normalidade relatada na literatura, mais em todos os grupos do experimento.

Funcionalmente o tecido hemetopoiético irriga todos os demais tecidos exceto o epitelial e cartilaginoso. Devido a essa condição fisiológica seu estudo é estratégico para a avaliação do quadro homeostático dos peixes, portanto os estudos das variáveis hematológicas são imprescindíveis para a determinação das características sanguíneas basais da espécie.

Feldman et al. (2000) relatam que o diagnóstico hematológico em peixes é mais complexo quando comparado ao de mamíferos, podendo ter resultados conflitantes devido ao grande número de fatores que interferem na hematogênese. No presente trabalho embora os perfis analisados da série vermelha tenham variado em relação ao grupo controle, ainda se apresentam dentro da média descrita na literatura.

McCarthy et al. (1973), relataram que em peixes os valores do VCM e do HCM devem ser interpretados com cautela, pois são calculados a partir da contagem total de eritrócitos, a qual pode apresentar certa margem de erro, mas o CHCM é o mais preciso, uma vez que é calculado a partir do percentual de hematócrito e da hemoglobina.

Segundo a literatura, a redução no eritrograma pode ser causada por hemólise ou inibição na eritropoiése. Os baixos valores do eritrograma, com o aumento do nível de proteína na dieta, pode ter ocasionado hemólise, uma vez que houve decréscimo do VCM influenciado pelo aumento de eritroblastos na circulação (Sakthivel, 1998). Porém, em *R. quelen*, a redução do eritrograma parece ter sido causada por inibição da eritropoiése. Contudo, os mecanismos dessa inibição são ainda desconhecidos e precisam ser investigados. Resultados semelhantes foram descritos em *C. carpio* alimentadas com 14, 28, 38, 48 e 58%

de proteína na dieta (Sakthivel, 1998). As proteínas são macronutrientes importantes para o desenvolvimento, uma vez que participam de diversas atividades celulares e são os principais componentes musculares.

5.2.2 Colesterol total plasmático (CTP) e triacilglicerol plasmático (TGP)

As dosagens de CTP e TGP foram realizadas no plasma dos animais no momento imediato após o abate e estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Valores de colesterol total plasmático (CTP) e triacilglicerol plasmático (TGP) encontrados nas Tilápias do Nilo imediatamente após o abate.

Tratamentos	CTP (mg/dL)	TGP (mg/dL)
T1	104,90 A	106,90 AB
T2	76,50 B	99,30 C
T3	105,20 A	102,80 BC
T4	73,60 B	106,50 AB
T5	100,50 A	112,90 A

Letras diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (Tukey 5%). T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

De acordo com os resultados obtidos verificou-se que os valores de CTP dos tratamentos 2 e 4 diferem significativamente dos demais tratamentos, apresentando os menores valores. O mesmo acontece com os tratamentos 2 e 3 nos níveis de TGP o que sugere que a substituição de milho por sorgo, principalmente, na proporção de 25% (T2) pode

provocar alteração nas frações lipídicas plasmática dos peixes, os quais apresentaram os menores valores. Em contrapartida, os maiores valores de CTP e TGP foram encontrados nos tratamentos com 50% de sorgo (T3) 100% de sorgo (T5) respectivamente.

5.3 Histomorfometria

A histopatologia constitui uma ferramenta valiosa para avaliar o dano celular e suas consequências. A análise histopatológica inclui a avaliação de processos agudos e crônicos, tais como a inflamação aguda onde as células são lesadas ou mortas e as estruturas vizinhas permanecem intactas. Nos estudos de efeitos adversos de um composto, a inflamação crônica constitui parâmetro de grande importância, pois as alterações celulares podem ser percebidas. Processos inflamatórios crônicos caracterizam-se por apresentar formação de tecidos de granulação, granulomas com a presença de células gigantes; estas observações são conclusivas da ação tóxica do composto ou agente químico em uso. Outro padrão de doença diagnosticável no exame histopatológico é a alergia sendo que, neste caso, a análise revela um infiltrado de eosinófilos e alterações nos tecidos como o espessamento da membrana das células (Culling; Allison; Barr, 1985).

Secções transversais da parede intestinal dos animais submetidos aos Tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 estão apresentados nas Figuras 12, 13, 14, 15 e 16 respectivamente. As figuras mostram vilosidades seccionadas em sentido longitudinal que se projetam para a luz do intestino. As alturas das vilosidades obtidas pela análise dos cortes histológicos estão apresentadas na Tabela 6.

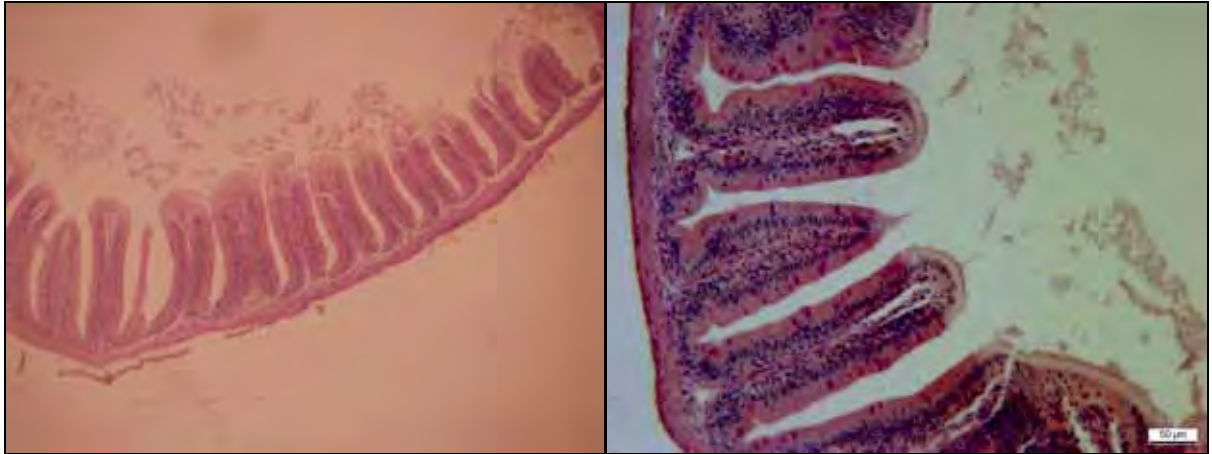


Figura 12. Secções transversais, coradas com PAS + hematoxilina, mostrando vilosidades intestinais de animais submetidos ao Tratamento 1 com aumentos respectivos de 5X (A) e 10X (B).

Fonte: Fotografia própria.

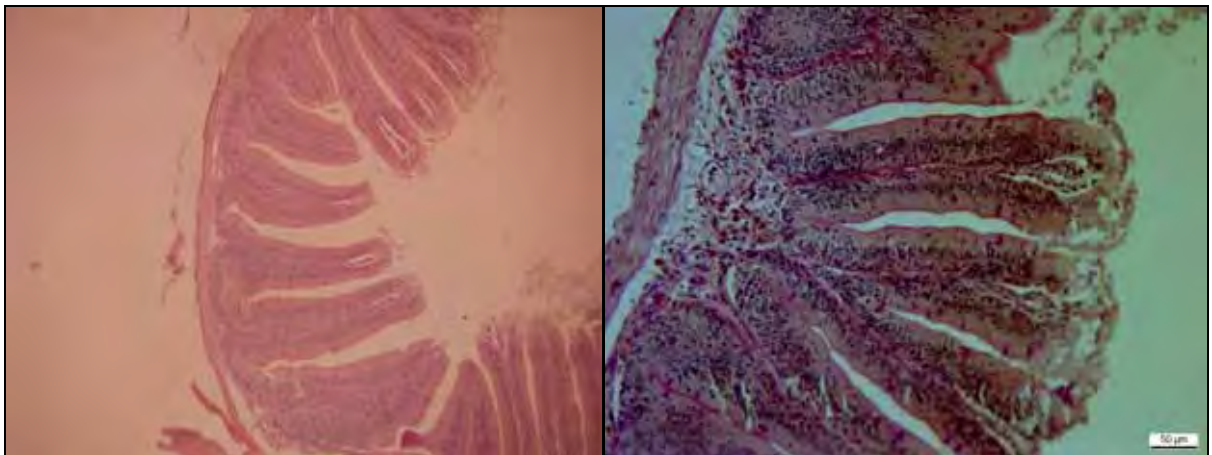


Figura 13. Secções transversais, coradas com PAS + hematoxilina, mostrando vilosidades intestinais de animais submetidos ao Tratamento 2 com aumentos respectivos de 5X (A) e 10X (B).

Fonte: Fotografia própria.

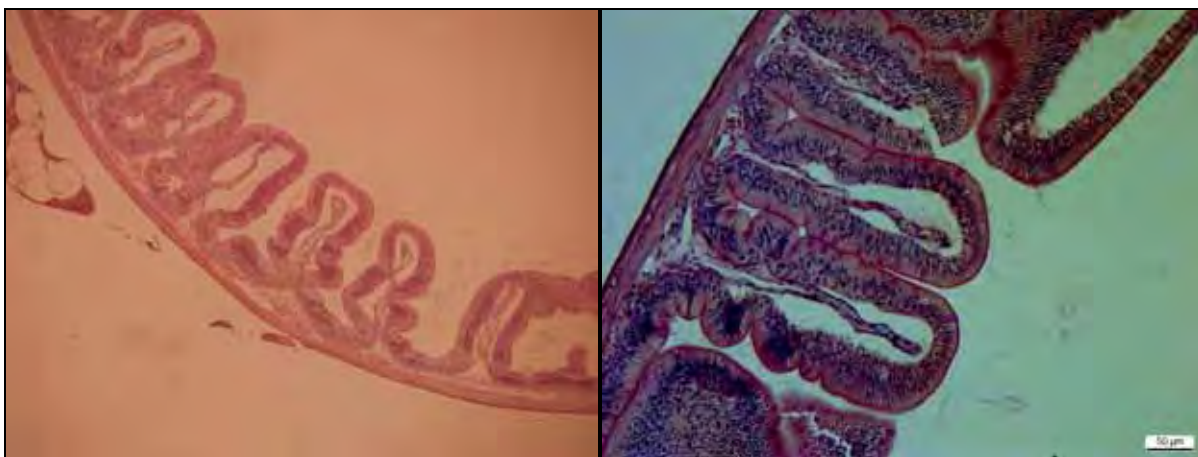


Figura 14. Secções transversais, coradas com PAS + hematoxilina, mostrando vilosidades intestinais de animais submetidos ao Tratamento 3 com aumentos respectivos de 5X (A) e 10X (B).

Fonte: Fotografia própria.

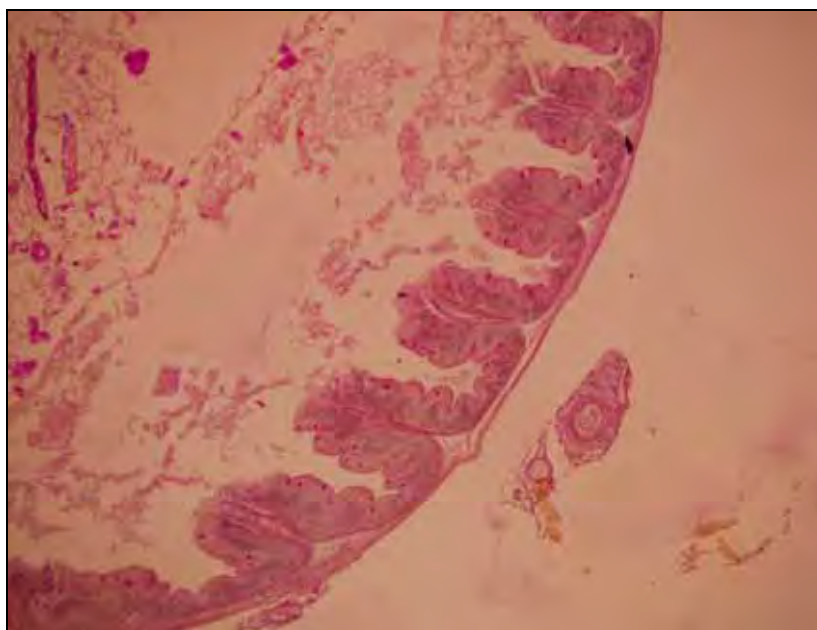


Figura 15. Secção transversal, corada com PAS + hematoxilina, mostrando vilosidades intestinais de animais submetidos ao Tratamento 4 com aumentos de 5X.

Fonte: Fotografia própria.

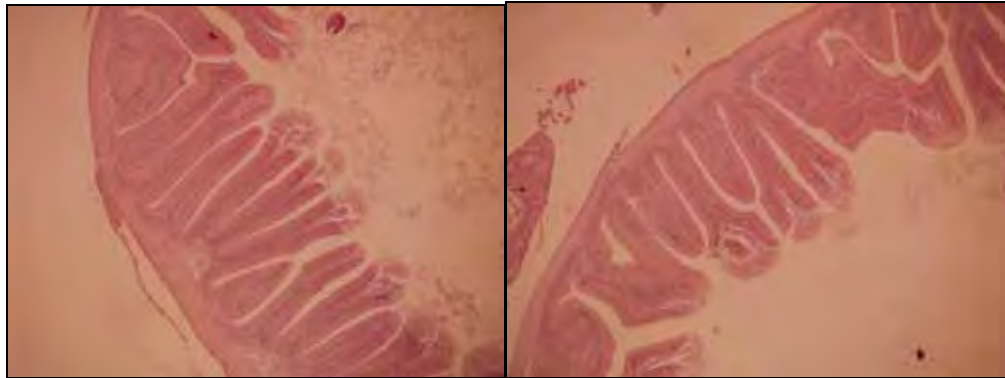


Figura 16. Secção transversal, corada com PAS + hematoxilina, mostrando vilosidades intestinais de animais submetidos ao Tratamento 5 com aumentos 5X.

Fonte: Fotografia própria.

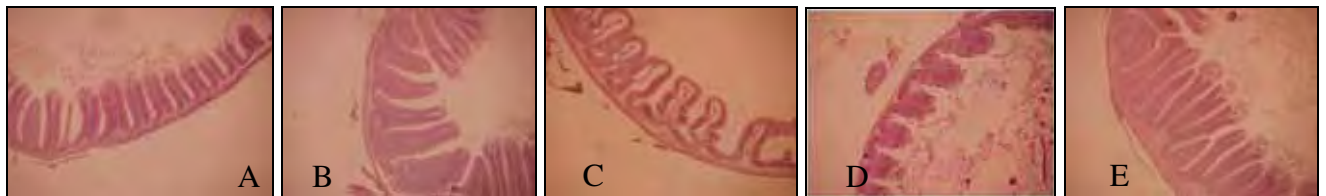


Figura 17. Comparação entre as secções transversais das vilosidades intestinais dos animais submetidos aos Tratamentos: 1 (A); 2 (B); 3 (C); 4 (D) e 5 (E).

Fonte: Fotografia própria.

Tabela 6. Altura (μm) das vilosidades intestinais das tilápias alimentadas com as rações experimentais.

Tratamentos	Comprimento das vilosidades intestinais (μm)
T1	206,70 C
T2	306,30 A
T3	222,55 C
T4	274,81 B
T5	311,11 A

Letras diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (Tukey 5%). T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

Observa-se nos resultados apresentados na Tabela 6 que as maiores alturas das vilosidades intestinais são dos tratamentos com 25% e 100% de sorgo na ração (T2 e T5 respectivamente). Os tratamentos com 50% de substituição de sorgo (T3) e o tratamento controle (T1 - sem inclusão de sorgo) foram os que apresentaram menores alturas das vilosidades. Resultado diferente foi observado por Campos (2006) em frangos de corte, onde a altura das vilosidades não foi afetada pela substituição de milho por sorgo.

Embora as alturas das vilosidades intestinais tenham apresentado diferença significativa entre os tratamentos, não se observou diferenças nos dados de desempenho produtivo dos peixes, apresentados na Tabela 3. Segundo Boleli et al (2002) aumentando a altura dos vilos, deve haver melhora na digestão e absorção intestinal e conseqüentemente no desempenho produtivo dos animais, fato este não observado no experimento.

Os cortes histológicos do fígado dos Tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 estão apresentados nas Figuras 18, 19, 20, 21 e 22 respectivamente. O número de células do fígado (NCF) e o peso relativo do fígado (PRF) estão apresentados na Tabela 7.



Figura 18. Corte histológico do fígado, corado com PAS + hematoxilina, com aumento de 40X, dos animais submetidos ao Tratamento 1.

Fonte: Fotografia própria.

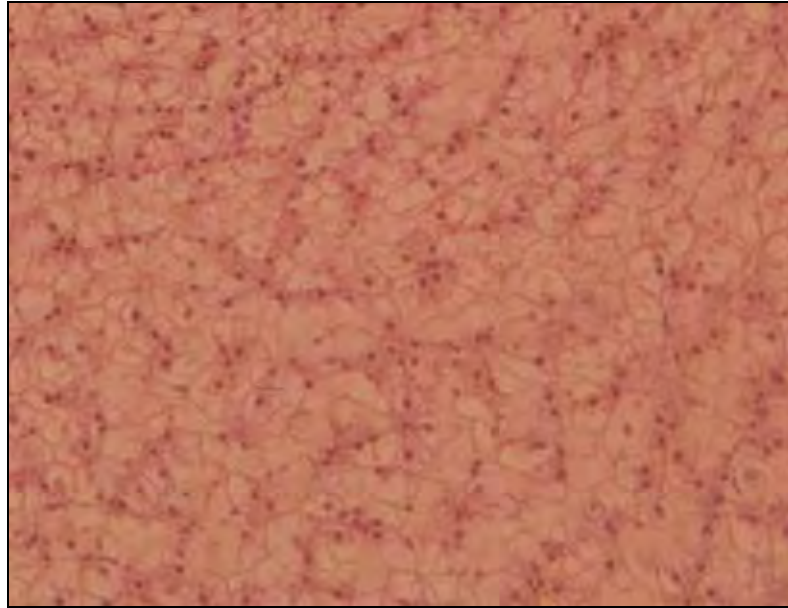


Figura 19. Corte histológico do fígado, corado com PAS + hematoxilina, com aumento de 40X, dos animais submetidos ao Tratamento 2.

Fonte: Fotografia própria.

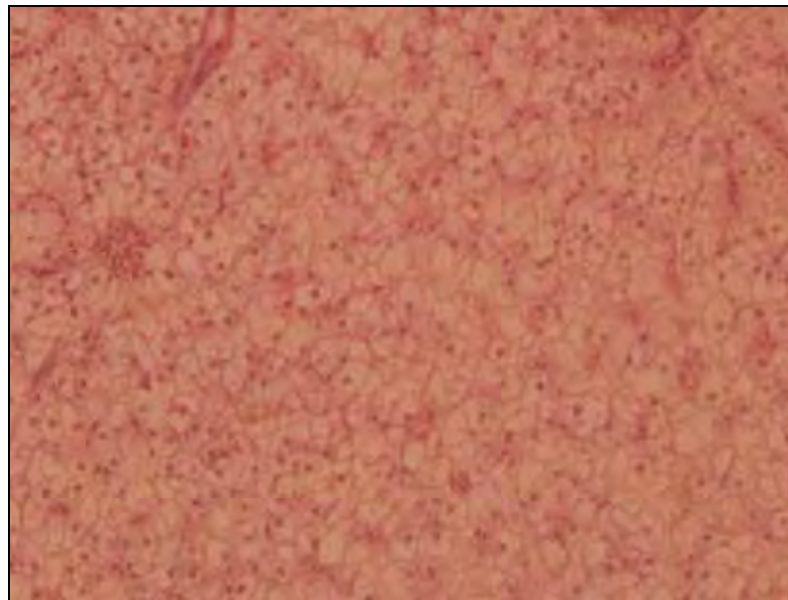


Figura 20. Corte histológico do fígado, corado com PAS + hematoxilina, com aumento de 40X, dos animais submetidos ao Tratamento 3.

Fonte: Fotografia própria.

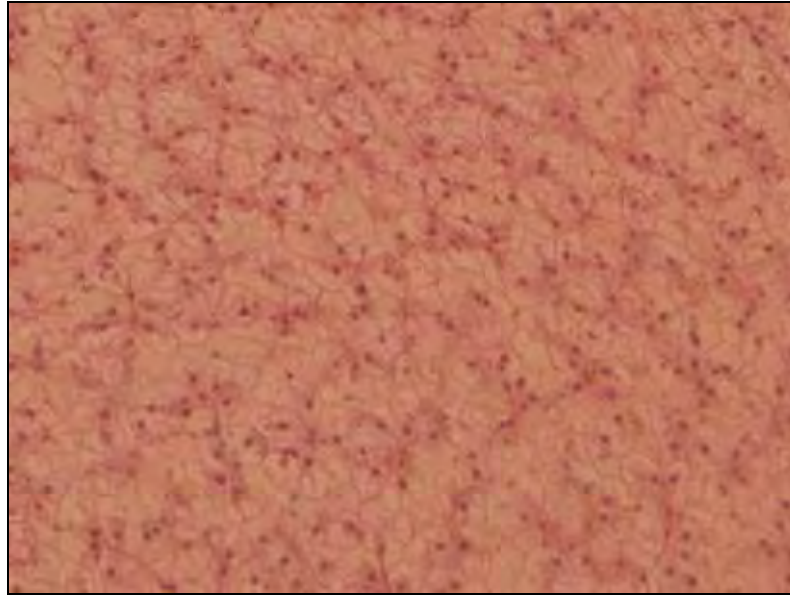


Figura 21. Corte histológico do fígado, corado com PAS + hematoxilina, com aumento de 40X, dos animais submetidos ao Tratamento 4.

Fonte: Fotografia própria.

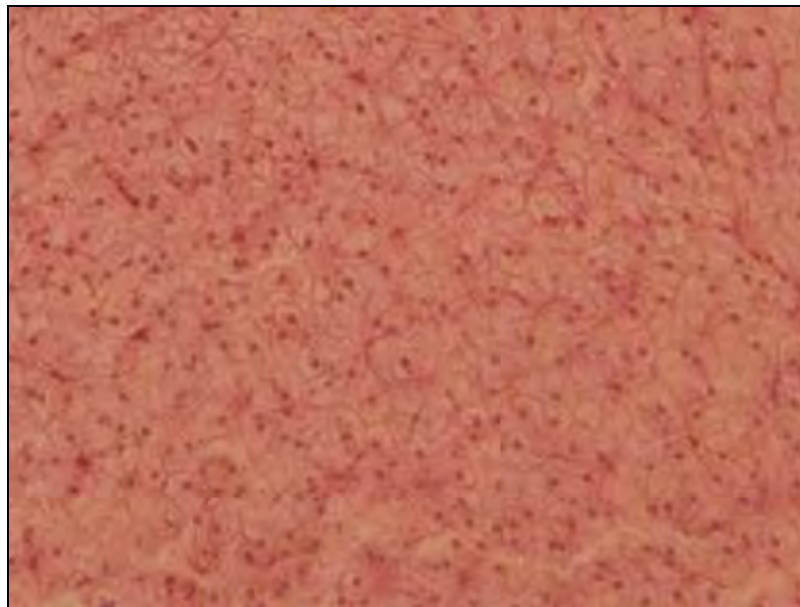


Figura 22. Corte histológico do fígado, corado com PAS + hematoxilina, com aumento de 40X, dos animais submetidos ao Tratamento 5.

Fonte: Fotografia própria.

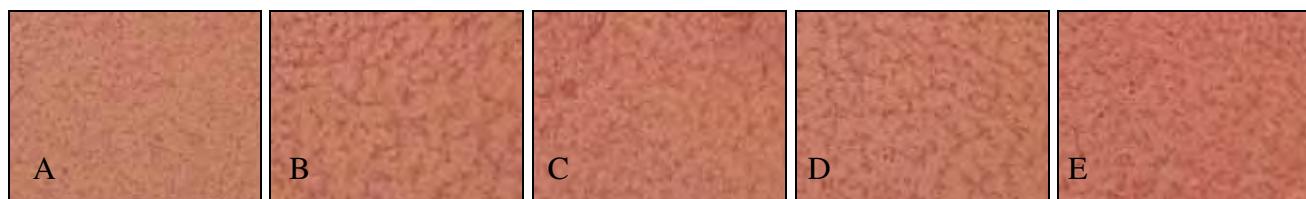


Figura 23. Comparação entre os cortes histológicos dos fígados dos animais submetidos aos Tratamentos: 1 (A); 2 (B); 3 (C); 4 (D) e 5 (E).

Fonte: Fotografia própria.

Tabela 7. Resultado do NCF – número de células do fígado e PRF – peso relativo do fígado das tilápias alimentadas com as rações experimentais.

Tratamentos	NCF	PRF (g)
T1	287	1,95
T2	282	2,83
T3	413	2,61
T4	331	2,21
T5	458	2,42

T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

O número de células do fígado (hepatócitos) apresenta considerável aumento nos Tratamentos 3 e 5, com 50% e 100% de sorgo em substituição ao milho respectivamente. No entanto, o Tratamento cujo maior peso de fígado foi observado (T2 - com 25% de sorgo em substituição ao milho) foi também o tratamento que apresentou o menor número de células. A discussão de tais dados é de extrema dificuldade, principalmente pela escassez de dados da literatura. Se considerarmos o aspecto visual dos tecidos dos fígados extraídos dos animais dos Tratamentos 3 e 5 inferimos em uma relação positiva de aspecto e número de células,

porém tal comparação ainda necessita de averiguações científicas que tragam dados comparativos da literatura.

Seki-Dias (2004) estudou a inclusão de sorgo em ração para frangos de corte e observou que o número de hepatócitos aumentou nos tratamentos com maiores níveis de sorgo, porém não obteve diferenças nos pesos dos fígados dos animais. Nyachoti et al., (1996), também não observaram diferenças no peso do fígado de aves alimentadas com sorgo.

5.4 Análises Físicas e Químicas

5.4.1 Composição centesimal

A composição centesimal (umidade, proteína e cinzas) e lipídios totais foram determinados no peixe inteiro imediatamente após o abate e também nos filés de Tilápia do Nilo após o abate e nos tempos de conservação por congelamento. Os resultados estão apresentados para peixe inteiro e filés respectivamente nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8. Resultados obtidos no peixe inteiro para umidade, proteína, lipídios totais e cinzas.

Tratamentos	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)
T1	67,63 C	15,40 B	9,17 A	5,42 B
T2	72,34 A	15,58 B	6,98 B	3,84 C
T3	70,31 ABC	15,91 AB	8,61 A	3,91 C
T4	71,93 AB	15,59 B	6,52 B	3,70 C
T5	69,24 BC	16,78 A	8,60 A	7,07 A

Letras diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (Tukey 5%). T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

Tabela 9. Resultados obtidos nos filés de Tilápia do Nilo para umidade, proteína, lipídios totais e cinzas nos Tempos I, II e III de congelamento.

Tratamentos	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)
Tempo I				
T1	77,16 aB	20,70 aA	0,83 abA	1,37 abcA
T2	76,57 aB	20,30 aA	1,01 aA	1,56 abA
T3	77,29 aB	20,46 aA	0,78 bA	1,16 cA
T4	77,66 aB	20,68 aA	0,82 abA	1,28 bcA
T5	76,49 aB	20,16 aA	0,72 bA	1,62 aA
Tempo II				
T1	78,76 aA	20,00 aAB	0,87 abA	1,07 aB
T2	77,43 bB	19,30 aAB	0,91 aAB	1,13 aB
T3	78,37 abA	19,45 aA	0,85 abA	1,15 aA
T4	78,52 abAB	19,81 aAB	0,68 bA	0,91 aB
T5	77,66 abA	19,72 aAB	0,73 abA	0,93 aB
Tempo III				
T1	79,56 aA	18,96 aB	0,70 aA	0,86 abB
T2	78,75 aA	18,30 aB	0,76 aB	0,94 abB
T3	78,88 aA	17,98 aB	0,72 aA	1,17 aA
T4	78,99 aA	18,71 aB	0,67 aA	0,78 bcB
T5	78,50 aA	18,73 aB	0,66 aA	0,53 cC

Letras minúsculas diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, letras maiúsculas diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas dos tratamentos nos tempos de armazenamento (Tukey 5%).

Tempo I - imediatamente após o abate; Tempo II - armazenado por 5 meses sob congelamento a -20°C; Tempo III - armazenado por 10 meses sob congelamento a -20°C; T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

A composição centesimal do peixe inteiro apresentada na Tabela 8 mostra diferença estatística nos teores de umidade dos tratamentos, destacando os menores valores nos peixes pertencentes aos grupos T1 e T5. Em contrapartida, os mesmos tratamentos apresentam os maiores valores de cinzas. Os teores de proteínas não diferem muito entre os grupos T1, T2,

T3 e T4, porém é representativamente maior no grupo T5, o qual sofreu substituição total de milho por sorgo. Os valores de lipídios diferem estatisticamente nos Tratamentos 2 e 4, com valores menores que os demais Tratamentos. O mesmo comportamento foi observado nos níveis de CTP (colesterol total plasmático). Souza (2004) encontrou valores médios no peixe inteiro *in natura* de 70,84% de umidade, 19,20% de proteína bruta, 8,06% de lipídios e 3,41% de cinzas, valores esses que não se diferem muito dos apresentados na Tabela 8, com exceção dos valores de proteínas, que foram bem inferiores nos tratamentos experimentais e controle. Destaca-se ainda o elevado teor de cinzas do T5 frente aos valores encontrados no trabalho referido.

A Tabela 9 retrata a composição centesimal dos filés nos cinco tratamentos experimentais e nos três tempos de conservação, sendo 0, 5 e 10 meses de congelamento a -20°C. Os resultados apresentados demonstram não haver grandes diferenças entre os tratamentos nos tempos isoladamente, porém retrata um aumento da umidade no decorrer do período de armazenamento, com conseqüente diminuição de cinzas. As proteínas e lipídios também demonstram o mesmo comportamento, ou seja, com valores diminuindo a medida que aumenta o período de conservação, provavelmente devido a deterioração natural que estes produtos sofrem com o tempo de armazenamento e congelamento.

Ogawa e Maia (1999) descreveram o músculo do pescado como possuindo teores de umidade variáveis, entre 60 a 85% e cerca de 1 a 2% de cinzas. Leonhardt et. al., (2006) encontrou em três linhagens de tilápia *in natura* valores de umidade entre 75,94 a 78,16% e valores entre 1,33 a 1,41% de cinzas. Souza (2004) encontrou em filé de Tilápia do Nilo *in natura* 77,91% de umidade e 1,04% de cinzas. Tais relatos da literatura demonstram que mesmo a umidade apresentando aumento nos tratamentos no decorrer do período de armazenamento, ainda apresenta valores bem próximos aos encontrados por outros autores em filés até *in natura*, assim como o teor de cinzas dos tratamentos antes do congelamento.

Porém, principalmente após 10 meses de armazenamento, demonstra valores inferiores aos encontrados pelos demais autores no filé *in natura*, mostrando a influência exercida pelo período de conservação.

O músculo do pescado apresenta ainda uma composição média de cerca de 20% de proteína bruta e 0,6 a 36% de lipídios, sendo a alta variação no teor lipídico explicada pela localização da carne analisada (a carne dorsal apresenta menor quantidade de lipídio do que a carne abdominal), pelo sexo, idade, sazonalidade, *habitat* e dieta ingerida pelo pescado (Ogawa e Maia, 1999). Valores próximos aos inferiores foram também encontrados nos cinco tratamentos durante os três tempos de armazenamento. Os valores médios encontrados por Souza (2004) no filé foram 25,65% de proteína bruta e 2,55% de lipídios. Pinto (2006) relata que a Tilápia do Nilo pode ser considerada como pertencente a categoria dos peixes magros, pois encontrou valores de 2,09% de gordura no filé. Porém os valores encontrados e apresentados na Tabela 9 não coincidem com os valores relatados pelos dois últimos autores citados, tendo como provável influência a adaptação da tilápia ao ambiente e a conversão alimentar, assim como a diminuição dos teores pelos processos de degradação naturais do tempo de armazenamento.

5.4.2 Nitrogênio não protéico (NNP)

Os resultados de nitrogênio não protéico (NNP) obtidos nos filés de Tilápia do Nilo estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Resultados de nitrogênio não protéico (NNP) encontrados nos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III.

Tratamentos	Nitrogênio Não Protéico – NNP (mg/100g)		
	Tempo I	Tempo II	Tempo III
T1	410,23 aA	412,88 aA	368,31 aB
T2	409,13 aA	402,65 abA	368,31 aB
T3	355,68 bA	366,59 bcA	344,65 aA
T4	334,39 bA	336,20 cA	338,02 aA
T5	343,16 bB	356,63 cAB	373,46 aA

Letras minúsculas diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, letras maiúsculas diferentes nos valores da mesma linha representam diferenças estatísticas significativas dos tratamentos nos tempos de armazenamento (Tukey 5%).

Tempo I - imediatamente após o abate; Tempo II - armazenado por 5 meses sob congelamento a -20°C; Tempo III - armazenado por 10 meses sob congelamento a -20°C; T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

Os valores de NNP mostram diferenças estatísticas entre os tratamentos quando a inclusão dos níveis de sorgo vai aumentando, principalmente nos grupos experimentais T3, T4 e T5, com mais de 50% de sorgo em substituição ao milho. Tais diferenças são percebidas nos Tempos I e II de armazenamento, já não ocorrendo o mesmo quando analisado o Tempo III de armazenamento, com comportamento igual em todos os grupos (T1 a T5). A presença de substâncias extrativas nitrogenadas presentes nos músculos na forma de aminoácidos livres, peptídeos simples como a anserina e a glutatona, trimetilamina, creatinina e taurina influenciam no aparecimento de outros produtos de degradação, pois são pontos de partida para atividade de microrganismos (Ogawa et al., 1999). Contreras-Guzmán (1994), encontrou teores de 343mg/100g de NNP para tilápia fresca e explica que as substâncias nitrogenadas são as primeiras frações afetadas pelo crescimento de microrganismos, que a utilizam como fonte de energia. Também a produção de maior quantidade de NNP pode ser através das

próprias proteases secretadas no músculo, existindo ainda uma relação com a espécie, capacidade de autólise e características anatômicas.

Percebeu-se uma queda nos valores de NNP nos Tratamentos 1 e 2 (com 100% de milho e 25% de sorgo, respectivamente) durante ao final do período de armazenamento, o que não foi percebido de forma significativa nas demais amostras. Contreras-Guzmán (1994) obteve resultado semelhante ao analisar o filé de tilápia que após 16 dias de armazenamento apresentou uma queda de 344mg/100g para 258mg/100g. Neto (1984) também observou diminuição do NNP em tilápias durante a estocagem em gelo por 20 dias, com valores iniciais de 294mg/100g e 208mg/100g após os 20 dias em gelo e essa diminuição foi atribuída a lixiviação.

No entanto, o conteúdo em NNP muscular da tilápia pode ser variável. Valores entre 1000 e 1333mg/100g foram encontrados em filés de tilápia por 20 e 30 dias de armazenamento a 0,5 a 1,0°C, respectivamente (Siqueira, 2001). Soccol et al. (2005) observaram valores de NNP variando de 534 a 568mg/100g, em tilápias armazenadas por 20 dias a 1°C, e não observaram diferenças no tempo de armazenamento. Albuquerque et al. (2004) analisaram teores de NNP em tilápias armazenadas em gelo por 17 dias também não encontraram diferenças ao longo do período de armazenamento.

5.4.3 Bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT)

Os resultados para BNVT encontrados nos filés de Tilápia do Nilo nos três tempos de armazenamento estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Resultados de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) encontrados nos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III.

Tratamentos	Bases Nitrogenadas Voláteis Totais - BNVT (mgN/100g)		
	Tempo I	Tempo II	Tempo III
T1	17,38 bA	17,43 bA	17,59 bA
T2	19,57 aA	19,72 aA	20,33 aA
T3	15,76 bC	17,29 bB	19,8 aA
T4	16,75 bA	17,06 bA	14,55cB
T5	17,29 bA	15,69 bB	16,30 bcAB

Letras minúsculas diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, letras maiúsculas diferentes nos valores da mesma linha representam diferenças estatísticas significativas dos tratamentos nos tempos de armazenamento (Tukey 5%).

Tempo I - imediatamente após o abate; Tempo II - armazenado por 5 meses sob congelamento a -20°C; Tempo III - armazenado por 10 meses sob congelamento a -20°C; T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

Os métodos químicos que avaliam a presença de substâncias extrativas nitrogenadas são a análise de nitrogênio não protéico (NNP) e a análise de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT), sendo que dessas bases a de variação mais significativa é a trimetilamina.

A Tabela 11 mostra que o comportamento dos valores não diferiu muito entre os grupos experimentais e também nos tempos de armazenamento, porém percebem-se os menores valores nos tratamentos com maiores teores de sorgo (T4 e T5). Segundo Howgate (1976) é considerado alto grau de frescor teores de bases nitrogenadas voláteis totais (BNVT) entre 5 a 10mgN/100g. A legislação brasileira apresentada pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 1952) considera deteriorado e, portanto, impróprio para o consumo, o pescado com teor de bases voláteis maior ou igual a 30mgN/100g. Nenhum dos tratamentos se apresenta

fora do que a legislação brasileira considera como apropriado para consumo, pelo teor de BNVT.

O aumento nas bases nitrogenadas se dá pelo desenvolvimento bacteriano, que as utilizam como fonte de energia. Percebe-se leve aumento nas BNVT nos grupos T1 e T2, porém sem diferenças estatísticas. Já no T3 há aumento dos valores com diferença estatística durante o período de armazenamento, porém nos tratamentos 4 e 5 (T4 e T5) cujo milho é substituído em 75 e 100% por sorgo respectivamente, o comportamento é diferente, havendo uma diminuição com o período de armazenamento. Fagan et al. (2003), encontraram valores de BNVT mais baixos em salmões congelados a -30°C, quando comparado aos frescos e refrigerados, atribuindo a isso a inibição bacteriana pela temperatura.

Como os filés foram armazenados congelados, pode-se sugerir que esse comportamento não seja apenas pela inibição do crescimento bacteriano que se dá em alimentos congelados, mas também pela presença de substâncias fenólicas no sorgo, como os taninos, capazes de diminuir o crescimento bacteriano.

5.4.4 Análise de substância reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Um dos métodos mais utilizados, em produtos cárneos, para se avaliar a extensão da estabilidade lipídica é o teste de TBA (ácido 2-tiobarbitúrico) ou TBARS (substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico). Os resultados encontrados para substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), nos filés de Tilápia do Nilo no Tempo I e nos Tempos de congelamento (II e III) estão expressos na Tabela 12.

Tabela 12. Resultados encontrados para substância reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) nos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III.

Tratamentos	Substância Reativa ao Ácido Tiobarbitúrico – TBARS (mgMA/Kg)		
	Tempo I	Tempo II	Tempo III
T1	0,03 aC	0,11 bB	0,20 bA
T2	0,03 aC	0,13 aB	0,22 aA
T3	0,04 aC	0,14 aB	0,16 cA
T4	0,04 aC	0,11 bcB	0,13 eA
T5	0,04 aC	0,10 cB	0,15 dA

Letras minúsculas diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, letras maiúsculas diferentes nos valores da mesma linha representam diferenças estatísticas significativas dos tratamentos nos tempos de armazenamento (Tukey 5%).

Tempo I - imediatamente após o abate; Tempo II - armazenado por 5 meses sob congelamento a -20°C; Tempo III - armazenado por 10 meses sob congelamento a -20°C; T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

Segundo os resultados apresentados na Tabela 12, embora com valores bem pequenos de TBARS em todos os grupos experimentais, houve um aumento considerável de tais níveis ao longo do período de armazenamento (congelamento). Os menores aumentos, no entanto, foram percebidos nos tratamentos com maiores teores de sorgo, T4 e T5 com 75% e 100% de sorgo em substituição ao milho, respectivamente, porém também sem diferenças estatísticas dos demais tratamentos podendo-se inferir que não houve expressão negativa para os valores de TBARS nos tratamentos e nem durante o período de conservação.

Sant’Ana e Fernandes (2000) verificaram valores de TBARS de 0,41; 0,62, 0,59 e 1,49mgMA/Kg em filés de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) congelados por 0, 30, 60 e 90 dias respectivamente. Uma escala de valores foi sugerida por Ke, Cervantes e Robles-Martinez (1984) trabalhando com várias espécies de pescado, sendo considerados baixos os valores inferiores a 0,576mgMA/Kg, levemente rançosos os valores entre 0,648 e

1,44mgMA/kg e como inaceitáveis valores superiores a 1,51mgMA/Kg. Segundo Al-Kahtani et al. (1996), um produto pode ser considerado em bom estado se apresentar valores inferiores a 3,0mgMA/Kg de amostra. Estes valores mostram-se maiores que os valores observados nos cinco tratamentos do presente trabalho, mesmo após 10 meses de congelamento.

5.4.5 pH

A determinação de pH foi realizada nos filés de Tilápia do Nilo, nos três tempos de armazenamento e os resultados estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Resultados de pH encontrados nos filés de Tilápia do Nilo nos três tempos de armazenamento.

Tratamentos	pH		
	Tempo I	Tempo II	Tempo III
T1	5,8 bA	5,84 bA	5,92 bA
T2	5,85 abA	5,88 bA	5,88 bA
T3	5,75 bB	5,78 bAB	5,92 bA
T4	5,9 abA	5,85 bA	5,95 bA
T5	6,02 aB	6,19 aA	6,3 aA

Letras minúsculas diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, letras maiúsculas diferentes nos valores da mesma linha representam diferenças estatísticas significativas dos tratamentos nos tempos de armazenamento (Tukey 5%).

Tempo I - imediatamente após o abate; Tempo II - armazenado por 5 meses sob congelamento a -20°C; Tempo III - armazenado por 10 meses sob congelamento a -20°C; T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

Os valores de pH mostraram-se significativamente diferentes no T5, nos demais tempos mantiveram-se semelhantes. Em análise horizontal, que determina os tempos de armazenamento, pode-se perceber pequena elevação nos valores apenas nas análises realizadas aos 10 meses de armazenamento sob congelamento, porém também sem diferenças estatísticas. As mudanças no pH podem refletir a hidrólise de substâncias nitrogenadas por ação bacteriana. Porém, percebeu-se pelas análises de NNP e BNVT que esses valores também não se alteraram em função da mudança na dieta e no período de armazenamento. O comportamento do T5 e em menor proporção do T4, em relação ao pH, pode ser explicado pelo comportamento observado nos valores de NNP e principalmente BNVT, com os menores valores e menores variações nos referidos tratamentos.

De qualquer forma, foi possível observar que todos os valores de pH encontram-se dentro da normalidade, considerando o que prevê a legislação brasileira do Ministério da Agricultura (Brasil, 1952) sobre o pH, que refere como impróprio e deteriorado o músculo com pH maior ou igual a 6,8.

5.4.6 Textura

A textura (maciez) da carne foi determinada nos filés de Tilápia do Nilo, nos três tempos de armazenamento, através da avaliação da força de cisalhamento e os resultados estão demonstrados na Tabela 14.

Tabela 14. Resultados obtidos para força de cisalhamento encontrada nos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III de armazenamento.

Tratamentos	Força de Cisalhamento - FC (kgf/cm ²)		
	Tempo I	Tempo II	Tempo III
T1	1,26 aA	0,99 abAB	0,76 aB
T2	1,61 aA	0,86 bB	0,61 aB
T3	1,54 aA	1,21 abA	0,82 aB
T4	1,46 aA	1,33 aA	0,84 aB
T5	1,43 aA	1,28 aA	0,84 aB

Letras minúsculas diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, letras maiúsculas diferentes nos valores da mesma linha representam diferenças estatísticas significativas dos tratamentos nos tempos de armazenamento (Tukey 5%).

Tempo I - imediatamente após o abate; Tempo II - armazenado por 5 meses sob congelamento a -20°C; Tempo III - armazenado por 10 meses sob congelamento a -20°C; T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

A textura do músculo é diretamente influenciada pelos valores de umidade. A força de cisalhamento apresentada na Tabela 14 demonstra não haver diferença significativa entre os tratamentos, porém em análise horizontal, verifica-se que o período de armazenamento influencia significativamente na textura, com diminuição dos valores no decorrer do período de congelamento em todos os tratamentos. Tal observação é reforçada com os dados apresentados na Tabela 9, onde se percebe um aumento na umidade nos filés em todos os Tratamentos ao longo do período de armazenamento.

5.4.7 Colesterol total (CT)

O colesterol total foi determinado nas amostras de filé de Tilápia do Nilo em todos os tratamentos e tempos de conservação, e os resultados estão expressos na Tabela 15.

Tabela 15. Resultados de colesterol total (CT) encontrados nos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III de armazenamento.

Tratamentos	Colesterol Total - CT (mg de colesterol/100g)		
	Tempo I	Tempo II	Tempo III
T1	44,79 aA	32,61 bB	29,49 bC
T2	42,45 aA	40,18 aA	35,21 aB
T3	35,24 bA	28,48 cdB	27,56 bB
T4	36,63 bA	29,85 bcB	28,10 bB
T5	43,21 aA	25,67 dB	27,45 bB

Letras minúsculas diferentes nos valores da mesma coluna representam diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, letras maiúsculas diferentes nos valores da mesma linha representam diferenças estatísticas significativas dos tratamentos nos tempos de armazenamento (Tukey 5%).

Tempo I - imediatamente após o abate; Tempo II - armazenado por 5 meses sob congelamento a -20°C; Tempo III - armazenado por 10 meses sob congelamento a -20°C; T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

Os valores de colesterol apresentam-se estatisticamente diferentes nos T3 e T4 no filé fresco, Tempo I de armazenamento, sendo estes os menores valores observados. O tempo de armazenamento influenciou significativamente nos níveis de colesterol, havendo menos expressão de tais valores ao longo dos 10 meses de congelamento. Resultados semelhantes foram relatados por Ferreira et al. (2007), que analisaram filés de tilápia *in natura* criadas em tanque de terra e alimentadas com ração artificial e encontraram valores de 33mg/100g. Também Clemente e Lovell (1994) encontraram teores de 31,3mg/100g de colesterol em filés de tilápia, por calorimetria.

A literatura mostra valores superiores aos encontrados no presente trabalho. No tecido muscular de tilápias (*Oreochormis niloticus*) adultas analisadas em diferentes estações do ano foram encontrados teores de colesterol de 66,8 e 71,4mg/100g de tecido muscular, para verão e inverno, respectivamente (Luzia et al., 2003). Em trabalho realizado por Kinsella et al.

(1977), em peixes de água doce, os teores de colesterol variaram de 50 a 90mg/100g de tecido muscular. Visentainer, et al. (2005) estudaram efeito de rações contendo diferentes níveis de óleo de linhaça no teor de colesterol. Os teores de colesterol variaram de 58,3 a 75,5mg/100g de tecido muscular, sendo que a inclusão de óleo de linhaça em um nível de até 3,75% favoreceu a diminuição dos valores de colesterol nos filés de tilápia. No entanto, os níveis de colesterol foram próximos a outras espécies de peixes.

A expressão da variação nos valores de CT dos tratamentos nos Tempos de armazenamento (I, II e III) pode ter ocorrido também pela presença de ácidos graxos poliinsaturados no pescado, que são mais facilmente oxidáveis. O colesterol encontra-se no alimento associado a outros lipídios e a oxidação destes outros lipídeos pode levar à oxidação também do colesterol. Seria de grande interesse uma avaliação mais profunda sobre o perfil lipídico das amostras.

5.5 Análise Sensorial

Para analisar os critérios sensoriais de cor e aroma dos filés crus de Tilápia do Nilo foi realizado teste hedônico ou de aceitabilidade e os resultados das médias dos pontos estão representados na Tabela 16.

Tabela 16. Média dos pontos da análise sensorial dos atributos cor e aroma dos filés de Tilápia do Nilo nos Tempos I, II e III.

Atributos	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Tempo I					
Cor	6,0	5,5	7,5	6,8	8,0
Aroma	6,2	5,86	7,0	5,8	6,25
Tempo II					
Cor	6,16	5,5	7,4	7,5	7,0
Aroma	5,0	5,03	5,75	6,0	6,0
Tempo III					
Cor	5,03	6,5	7,0	6,8	7,5
Aroma	5,57	6,16	5,5	6,25	6,5

Tempo I - imediatamente após o abate; Tempo II - armazenado por 5 meses sob congelamento a -20°C; Tempo III - armazenado por 10 meses sob congelamento a -20°C; T1 - tratamento com ração controle a base de milho e soja; T2 - tratamento com substituição de 25% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T3 - tratamento com substituição de 50% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T4 - tratamento com substituição de 75% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos; T5 - tratamento com substituição de 100% do milho da ração por sorgo com baixo teor em taninos.

Os resultados obtidos na análise sensorial demonstram diferenças nos tratamentos com relação a cor e aroma, sendo tais parâmetros analisados também nos três tempos de armazenamento, mostrando que os Tratamentos 1 e 2 são os que mais sofrem influência negativa pelo tempo tanto na cor como no aroma, já os tratamentos com maiores níveis de sorgo não se mostram diferentes nos tempos de armazenamento. As maiores notas formadas no parâmetro cor nos tratamentos com maiores níveis de sorgo (T3, T4 e T5). Os relatos nas fichas de análise sensorial fazem referência a alteração percebida na cor dos filés dos tratamentos que continham sorgo.

O sorgo contém vários compostos fenólicos que podem afetar a cor, a aparência e a qualidade nutricional (Butolo, 2003). Dentre os compostos fenólicos, o único que pode afetar o desenvolvimento da mucosa intestinal e seus processos de digestão e absorção é o tanino. Garcia et al. (2005) ao estudarem o efeito da substituição de milho por sorgo baixo tanino sobre a qualidade e a coloração da carne, observaram que a completa substituição não alterou a qualidade e a aceitação da mesma, contudo verificaram alteração da coloração da carne com a inclusão de sorgo. Campos et al., (2007) ressaltam que devido à pequena quantidade de substâncias pigmentantes, as aves alimentadas com altos níveis de concentração de sorgo apresentam bicos, cristas, pele e pés esbranquiçados, fato que dependendo do mercado consumidor é uma qualidade apreciada ou um problema de aceitação.

6 CONCLUSÕES

A substituição de milho por sorgo com baixo teor de taninos em diferentes níveis na ração de Tilápia do Nilo não afetou o crescimento dos animais, porém influenciou aumentando o peso do fígado e gordura visceral nos peixes alimentados com sorgo, assim como o desenvolvimento de macrocitose nestes mesmos animais.

Não foi possível apontar qual nível de substituição representou os melhores parâmetros plasmáticos de colesterol total e triacilglicerol, pois cada nível de substituição demonstrou um comportamento particular. Contudo, foi possível verificar influência da substituição de milho por sorgo no aumento da altura das vilosidades intestinais, assim como aumento dos hepatócitos.

A composição centesimal dos peixes inteiros e dos filés após abate e período de congelamento assim como os compostos que determinam a oxidação nos filés de Tilápias do Nilo no período de armazenamento não se mostraram diferentes dos encontrados na literatura e também na legislação e apenas sofreram a influência do período de armazenamento, não sendo percebidos efeitos negativos ou positivos das rações experimentais que pudesse determinar um melhor nível de inclusão de sorgo nas dietas.

Análise Sensorial dos atributos cor e aroma, características que determinam consumo dos filés de Tilápia do Nilo, durante o período armazenamento demonstrou grande diferença entre os grupos experimentais podendo-se perceber uma maior aceitação dos filés dos animais que foram alimentados com maiores teores de sorgo nos atributos cor e odor, destacando-se o atributo cor como preferência.

De forma geral, mesmo entendendo que o sorgo pode ter propriedades econômicas interessantes na nutrição animal, maiores estudos ainda são necessários para se determinar a

efetividade da substituição de milho por sorgo na ração, assim como um nível adequado de inclusão de sorgo ao organismo animal que não manifeste efeitos indesejáveis e ressalte os efeitos positivos, principalmente relacionado a saúde animal e do consumidor final da matéria-prima, o ser humano.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIURA, F.S.; CARVALHO, M.R.B. Body lipid deposition in Nile tilapia fed on rations containing tannin. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 1, 2007. p. 50-56.

AIURA, F.S.; CARVALHO, M.R.B. Composição em ácidos graxos e rendimento de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada com dietas contendo tanino. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 99, p. 93-98, n. 38, 2004.

ALAIN, C.A.; POON, L.S.; CAHN, C.S.G.; RICHMOND, W.; FU, P.C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, v. 20, p. 470-475, 1974.

ALBUQUERQUE, W.F; ZAPATA, J.F.F.; ALMEIDA, R.S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. especial, p. 264-271, 2004.

ALKAHEM, H.F. The toxicity of nickel and the effects of sub lethal levels on hematological parameters and behavior of the fish, *Oreochromis niloticus*. **Journal of University of Kwait Science**, v. 21, n. 2, p. 243-252, 1994.

AL-KAHTANI, H.A.; ABU-TARBOUSH, H.M.; BAJABER, A.S. Chemical changes after irradiation an post-irradiation storage in tilápia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science**, v. 61, n. 4, 1996, p. 729-733.

AMERICAM OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**, 16. ed. Arlington: AOAC, 1995. 2v.

ANDRADE, E.C.B. **Análise de alimentos: uma visão química da nutrição**. São Paulo: Varela, 2006. 238 p.

ANDRE, C.M.; GHISLAIN, M.; BERTIN, P.; OUFIR, M.; HERRERA, M.R.; HOFFMANN, L.; HAUSMAN, J.F.; LARONDELLE, Y.; EVERS, D. Andean potato cultivars (*Solanum*

tuberosum L.) as a source and mineral micronutrients. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 2, p. 366-378, 2007.

ARANA, L.V. **Fundamentos de aqüicultura**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2004. 348 p.

AUGER, C.; CAPORICCIO, B.; LANDRAULT, N.; TEISSEDE, P.L.; LAURENT, C.; CROS, G.; BESANÇON, P.; ROUANET, J.M. Red wine phenolic compounds reduce plasma lipids and apolipoprotein B and prevent early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic golden syrian hamsters (*Mesocricetus auratus*). **Journal of Nutrition**, v. 132, p. 1207-1213, 2002.

AZEVEDO, T.M.P.; MARTINS, M.L.; YAMASHITA, M.M.; FRANCISCO, C.J. Hematologia de *Oreochromis niloticus*: comparação entre peixes mantidos em piscicultura consorciada com suínos e em pesque-pague no vale do rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 32, n. 1, p. 41-49, 2006.

BEVERIDGE, M.C.M.; BAIRD, D.J. Diet, feeding and digestive physiology. In: BEVERIDGE, M.C.M.; MCANDREW, B.J. (Ed.) **Tilapias: biology and exploitation**. Belgium: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 59-87.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Free radicals and the main dietary antioxidants. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BIBIANO MELO, J.F.; LUNDSTEDT, L.M.; METON, I.; BAANANTE, I.V.; ORAES, G. Effects of dietary levels of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen* (Teleostei: Pimelodidae). **Comparative Biochemistry and physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 145, p. 181-187, 2006.

BLIGH, E.J.; DYER, N.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BOHAC, C. E.; RHEE, K. S.; CROSS, H. R.; ONO, K. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal of Food Science**, v. 53, n. 6, 1988. p. 1642 - 1644.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E.P. (Ed.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 75-96.

BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. Aqüicultura – uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. Curitiba: **Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais**, 2003. 128p.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*) na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 546-551, 2002

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2008. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 25 de novembro de 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto no. 30691 de 29/03/52. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília, D.F, 1952.

BRESSAN, C. **Efeito dos fatores pré-abate sobre a qualidade do peito de frango**. 1998. 179f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Unicamp, Campinas, 1998.

BRUGGER, A.M.; CRUZ JÚNIOR, C.A. da; ASSAD, L.T. **Produção de tilápias: manual de orientação**. Brasília: INFC, 2000. 25p.

BRUM, A.A.S.; OETTERER, M.; D'ARCE, M.A.B.R. Óleo de pescado como suplemento dietético. *Fish Oil as Dietetic Supplement*. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 10, n. 19, p. 71-78, 2002.

BUTLER, L.G.; ROGLER, J.C.; MEHANSHO, H.; CARLSON, D.M. Dietary effects of tannins. In: **Plant Flavonoids in Biology and Medicine: Biochemical, Pharmacological and Structure-Activity Relationships** (Symposium, 1985), 1986. p. 141-156.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes de alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. 430p.

CABRAL FILHO, S.L.S. **Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos**. 2004. 77f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP, Piracicaba, 2004.

CAMPO, L.F.C. Tilápia Roja 2006, una evolución de 25 años de la incertidumbre al éxito. **Manual de manejo industrial de la tilapia Roja**, v. 27, n. 8, 2006. 124p.

CAMPOS, D.M.B. **Efeito do sorgo sobre o desempenho zootécnico, características da carcaça e o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos**. 2006. 50f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

CAMPOS, D.M.B.; FARIA FILHO, D.E.; TORRES, K.A.A; FURLAN, R.L.; MACARI, M. Desenvolvimento da mucosa intestinal e a substituição do milho por sorgo na dieta de pintainhos de corte. **Revista de Ciências Veterinárias**, v. 5, n. 5, p. 44-48, 2007.

CARNEIRO, N.M.; AMARAL, A.D. The normal blood sugar of *Pimelodus maculatus* (Lapépede, 1803) (Pisces-Teleostei). Comparison between O-toluidina and glucose-oxidase methods. **Boletim de Fisiologia Animal**, v. 3, p. 39-48, 1979.

CASTRO, P.F.; CAVALTINI, L.B.; SILVA NETO, J.R.; CORREIA, E.S. Utilização de dietas a base de sorgo em rações de crescimento para tilápia vermelha (*Oreochromis niloticus*). In: AQUICULTURA BRASIL' 98, 10, 1998 Recife. **Anais...** Recife: ABRAQ, 1998. p. 65-72.

CHUNG, M.J.; BAILEY, J.W.; COLLINS, J.L. Dietary tannins from cowpeas and tea transiently alter apparent calcium absorption and utilization of protein in rats. **Journal of Nutrition**, v. 124, 1994. p. 283-288.

CHUNG, J.J.; CHEN, T.H.; CHAN, P.; CHEN, Y.J.; HSU, F.L.; LO, M.Y.; LIN, J.Y. The *in vitro* inhibitory effect of tannin derivatives on 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase on Vero cells. **Pharmacology**, v. 62, p. 224-228, 2001.

CHUNG, K.; WONG, T.Y.; WEI, C.; HUANG, Y.; LIN, Y. Tannins and human health: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 38, p. 421-464, 1998.

CLEMENT, S.; LOVELL, R.T. Comparison of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v. 119, p. 299-310, 1994.

COLLIER, H.B. The standardizations of blood hemoglobin determinations. **Canadian Medical Association Journal**, Ottawa, v. 50, 1944. p. 550-552.

CONSTANTINIDO, G. A saúde do pescado depende diretamente da saúde do ambiente. **Higiene Alimentar**, v. 8, n. 32, 1994, p. 5-6.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescado e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409p.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e invertebrados**. Santiago do Chile: Centro de estudos em ciência y tecnologia de alimentos, 2002. 309p.

CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. São Paulo: Ed. Tecart, 2004. 533p.

CULLING, C.F.A.; ALLISON, R.T.; BARR, W.T. **Cellular pathology techniques**. 4th. ed. London: Butterworths, 1985.

DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish nutrition in aquaculture**. London: Chapman & Hall. 1995, 319 p.

FAGAN, J.D.; GORMLEY, T.R.; MHUIRCHEARTAIGH, M.U. Effect of freeze-chilling, in

comparison with fresh, chilling and freezing, on some quality parameters of raw whiting, mackerel and salmon portions. **Lebensmittelchemie Wiss U-Technology**, v. 36, p. 647-655, 2003.

FAO. The States of World Fisheries and Aquaculture 2008 – SOFIA: "**The state of fisheries and aquaculture**". Roma. 196p. 2009.

FELDMAN, B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, N.C. **Schalm's veterinary hematology**. 5.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. 787p.

FERRARI, J.E.C.; BARROS, M.M., PEZZATO, L.E., GONÇALVES, G.S., HISANO, H., KLEEMANN, G. Níveis de cobre em dietas para a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v. 26, n. 4, p. 429-436, 2004.

FERREIRA, M.W.; BRESSAN, M.C.; SOUZA, X.R. de; VIEIRA, J.O. e; FARIA, P.B.; ANDRADE, P.L. Efeito dos métodos de cocção sobre a composição química e perfil lipídico de filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1757). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 798-803, 2007.

FIRESTONE, D. **Official methods and recommended of the American Oil Chemists Society**. 5 ed. Champaign: AOCS, 1998. v.2.

FREIRE, E.S. **Avaliação biológica de sorgo alto e baixo tanino por meio do desempenho e digestibilidade em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2002. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista de Botucatu.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS **Global Aquiculture production search** . Disponível em:< URL: www.fao.org. Acesso em: 25 de março de 2007.

FUHR, U.; KUMMERT, A.L. The fate of naringin in humans: a key to grapefruit juice-drog interactions? **Clinical Phamacological**, v. 4, n. 58, p. 365-373, 1995.

FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; NEVES, P.R.; BOTARO, B.; HAYASHI, C.; FURLAN, A.C.; SANTOS, V.G. Apparent digestibility coefficients of energy and protein of low and high tannin silage sorghum for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1213-1217, 2004.

FURUYA, W.; SILVA, L.; HAYASHI, C.; FURLAN, A.; NEVES, P.; BOTARO, D.; SANTOS, V. Substituição do milho pela silagem de sorgo com alto e baixo teor de tanino em dietas para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 243-247, 2003.

FURUYA, W.M.; GONCALVES, G.S.; FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C. Fitase na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, suppl. 1, p. 924-929, 2001.

GARCIA, R.G.; MENDES, A.A.; COSTA, C.; PAZ, I.C.L.A.; TAKAHASHI, S.E.; PELÍCIA, K.P.; KOMIYAMA, C.M.; QUINTEIRO, R.R. Desempenho e qualidade da carne de frango de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 5, p. 634-643, 2005.

GARCIA TORRES, D.E.; TORRES, R.P.; MANCINI FILHO, J. Caracterização bromatológica e avaliação da atividade antioxidante dos frutos da sacha mangua (*grias neuberthii* Macbr) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17. 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 2, p. 5-10.

GIAMPIETRO, A.; REZENDE-LAGO, N.C.M. Qualidade do gelo utilizado na conservação de pescado fresco. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 3, p. 505-508, 2009.

GÓES, J.A.W. **Efeito do atraso no resfriamento sobre a caracterização da qualidade da tilápia (*Oreochromis niloticus*) conservada com gelo.** 1987. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1987.

GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F. P.; HALL, E.; BROSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations. **American Journal Clinical of Pathology**, v. 56, n. 1, p. 35-39, 1971.

GOOD, N.E.; WINGER, G.D.; WINTER, W.; CONNOLY, T.N.; IZAWA, S.; SINGH, R.M.M. Properties of common buffers. **Biochemistry**, v. 5, n. 2, p. 467-477, 1966.

GURGEL, J.J.S. Potencialidade do cultivo da tilápia no Brasil. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 1998, Fortaleza. **Anais.....** Fortaleza, 1998. p. 345-352.

HEIL, M.; BAUMANN, B.; ANDARY, C.; LINSENMAIR, K.E.; MCKEY, D. Extraction and quantification of "condensed tannins" as a measure of plant anti-herbivore defence? Revisiting an old problem. **Naturwissenschaften**. v. 89, n. 11, p. 519-524, 2002.

HENRY, J.B. **Diagnósticos clínicos e tratamentos por métodos laboratoriais**. 19. ed. São Paulo: Manole, 1999.

HOBBS, B.C. **Toxinfecções e controle higiênico-sanitário de alimentos**. São Paulo: Varela, 1998. 425p.

HOWGATE, P. Determination of total volatile bases. **Torry Research Station**, TD 564, Appendix 4, 1976.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2005. **Diagnóstico da Carcinicultura no Estado do Ceará**. Brasília (DF): DIPRO/DILIQ/DIFAPE/GEREX-CE. v. 1-2, 177 p.

JANSMAM, A.J.M. Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. **Nutrition Research Reviews**, v. 6, n. 1, p. 209-236, 1993.

JOSHI, B.D.; TONDON, R.S. The correlation of size and some hematological values of the fresh water fish *Clarias batrachus*. **Journal of Animal Morphology & Physiology**, 1997.

KE, P.J.; CERVANTES, E.; ROBLES-MARTINEZ, C. Determination of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in fish tissue by an improved distillation-spectrophotometric method. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 35, n. 11, p. 1248-1254, 1984.

KINSELLA, J. E.; SHIMP, J. L.; MAI, J.; WEIHRAUCH, J. Fatty acid content and composition of freshwater finfish. **Journal of the American Oil Chemical Society**, v. 54, p. 424-429, 1977.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Editora Degaspari, 2000. 289p.

LAGE, M.E.; PADUA, D.M.C.; PADUA, J.T.; SILVA, P.C.; OLIVEIRA, J.P.; MESQUITA, A.J.; PRADO, C.S. Determinação da concentração de ácidos graxos da carne de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos a níveis crescentes de rama de mandioca na ração. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. 2001, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba, 2001, p. 849-859.

LEITÃO, M.F. de F. Microbiologia do pescado e controle sanitário no processamento. **Boletim do Instituto de tecnologia de Alimentos**, v. 14, n. 50, p. 1-35, 1977.

LEONHARDT, J; CAETANO FILHO, M.; FROSSARD, H.; MORENO, A. Características morfométricas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 1, p. 125-132. 2006.

LOVELL, R.T. Nutrition of aquaculture species. **Journal of Animal Science**, v. 69. n. 5, p. 4193-4200. 1991.

LOVSHIN, L.L. Tilapia farming: A growing worldwide aquaculture industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1. 1997, Piracicaba, 1997, **Anais...** Piracicaba, 1997. p. 137-164.

LUCARELLI, A.C.T. **Biomarcadores de estresse oxidativo em tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus* (Teleostei; Cichlidae), expostas ao sulfato de cobre aquático**. 2006. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – Universidade Federal de São Carlos – São Carlos, 2006.

LUZIA, L.A.; SAMPAIO, G.R.; CASTELLUCCI, C.M.N.; TORRES, E.A.F.S. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chemistry**, v. 83, n. 1, p. 93-97, 2003.

LUZIA, L.A.; SAMPAIO, G.R.; CASTELLUCCI, M.N.; OKANI, E.T.; TORRES, E.A.F.S. Avaliação da peroxidação lipídica em cinco espécies populares de pescados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17. 2000, Fortaleza, **Resumos...** Fortaleza: SBCTA, 2000, p. 5-133. v. 2.

MACEDO-VIEGAS. A. Aquicultura e o processamento de pescado no Brasil. **Revista Nacional da Carne**, n. 278, p. 18-23, 2000.

MAESTRO-DURAM, R.M.; BORJA PADILLA, B.R. Actividad antioxidante de los compuesto fenólicos. **Grasas y Aceites**, v. 2, n. 44, p. 101-106, 1993.

MADRID, R.M. Avança Brasil: programa de desenvolvimento da Aquicultura. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP “TECNOLOGIA PARA APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO”, 2000, Campinas. **Resumos...** Campinas: ITAL, 2000. p. 1-4.

MARTINS, M.L.; TAVARES-DIAS, M.; FUJIMOTO, R.Y.; ONAKA, E.M. Haematological alterations of *Leporinus macrocephalus* (Osteichthyes: Anostomidae) naturally infected by *Goezia leporini* (Nematoda: Anisakidae) in fish pond. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 5, 2004, p. 640-646.

McCARTHY, D.H. ; STEVENSOM, J.P.; ROBERTS, M.S. Some blood parameters of the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). I. The kamloops variety. **Journal of Fish Biology**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 1973.

McDONALD, G.; MILLIGAN, C.L. Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress. In: IWAMA, G.W.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P.; SCHRECK, C.B. (Ed.). Fish stress and health in aquaculture. Cambridge: University Press, 1997. p. 119-144.

McKNIGHT, I.M. A hematological study on the mountain whitefish, *Prosopium williamsoni*. **Journal Fish and Research**, v. 23, n. 1, p. 45-64, 1966.

MEDINA, I.; GALLARDO, J.M.; GONZÁLEZ, M.J.; PAZOS, M. Natural antioxidants for preserving quality of fatty fish products. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, v. 2, n. 1, p. 227-229, 2003.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Florida: CRC Press Inc., 1987. v. 2. 158p.

MELLO, J.P.C.; SANTOS, S.C. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3.ed. Porto Alegre: Ed. UFSC, 2001. 833p.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BARBERO, L.M. et al. Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 791-794, 2008.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 566-573, 2002.

MILLER, O.; GONÇALVES, R.R. **Laboratório para o clínico**. São Paulo: Atheneu, 1999. 549p.

MOREIRA, A.V.B.; MANCINI-FILHO, J. Atividade antioxidante de ácidos fenólicos presentes na farinha de semente de mostarda (*Brassica alba*, L.) em sistema lipídico. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 17. 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 2, p. 5.90.

MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; ARAÚJO, E.L. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

MOURA, G.S.; ALIVEIRA, M.G.A.; LANNA, E.T.A.; MACIEL JÚNIOR, A.; REIS, C.M.; MACIEL, R. Desempenho e atividade de amilase em tilápias do Nilo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1609-1615, 2007.

MYER, R.O.; GORBET, D.W.; COMBS, G.E. Nutritive value of high and low-tannin grain sorghums harvested and stored in the high-moisture state for growing finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 5, p. 1290-1297, 1986.

NETTO, F.M. **Modificações químicas, bioquímicas e sensoriais do híbrido de tilápia estocado em gelo**. 1984. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1984.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients Requirements of Poultry. 9th ed. **National Academy Press**, Washington: National Academy Press, 1994. 176p.

NUNES, E.S.S.; CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 139-143, 2006.

NYACHOTTI, C. M.; ATKINSON, J. L.; LEESON, S. Response of broiler chicks fed a high-tannin sorghum diet. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 5, n. 3, p. 239-245, 1996.

OETTERER, M. **Agroindústrias beneficiadoras de pescado cultivado: unidades modulares e polivalentes para implantação, com enfoque nos pontos críticos higiênicos e nutricionais**. 1999. 166f. Tese (Livre – Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

OGAWA, M.; MAIA, E. I. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999. 430p.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Brasília: FAO, 2008. 276p.

PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUHEY, J.L.O.F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 30, n. 2, p. 177-182, 2004a.

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D.E.; KUMMEROW, F.A. Evaluation of tree modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 37, n. 5, p. 1309-1313, 1989.

PINTO, C.S.R.M. **Tanques-rede de pequeno volume instalados em viveiros de piscicultura: uma alternativa para tilapicultura na região sudeste do Brasil**. 2006. 118f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

PINTO, L.G.Q. **Tanino em rações para peixes tropicais**. 2000. 55f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

PINTO, L.G.Q.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.. Desempenho do piauçu (*Leporinus macrocephalus*) arraçoado com dietas contendo diferentes teores de tanino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1164-1171, 2000.

PITOMBEIRA, M. S. **Hematologia do apaiari, *Astronotus ocellatus* (Cuvier, 1829). Peixes teleósteos. Aspectos morfológicos e fisiológicos**. 1972. 133f. (Thesis Doctoral). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo and Universidade Federal do Ceará, São Paulo, 1972.

PRADO, L.G. Conservação do pescado. In: FONSECA, H.; CAMARGO, R.; GRANER, M.; CARUSO, J.G.B.; NOGUEIRA, J.N.; OLIVEIRA, A.J.; SALGADO, L.M.; ANDRADE, M.O.; CANTARELLI, P.R. **Tecnologia dos produtos agropecuários: alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. cap. 10, p. 165-189.

PRENTICE, C.; SAINZ, R.L. Kinetics of deterioration presented bt vacuum packaged grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fillets under different refrigeration conditions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 127-131, 2005.

QUEIROZ, C. R. A. dos A; MORAES, S. A. L. de; NASCIMENTO, E. A. do. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, v. 20, n. 4, p. 485-492, 2002.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. Características hematológicas de tainha. *Mugil platanus* Gunther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) da região estuário-laguna de Cananéia-SP. (Lat. 25000'S – Long. 47055'W). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 22, n. 1, p. 1-22, 1995.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. Características sanguíneas da pirapitinga do sul, *Brycon* sp, sob condições experimentais de criação intensiva. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 28, n. 2, p. 141-15, 1991.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; GODINHO, H.M. Estudos hematológicos em curimatá, *Prochilodus scrofa* Steindacher, 1881 (Osteichthyes, Cypriniformes, Prochilodontidae). Série vermelha. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 12, n. 2, p. 25-35, 1985.

RAVEL, R. **Laboratório clínico: aplicações clínicas dos dados laboratoriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 616p.

ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica: nova combinação dos componentes do May-Grunwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. **Memórias do Instituto Butantan**. v. 20, p. 329-334, 1947.

RODRIGUES, H.G.; SANT'ANA DINIZ, Y.; FAINE, L.A.; ALMEIDA, J.A.; FERNANDES, A.A.H.; NOVELLI, E.L.B. Suplementação nutricional com antioxidantes naturais: efeito da rutina na concentração de colesterol-HDL. **Revista de Nutrição**, v. 16, n. 3, p. 315-320, 2003.

SAKTHIVEL, M. Effects of varying dietary protein level on the blood parameters of *Cyprinus carpio*. **Proceedings - Indian Academy of Sciences: Animal Sciences**, v. 97, n. 4, p. 363-366, 1988.

SANT'ANA, L.S.; FERNANDES, J.B. Efeito do armazenamento na composição em ácidos graxos de filés de peixes da espécie pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17. 2000, Fortaleza, **Resumos....** Fortaleza: SBCTA, 2000, p. 5-272. v. 4.

SAS INSTITUTE. **SAS User's Guide: Statistics**. USA, 1996.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polipfenols. **Journal of Nutrition**, v. 130, n. 8, p. 2073-2085, 2000.

SCHERER, R.; DANIEL, A.P.; AUGUSTI, P.R.; LAZZARI, R.; LIMA, R.L. de; FRIES, L.L.M.; NETO, J.R.; EMANUELLI, T. Efeito do gelo clorado sobre parâmetros químicos e microbiológicos da carne de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 4, p. 680-684, 2004.

SCHEUERMANN, G.N. Utilização do sorgo em rações para frangos de corte. **UBA-Inforna** 2003. p. 95-96. (Informativo Técnico- União Brasileira de Avicultura)

SCHIRCH, D.T.; MANCINI-FILHO, J. Caracterização de compostos fenólicos com atividade antioxidante em frações do extrato alcoólico da canela (*Cinnamomum zylanicum*, Breyne). In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2000. Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 2, p. 5.2.

SCHULTE, P.M.; MOYES, C.D.; HOCHACHKA, P.W. Integrating metabolic pathways in post exercise recovery of white muscle. **Journal Experimental Biology**, v. 166, p. 181-195. 1992.

SEKI, M.C.; MACHADO, C.R.; SEKI-DIAS, L.T.; CARVALHO, M.R.B.; SILVA, J.D.T.; PINTO, M.M. Estudo da síntese de lipoproteínas em frangos de corte alimentados com rações contendo sorgo e/ou ácido tânico. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 2002, Presidente Prudente. **Resumos ...** 2002.

SEKI-DIAS, L.T. **Efeitos do tanino e do ácido tânico sobre os lipídios plasmáticos e morfometria do fígado e pâncreas em frangos de corte.** 2004. 46f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – SP. 2004.

SEKI-DIAS, L.T.; CARVALHO, M.R.B.; MACHADO, C.R.; SEKI, M.C.; SILVA, J.D.T.; PINTO, M.M.; AIURA, F.S.; OBA, A.; SECATO, E.R. Efeito do ácido tânico e do sorgo no desempenho produtivo e deposição de gordura na carcaça de frangos de corte (*Gallus*

domesticus). In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS, 4. 2001, Campinas. **Resumos...** Campinas, 2001. p. 205.

SILVA, J.D.T.; CARVALHO, M.R.B.; MACHADO, C.R.; SEKI-DIAS, L.T.; SEKI, M.C.; PINTO, M.M. Efeito do sorgo e do ácido tânico na deposição de gordura visceral e abdominal em frangos de corte. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 2002, Presidente Prudente. **Resumos...** 2002.

SINGH, B.; BHAT, T. K.; SHARMA, O. P.; Biodegradation of tannic acid in an in vitro ruminal system. **Livestock Production Science**, v. 68, n. 2, 2001. p. 259-262.

SIQUEIRA, A.A.Z.C. **Efeitos da irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2001. 137f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SOCCOL, M.C.H.; OETTERER, M.; GALLO, C.R.; SPOTO, M.H.F.; BIATO, D.O. Efeitos da atmosfera modificada e do vácuo sobre a vida útil de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 1, p. 7-15, 2005.

SOCCOL, M.C.H. **Otimização da vida útil da tilápia cultivada (*Oreochromis niloticus*), minimamente processada e armazenada sob refrigeração**. 2002. 124f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; FRANCO, M.R.B.; PRADO, I.N. do; VISENTAINER, J.V. Composição química, perfil de ácidos graxos e quantificação dos ácidos α -linolênico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico em vísceras de tilapias (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Technology**, v. 27, n. 1, p. 73-76, 2005.

SOUZA, M. L. R. de; BACCARIN, A. E.; MACEDO-VEIGAS, E. M.; KRONKA, S. do N. Defumação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) Inteira Eviscerada e Filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 27-36, 2004.

SOUZA, M.L.R.; MARANHÃO, T.C.F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) em função do peso corporal. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.

STONE, H.; SIDEL, J.L. 1992. **Sensory evaluation practices**. San Diego: Academic Press, 336p.

SUN, L.T.; CHEN, G.R.; CHANG, C.F. The physiological responses of tilapia exposed to low temperatures. **Journal of Thermal Biology**, v. 17, n. 3, p. 149-153, 1992.

TAN, N.H.; RAHIM, Z.H.A.; KHOR, H.T.; WONG, K.C. Winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) tannin level, phytate content and hemagglutinating activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 31, n. 4, p. 916-9177, 1983.

TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. Variáveis do piaçu *Leporinus macrocephalus* Garavello e Britski, 1988 (Anostomidas). **Naturalia**, v. 25, n. 2, p. 39-52, 2000b.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. de; MARTINS, M.L.; SANTANA, A.E. Haematological changes in *O. niloticus* Linnaeus, 1758 with gill ichthyophthiriasis and saprolegniosis. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 28, n. 1, p. 1-9, 2002.

TAVARES-DIAS, M.; FAUSTINO, C.D. Parâmetros hematológicos da tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (Cichidae) em cultivo extensivo. **Ars Veterinária**, v. 14, n. 3, p. 254-263, 1998.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. Hematologia de peixes Teleósteos. Ribeirão Preto: Lillimpress Complexo Gráfico, 2004. 144p.

TAVARES-DIAS, M.; SCHALCH, S.H.C.; MORAES, F.R. Hematological characteristics of brazilian teleosts. VII. Parameters of seven species collected in Guariba, São Paulo State, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 29, n. 2, p. 109-115, 2003.

TEBIB, K.; ROVANET, J.M.; BESANÇON, P. Antioxidant effects of dietary polymeric grape seed tannins tissues of rats fed a high cholesterol – vitamin E – deficient diet. **Food Chemistry**, v. 59, n. 1, p. 135-141, 1997.

TORRES, E.A.F.S.; OKANI, E.T. Teste de TBA: ranço em alimentos. **Revista Nacional da Carne**, v. 24, n. 243, p. 68-78, 1997.

TRINDER, M. Carbohydrate diet-induced changes in VLDL composition and structure **Annals of Clinical Biochemistry**, v. 6, p. 24-32, 1969.

UEDA, I.K.; EGAMI, M.I.; SASSO, W.S.; MATUSHIMA, E.R. Estudos hematológicos em *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (Cichlidae, Teleostei). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 34, n. 5, p. 270-275, 1997.

VALENTI, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J.A. **Aquicultura no Brasil: bases para desenvolvimento sustentável**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2000. 399p.

VENUGOPAL, V.; DOKE, S.N.; THOMAS, P. Radiation processing to improve the quality of fishery products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 39, n. 5, p. 391-440, 1999.

VIEIRA, M.J.A.F.; VIEIRA, C.M.T. Potencial do cultivo de peixes no Ceará e no Nordeste: Algumas perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11, 2001, Recife. **Anais...** Recife: Conbep, 2001. p. 64-70.

VILA NOVA, C.M.V.M.; GODOY, H.T.; ALDRIGUE, M.L. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídios totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 430-436, 2005.

VISENTAINER, J.V.; SALDANHA, T.; BRAGAGNOLO, N.; FRANCO, M.R.B. Relação entre teores de colesterol em filés de tilápias e níveis de óleo de linhaça na ração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 310-314, 2005.

WEBSTER, C.D.; LIM, C.E. **Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture**, v. 9, n. 4, 2001.

WEISBURGER, J.H.; CHUNG, F.L. Mechanisms of chronic disease causation by nutritional factors and tobacco products and their prevention by tea polyphenols. **Food and Chemical Toxicology**, v. 40, n. 8, p. 1145-1154, 2002.

WILLE, K.; MCLEAN, E.; GODDARD, J.S.; BYATT, J.C. Dietary lipid level and growth hormone alter growth and body conformation of blue tilapia (*Oreochromis aureus*). **Aquaculture**, v. 209, n. 1-4, p. 219–232, 2002.

YUGARANI, T.; TAN, B.K.H.; DAS, N.P. The effect of tannic acid on serum and liver lipids of RAIF and RICO rats fed on high fat diet. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 104, n. 2, p. 339-343, 1993.

Apêndice 1. Ficha de triagem para análise sensorial.

Nome: _____

Curso: _____

Responda as seguintes questões:

Conhece análise sensorial? () sim () não

Já participou de alguma análise sensorial? () sim () não

Tem o hábito de consumir pescado? () sim () não

Se sim, quantas vezes na semana? () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () + de 7

Tem o hábito de comprar o pescado que consome? () sim () não

Se sim, qual a forma que costuma comprar o pescado? () inteiro () postas () filés

Qual o pescado que mais lhe agrada? _____

Agradecemos a colaboração!

Apêndice 2. Ficha de análise sensorial.

Nome: _____

Data: ____/____/____ **Curso:** _____

Por favor, avalie cada amostra nos atributos cor e aroma de acordo com a escala abaixo:

- | |
|-------------------------------|
| 9. Gostei muitíssimo |
| 8. Gostei muito |
| 7. Gostei moderadamente |
| 6. Gostei levemente |
| 5. Nem gostei / Nem desgostei |
| 4. Desgostei levemente |
| 3. Desgostei moderadamente |
| 2. Desgostei muito |
| 1. Desgostei muitíssimo |

Amostra: Filé de tilápia inteiro cru.

Por favor, coloque o número da amostra na primeira linha e atribua valores para cada um dos itens relacionados.

Nº Amostra	Cor	Aroma

Comente livremente sobre qualquer uma das características do produto se achar necessário:

Agradecemos sua colaboração com a pesquisa!

Anexo 1. Aprovação comitê de ética.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
Comissão de Ética em Experimentação Animal
Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676
Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110
Fax: (016) 3361.3176
CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil
propp@power.ufscar.br - www.propp.ufscar.br

Parecer 021/2006

Protocolo nº 028/2006

A Comissão de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de São Carlos – CCEA/UFSCar, durante sua 9ª. Reunião concluiu a apreciação ética do projeto de pesquisa “Utilização de ração à base de sorgo na alimentação de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre as características zootécnicas, histomorfológicas viscerais e sensoriais do filé” elaborado do por Luciana Thie Seki Dias.

Conclusão: Projeto Aprovado.

São Carlos, 21 de novembro de 2006.


Prof. Dr. Nivaldo Antonio Parizotto
Presidente da Comissão de Ética em Experimentação Animal