NUTRILÁPIA

SOFTWARE DE FORMULAÇÃO DE DIETAS

Material Complementar

Alina Komarcheuski
Gislaine Kaelle
Janayna Ferreira

Apresentação

Prezado usuário,

O Material Completar oferecido pela equipe do software Nutrilápia é dividido em duas partes, sendo a primeira um Manual de como utilizar o software e a segunda parte, que contempla conceitos básicos em nutrição de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Esperamos que esse material possa servir como ferramenta para facilitar o entendimento do usuário em relação ao software Nutrilápia, bem como, disponibilizar conceitos básicos em nutrição de Tilápia do Nilo, caso o usuário tenha interesse.

Equipe Nutrilápia.

Manual de como utilizar o Nutrilápia

Nesse manual estão contidas algumas imagens que podem facilitar a utilização do software Nutrilápia pelo usuário. Para possíveis dúvidas em relação ao programa entre em contato com a equipe através do e-mail software.nutrilapia@yahoo.com.br.

Painel Inicial do Nutrilápia

A figura 1.1 demonstra a tela inicial do software Nutrilápia, onde o usuário pode selecionar uma opção e utilizar as funcionalidades presentes dentro da mesma.

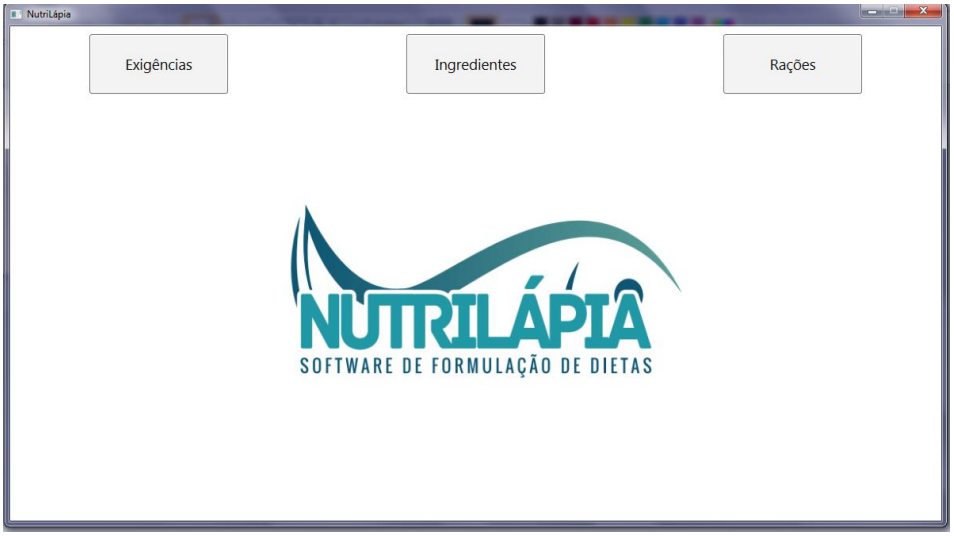


Figura 1.1 Tela inicial do software Nutrilápia.

EXIGÊNCIAS

As exigências nutricionais referem-se aos nutrientes que constituirão o balanceamento das rações e seus respectivos valores necessários para atender uma determinada etapa do ciclo produtivo da Tilápia do Nilo (exemplo: inicial, crescimento, terminação, etc).

É possível acessar a opção de **EXIGÊNCIAS** selecionando o botão como demonstrado na Figura 2.1.

Figura 2.1 Seleção do botão **EXIGÊNCIAS** na página inicial do software Nutrilápia.

Ao selecionar o botão de **EXIGÊNCIAS** será possível acessar as funcionalidades que esse modo possui. As funcionalidades podem ser observadas na figura 2.2 abaixo.

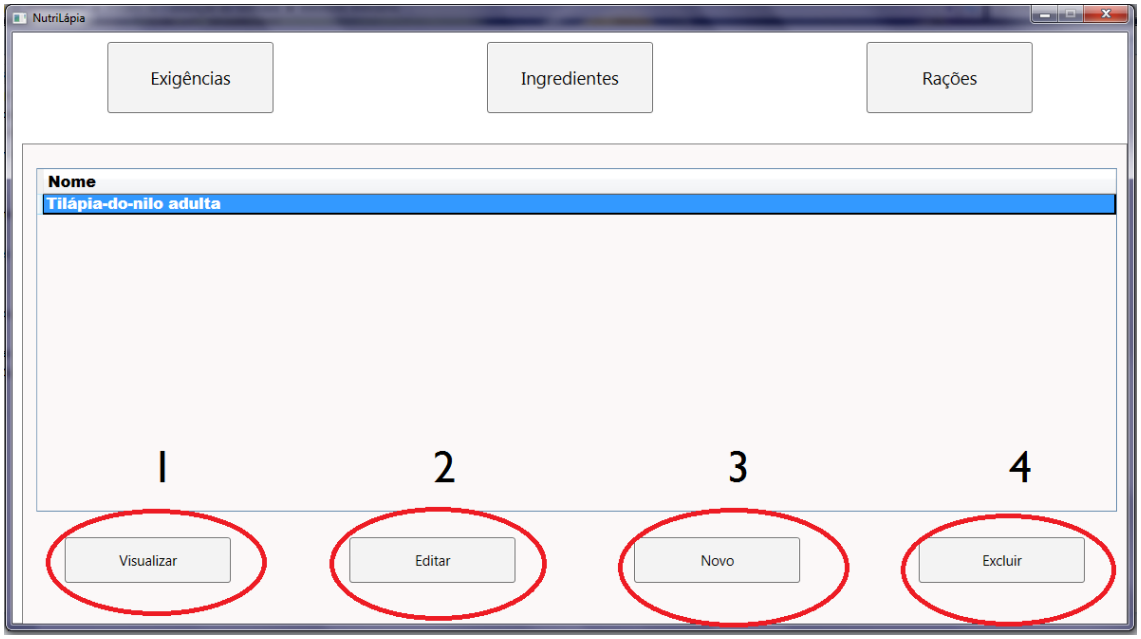
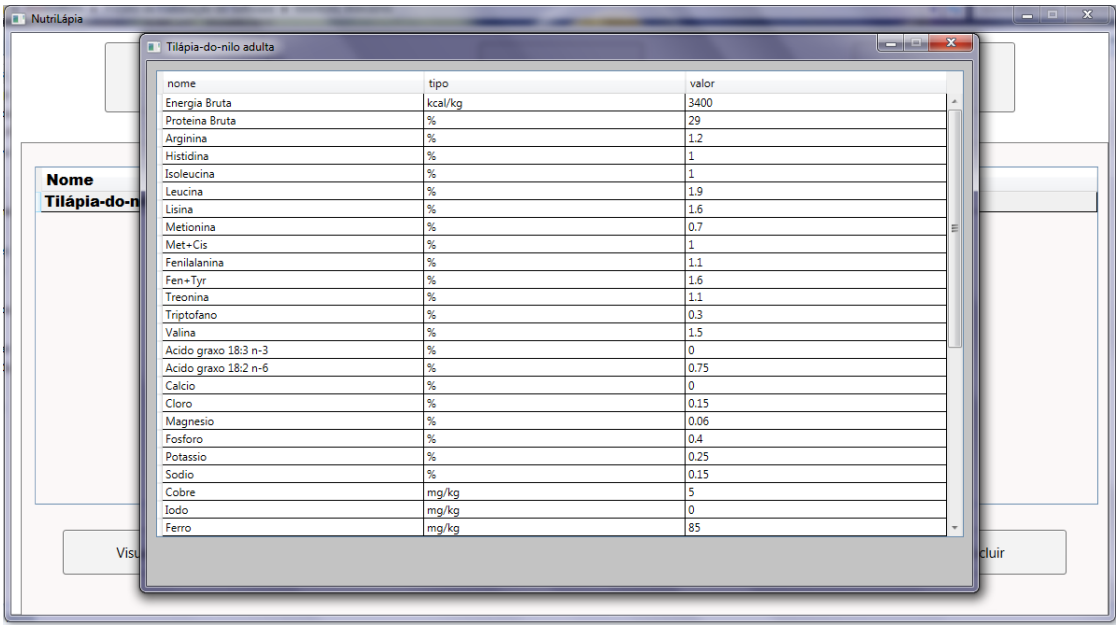


Figura 2.2 Botões de funcionalidades presentes em **EXIGÊNCIAS**.

Dentro de **EXIGÊNCIAS** é possível encontrar exigências já cadastradas no software e alguns botões como: **VISUALIZAR** alguma exigência selecionada (1), **EDITAR** alguma exigência já existente (2), **ADICIONAR** alguma exigência nova (3) ou até mesmo **EXCLUIR** alguma exigência já existente ou que foi criada pelo usuário (4).

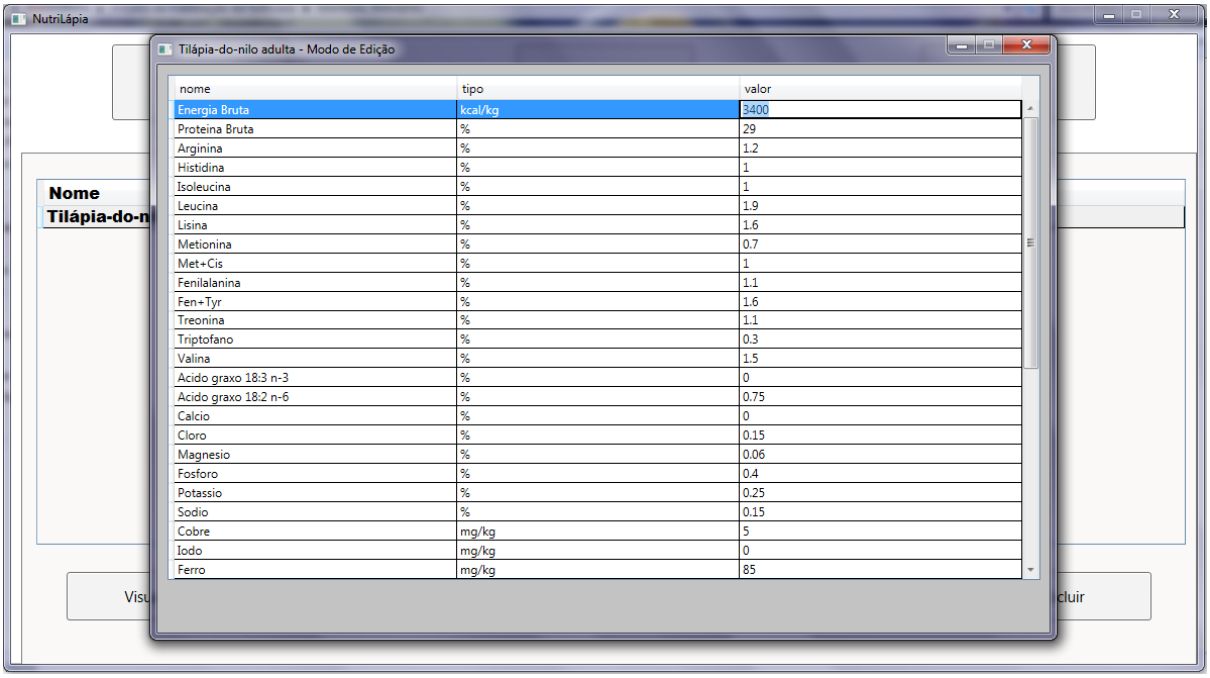
Ao selecionar **VISUALIZAR** o usuário poderá observar o valor das exigências, como mostrado na Figura 2.3. Entretanto, nessa opção não é possível realizar nenhuma alteração.



nome	tipo	valor
Energia Bruta	kcal/kg	3400
Proteina Bruta	%	29
Arginina	%	1.2
Histidina	%	1
Isoleucina	%	1
Leucina	%	1.9
Lisina	%	1.6
Metionina	%	0.7
Met+Cis	%	1
Fenilalanina	%	1.1
Fen+Tyr	%	1.6
Treonina	%	1.1
Triptofano	%	0.3
Valina	%	1.5
Acido graxo 18:3 n-3	%	0
Acido graxo 18:2 n-6	%	0.75
Calcio	%	0
Cloro	%	0.15
Magnesio	%	0.06
Fosforo	%	0.4
Potassio	%	0.25
Sodio	%	0.15
Cobre	mg/kg	5
Iodo	mg/kg	0
Ferro	mg/kg	85

Figura 2.3 Visualizando uma exigência.

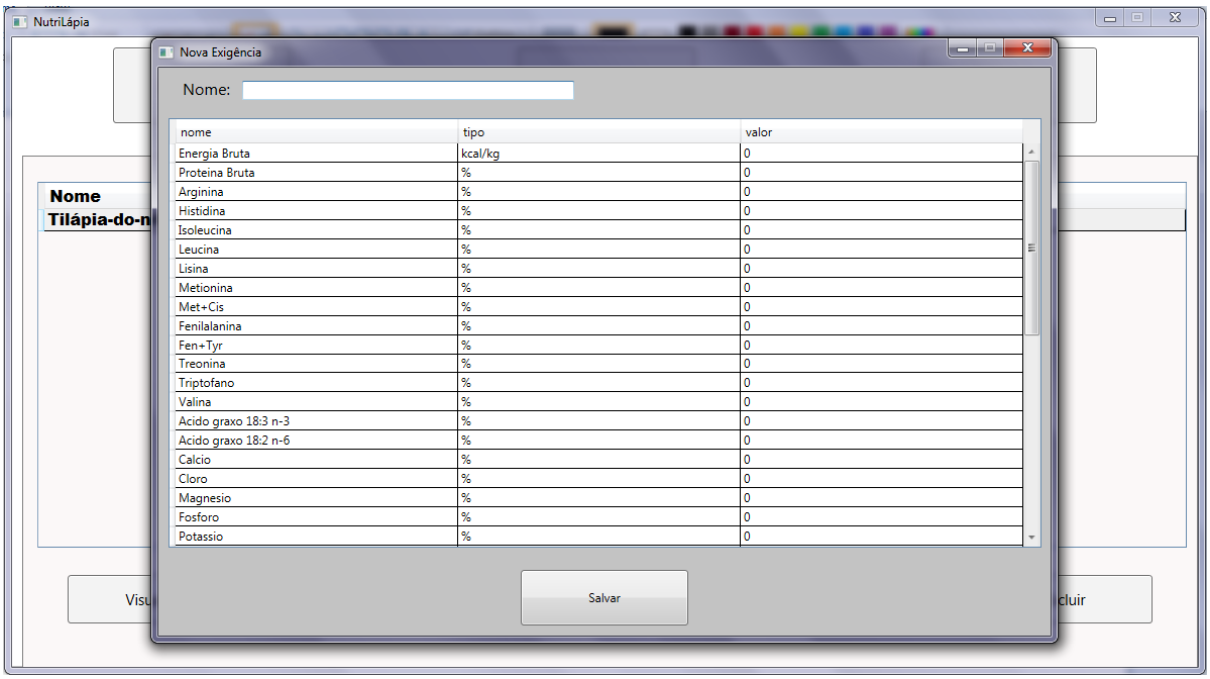
Ao selecionar a opção **EDITAR** abrirá uma janela onde estarão os valores exigidos pelo animal. Para alterar algum valor é necessário selecioná-lo e substituí-lo pelo número desejado, ao apertar a tecla “Enter” no teclado o valor será salvo automaticamente. Essa opção é demonstrada na Figura 2.3.



nome	tipo	valor
Energia Bruta	kcal/kg	3400
Proteina Bruta	%	29
Arginina	%	1.2
Histidina	%	1
Isoleucina	%	1
Leucina	%	1.9
Lisina	%	1.6
Metionina	%	0.7
Met+Cis	%	1
Fenilalanina	%	1.1
Fen+Tyr	%	1.6
Treonina	%	1.1
Triptofano	%	0.3
Valina	%	1.5
Acido graxo 18:3 n-3	%	0
Acido graxo 18:2 n-6	%	0.75
Calcio	%	0
Cloro	%	0.15
Magnesio	%	0.06
Fosforo	%	0.4
Potassio	%	0.25
Sodio	%	0.15
Cobre	mg/kg	5
Iodo	mg/kg	0
Ferro	mg/kg	85

Figura 2.4 Editando uma exigência.

A opção **NOVO** possibilita ao usurário adicionar exigências de interesse, onde é possível adicionar valores para uma nova exigência, que também deverá ser nomeada e seleciona a opção “salvar”. Para valores iguais a 0 o programa ignora o valor e o desconsidera durante o cálculo da ração. A opção **NOVO** pode ser observada na figura 2.5.



nome	tipo	valor
Energia Bruta	kcal/kg	0
Proteina Bruta	%	0
Arginina	%	0
Histidina	%	0
Isoleucina	%	0
Leucina	%	0
Lisina	%	0
Metionina	%	0
Met+Cis	%	0
Fenilalanina	%	0
Fen+Tyr	%	0
Treonina	%	0
Triptofano	%	0
Valina	%	0
Acido graxo 18:3 n-3	%	0
Acido graxo 18:2 n-6	%	0
Calcio	%	0
Cloro	%	0
Magnesio	%	0
Fosforo	%	0
Potassio	%	0

Figura 2.5 Adicionando uma nova exigência.

Caso o usuário tenha interesse em excluir alguma exigência essa ação pode ser realizada através da opção **EXCLUIR**, como demonstrada na figura 2.6. Antes de a exigência ser eliminada do cadastro, o sistema irá pedir uma confirmação, pois essa exclusão é irreversível. Caso o usuário confirme a operação a exigência será excluída do cadastro.

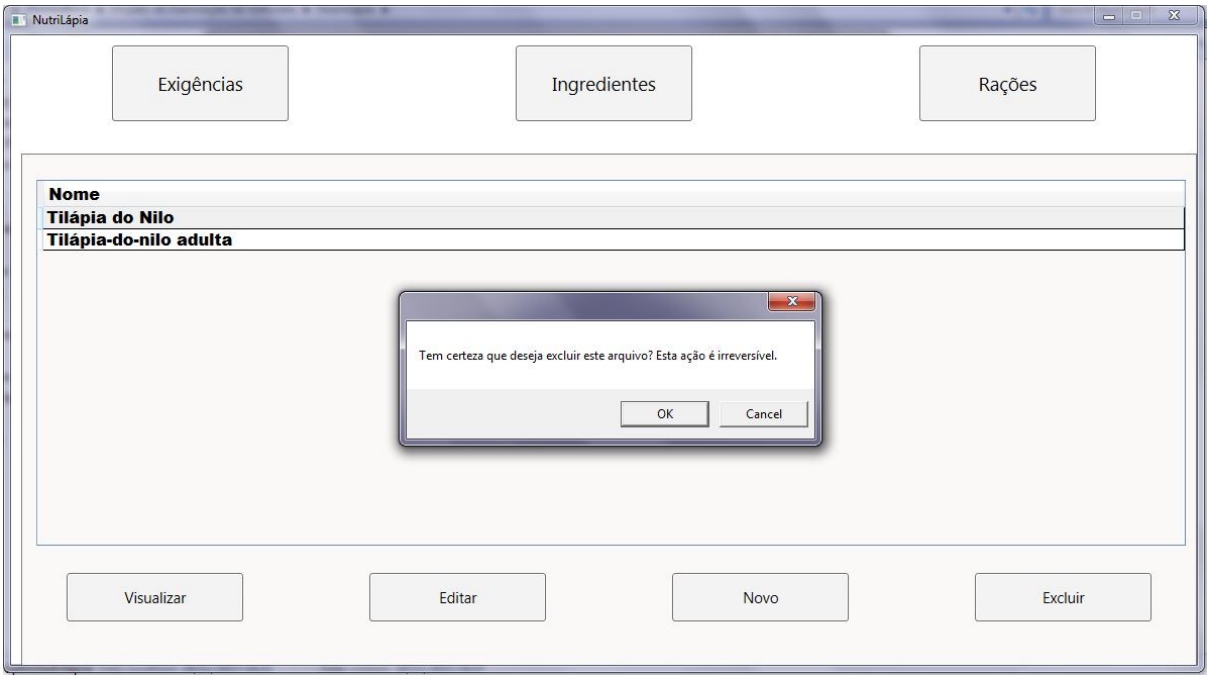
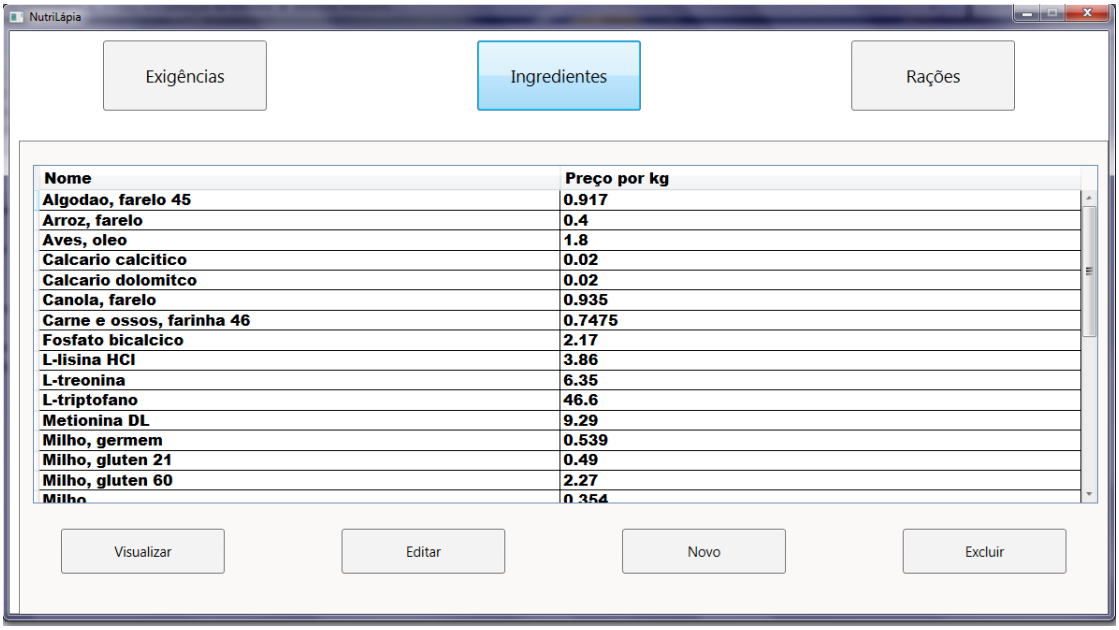


Figura 2.6 Excluindo uma exigência.

INGREDIENTES

Os ingredientes cadastrados no Nutrilápia possuem composição química de acordo com as Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápia e de ingredientes presentes no Nutricional Requirements of Fish and Shrimp (NRC,1993). O software Nutrilápia recomenda a seus usuários verificarem as composições químicas cadastradas no programa e caso seja necessário, ajustar seus respectivos valores com os dados obtidos em suas análises.

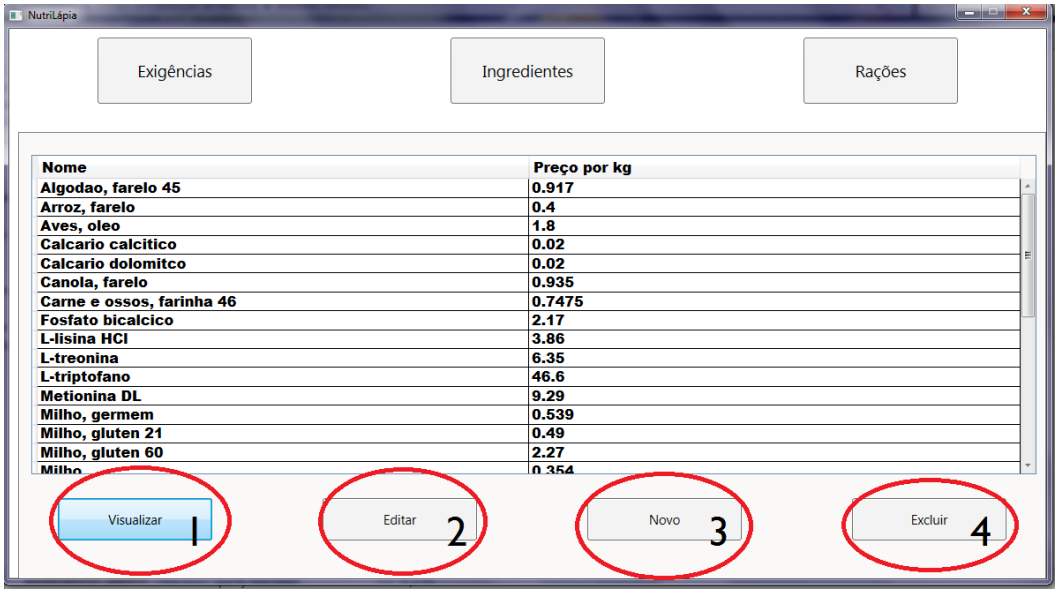
Para selecionar **INGREDIENTES** basta clicar no botão com o mesmo nome conforme mostra a figura 3.1.



Nome	Preço por kg
Algodao, farelo 45	0.917
Arroz, farelo	0.4
Aves, oleo	1.8
Calcario calcitico	0.02
Calcario dolomitco	0.02
Canola, farelo	0.935
Carne e ossos, farinha 46	0.7475
Fosfato bicalcico	2.17
L-lisina HCl	3.86
L-treonina	6.35
L-triptofano	46.6
Metionina DL	9.29
Milho, germem	0.539
Milho, gluten 21	0.49
Milho, gluten 60	2.27
Milho	0.354

Figura 3.1 Botão **INGREDIENTES**.

A opção **INGREDIENTES** disponibiliza acesso aos ingredientes já cadastrados no próprio Nutrilápia. A Figura 3.2 abaixo demonstra as funcionalidades dentro de **INGREDIENTES**.



Nome	Preço por kg
Algodao, farelo 45	0.917
Arroz, farelo	0.4
Aves, oleo	1.8
Calcario calcitico	0.02
Calcario dolomitco	0.02
Canola, farelo	0.935
Carne e ossos, farinha 46	0.7475
Fosfato bicalcico	2.17
L-lisina HCl	3.86
L-treonina	6.35
L-triptofano	46.6
Metionina DL	9.29
Milho, germem	0.539
Milho, gluten 21	0.49
Milho, gluten 60	2.27
Milho	0.354

Figura 3.2 Funcionalidades presentes em **INGREDIENTES**.

Portanto, ainda dentro de **INGREDIENTES** o usuário pode: **VISUALIZAR** algum ingrediente selecionado (1), **EDITAR** algum ingrediente já existente (2), **ADICIONAR** algum ingrediente novo (3) ou até mesmo **EXCLUIR** algum ingrediente já existente ou que foi criado pelo usuário (4).

Ao selecionar **VISUALIZAR** o usuário poderá observar a composição nutricional de um ingrediente, como mostrado na Figura 3.3. Entretanto, nessa opção não é possível realizar nenhuma alteração.

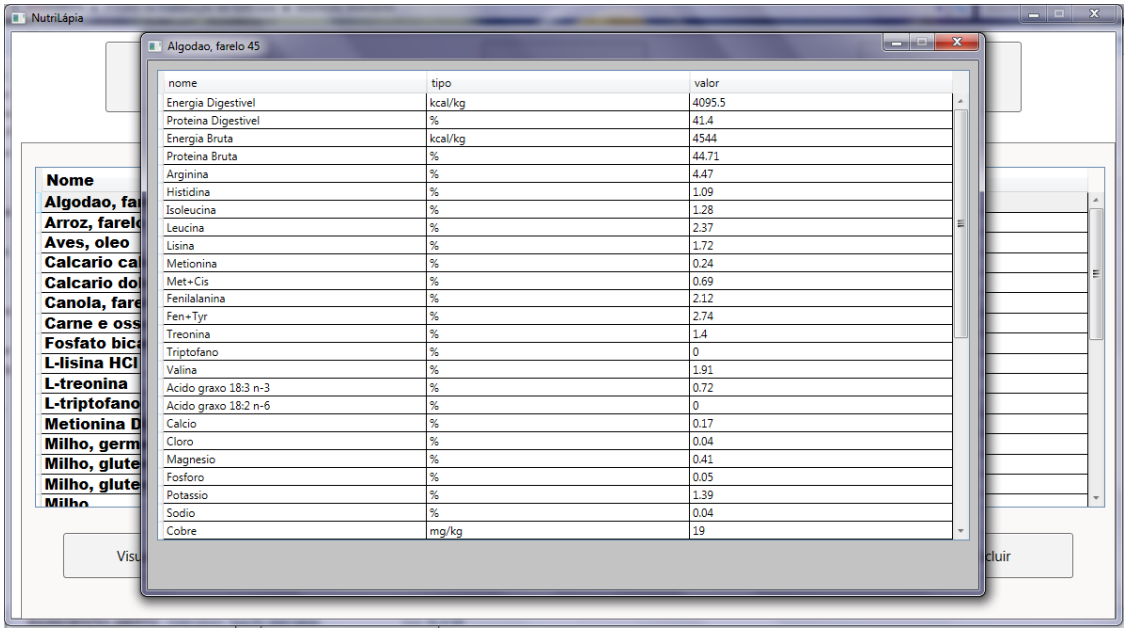


Figura 3.3 Visualizando a composição de um ingrediente.

Ao selecionar a opção **EDITAR** abrirá uma janela onde estarão os valores dos nutrientes presentes no ingrediente. Para alterar algum valor é necessário selecioná-lo e substituí-lo pelo número desejado, ao apertar a tecla “Enter” no teclado o valor será salvo automaticamente. Essa opção é possível ser observado na Figura 3.4 abaixo.

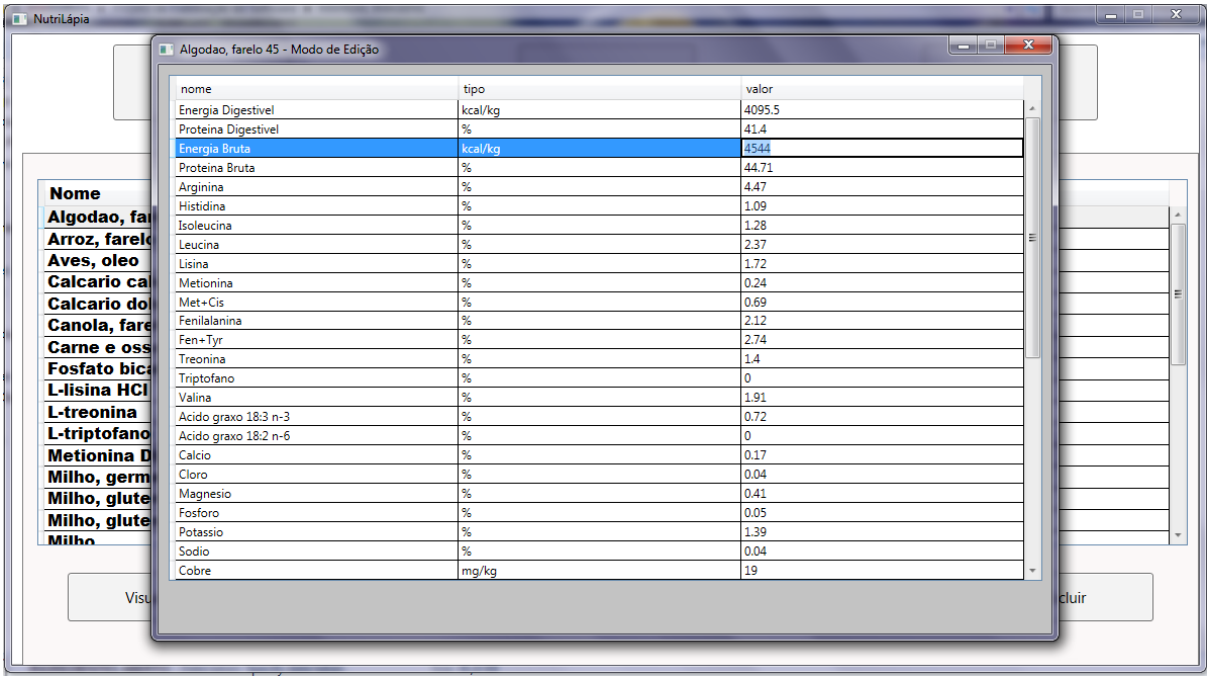


Figura 3.4 Editando um ingrediente.

A opção **NOVO** possibilita ao usurário adicionar um novo ingrediente de interesse, onde é possível adicionar valores dos nutrientes que irão compor esse ingrediente, que também deverá ser nomeado, colocado o valor do preço e seleciona a opção “salvar”. Para valores iguais a 0 o programa ignora o valor e o desconsidera durante o cálculo da ração. A opção **NOVO** pode ser observada na figura 3.5.

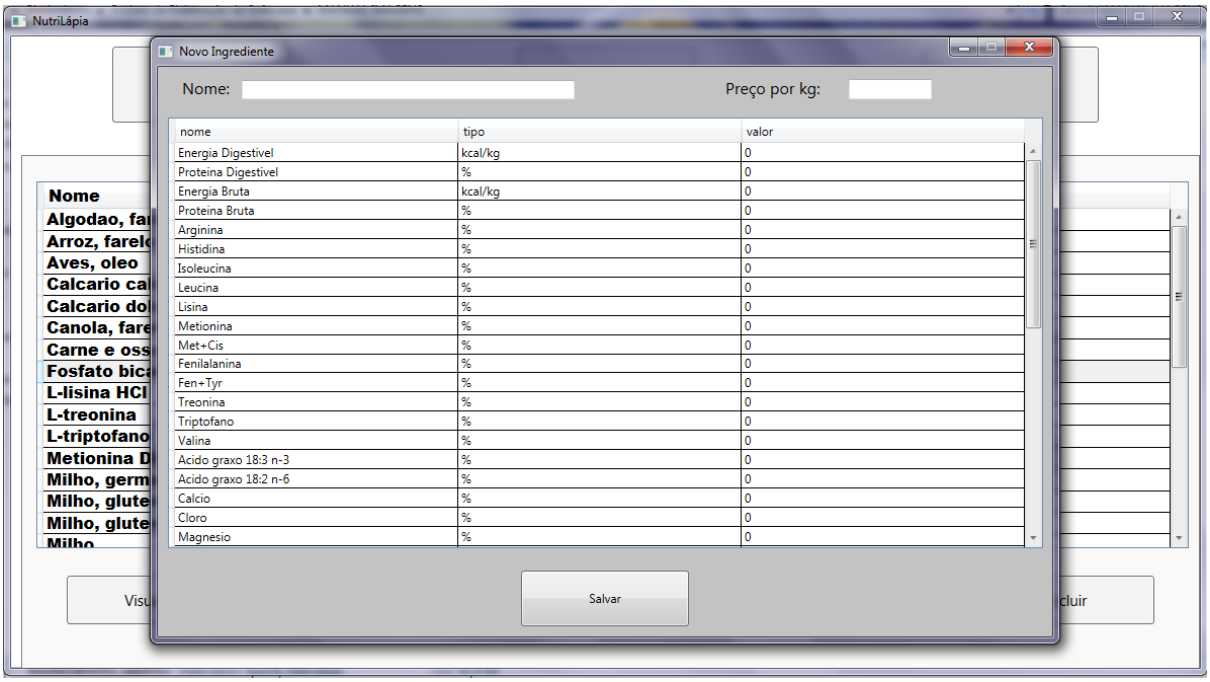


Figura 3.5 Adicionando um novo ingrediente.

Caso o usuário tenha interesse em excluir algum ingrediente, essa ação pode ser realizada através da opção **EXCLUIR**, como demonstrada na figura 3.6. Antes de um ingrediente ser

eliminado do cadastro, o sistema irá pedir uma confirmação, pois essa exclusão é irreversível. Caso o usuário confirme a operação o ingrediente será excluído do cadastro.

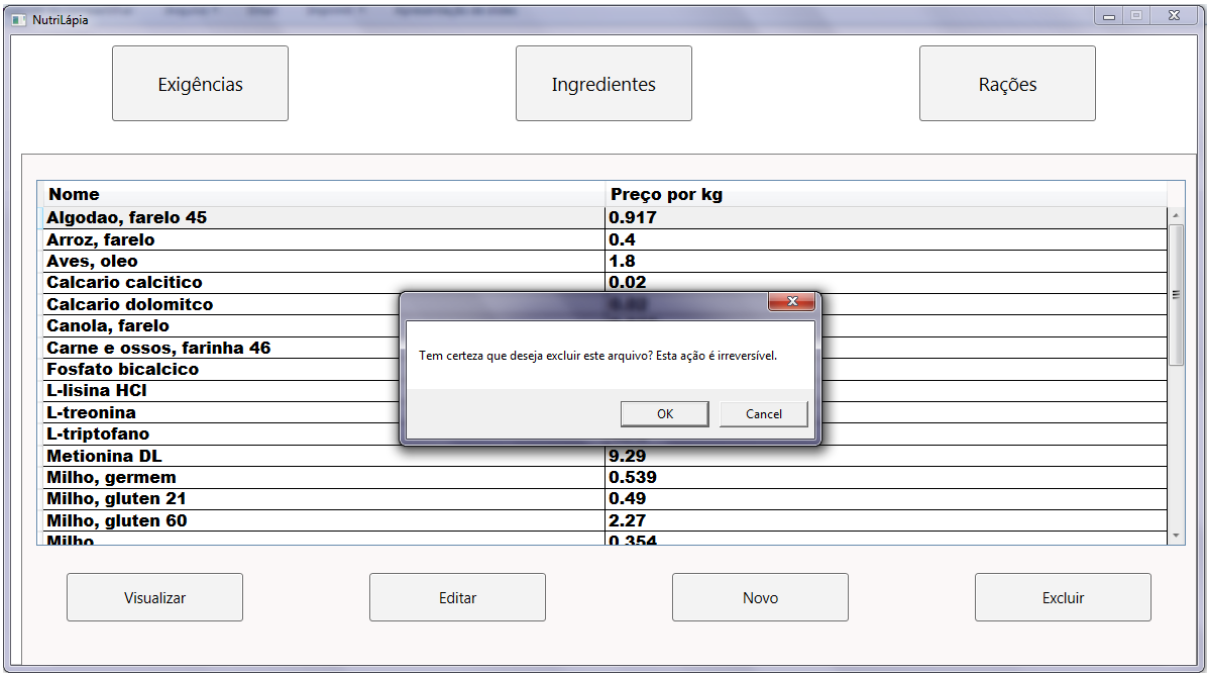
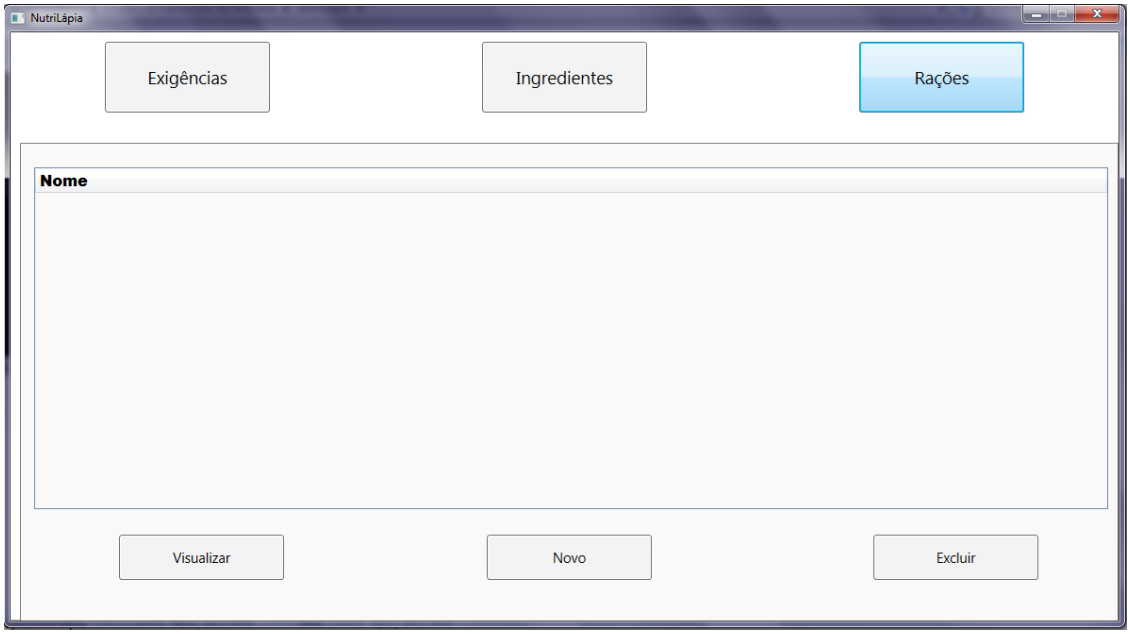


Figura 3.6 Excluindo um ingrediente.

RAÇÕES

Para selecionar o item **Rações**, utilize o botão superior existente na tela, como mostra a figura 4.1. Será possível ao usuário formular dietas e deixa-las salvas no próprio Nutrilápia.



4.1 Selecionando **Rações**.

Após escolher a opção **Rações**, aparecerá no visor a tela acima com as rações existentes (na figura 4.1 não existe nenhuma ração salva) e as funções permitidas neste módulo.

A opção **NOVO** possibilita ao usuário criar uma nova ração, onde ele deverá, ao clicar em **NOVO**, selecionar a exigência que ele deseja que seja formulada a ração, como é possível observar na imagem 4.2.

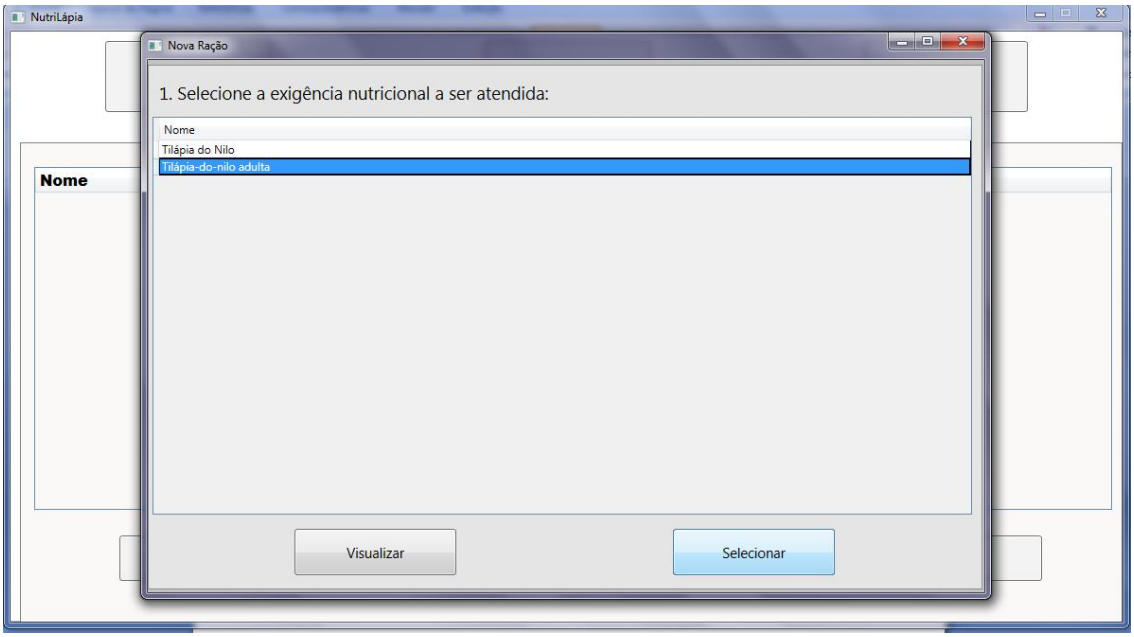


Figura 4.2 Selecionando a exigência nutricional que será atendida.

Após selecionar a exigência desejada é necessário selecionar os ingredientes que irão compor a dieta. Para selecionar os ingredientes é necessário deixar o "**CTRL**" do teclado pressionado e clicar nos ingredientes de interesse. Essa seleção pode ser verificada abaixo, na figura 4.3.

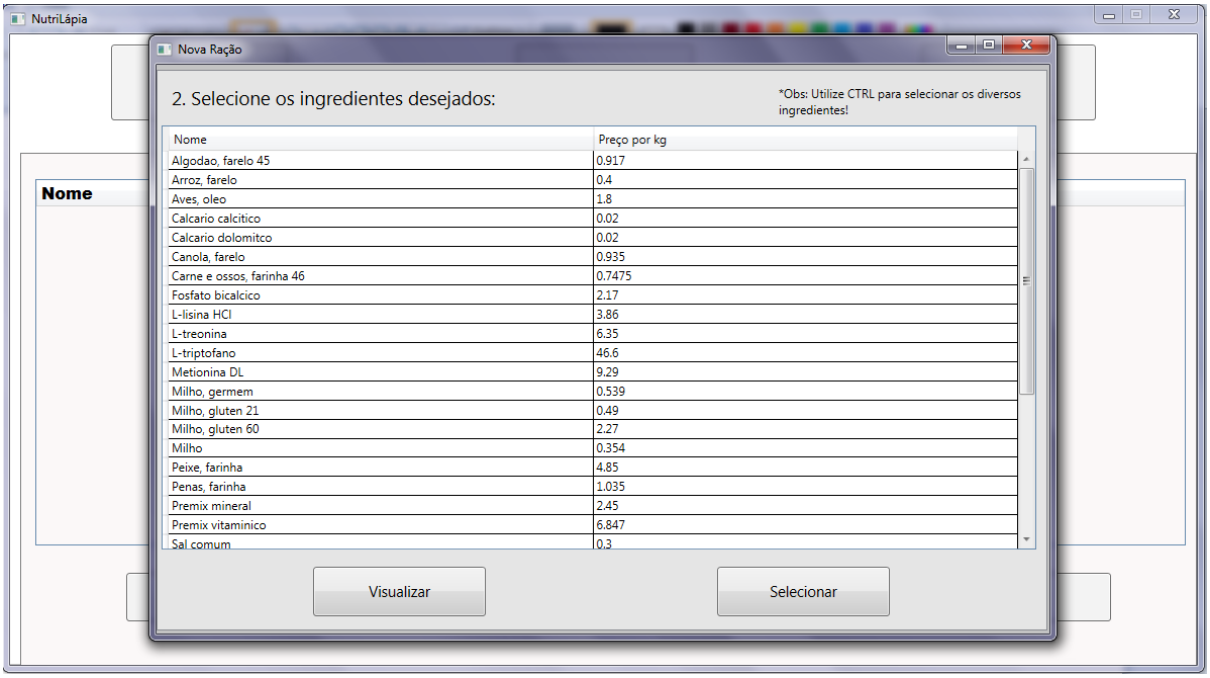


Figura 4.3 Selecionando os ingredientes desejados.

Após a seleção dos ingredientes o software irá gerar um relatório onde estarão presentes os ingredientes utilizados.

Conceitos Básicos em Nutrição de Tilápia do Nilo (*O. niloticus*)

Nessa segunda parte do material auxiliar, fornecido pela equipe do Nutrilápia, estão contidas informações sobre os nutrientes exigidos pela Tilápia do Nilo (*O. niloticus*). Através desse material o usuário poderá ter acesso a conceitos básicos relevantes a nutrição de Tilápia do Nilo.

O enfoque em Tilápia do Nilo se deve ao fato de sua criação ser bastante difundida no país devido às suas características, como resistência a doenças, tolerância ao cultivo em altas densidades e em ambientes adversos e estressantes. Para possíveis dúvidas em relação aos Conceitos Básicos em Nutrição de Tilápia do Nilo entre em contato com a equipe através do e-mail software.nutrilapia@yahoo.com.br.

1. Energia

A energia provém do metabolismo de carboidratos, lipídios (gorduras e óleos) e proteínas e isso faz com que a energia não seja um nutriente, mas sim um resultado da quebra deles. As Tilápias do Nilo (*O. niloticus*) necessitam de energia para a manutenção de processos fisiológicos e metabólicos vitais, para as atividades rotineiras, o crescimento e a reprodução.

Por não necessitarem manter constante a temperatura corporal, os peixes exigem menos energia dietética quando comparados aos vertebrados endotérmicos. Além disso, os peixes gastam relativamente menos energia para manterem-se em movimento na água, quando comparados com mamíferos e aves na terra, e excretam metabólitos nitrogenados na forma de amônia, despendendo menos energia no catabolismo proteico e excreção do nitrogênio não aproveitado.

1.1 Esquema padrão de fracionamento de energia para Tilápia do Nilo

Em 1981, o comitê de Nutrição Animal do National Research Council (NRC) desenvolveu uma terminologia para descrever a utilização de energia por Tilápia do Nilo. Esse esquema pode ser representado esquematicamente na Figura 1.

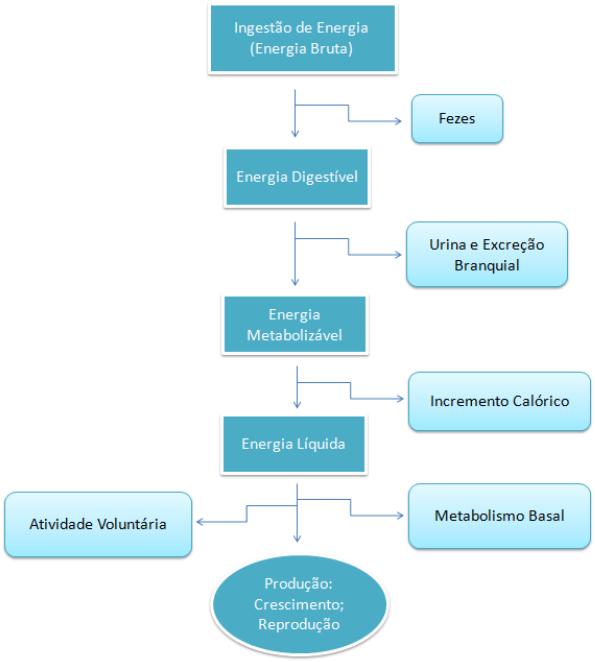


Figura 1. Representação esquemática do fluxo de energia através do animal (NRC, 1981).

A energia ingerida pelo animal através da alimentação é fracionada em diferentes componentes ao longo do corpo deste. Perdas podem ocorrer através das fezes, urina, excreções branquiais e como calor. A magnitude dessas perdas depende, principalmente, das características da dieta e de como é ofertado o alimento aos animais.

A diferença entre a energia bruta e a energia digestível é a energia perdida através das fezes. A inclusão de materiais fibrosos na dieta, que são dificilmente digeridos pelo organismo do peixe, irá aumentar essa perda através das fezes.

A energia metabolizável representa a energia digestível corrigida após a perda de energia por excreções através das brânquias e da urina. A diferença entre a energia metabolizável e

a energia líquida para crescimento e reprodução é a perda através de calor. Três componentes do metabolismo da Tilápia levam a perda de energia por calor, sendo estes: o incremento calórico, o metabolismo basal e a atividade voluntária. A perda de energia através do incremento calórico se dá em função da energia necessária para realizar a ingestão, digestão e utilização metabólica dos componentes da dieta. Durante a manutenção das funções vitais do organismo em repouso há uma quantidade de energia dissipada em forma de calor, está perda ocorre em função do denominado metabolismo basal. Outra forma que se perde energia através do calor é pela atividade física, pois a atividade irá aumentar a taxa metabólica devido à energia necessitada para realizar a movimentação do peixe.

O valor energético de rações para Tilápias, geralmente, é expresso como energia digestível, uma vez que a determinação do valor de energia metabolizável é difícil, por problemas associados à coleta dos metabólitos dos peixes.

1.2 Exigência Energética

Muitos fatores afetam a exigência energética pelos peixes, entre os quais se pode destacar: atividade física, como no caso da natação; a temperatura da água; o tamanho do peixe; a taxa de crescimento; a espécie e o consumo alimentar.

1.3 Relação Energia Digestível e Proteína Bruta (ED:PB)

Os nutrientes de um alimento possuem diferentes capacidades de produção de energia. Tilápias aproveitam bem carboidratos e gorduras como fonte de energia, poupando assim a proteína das rações para crescimento.

O balanço entre energia digestível e proteína bruta (ED:PB) nas rações é fundamental para maximizar a eficiência alimentar e o crescimento dos peixes. Deficiência ou excesso de energia digestível na dieta pode reduzir as taxas de crescimento dos peixes.

Uma alta relação entre ED:PB resulta em excessiva deposição de gordura visceral, reduzindo o rendimento de carcaça no processamento. Por outro lado, uma baixa relação entre ED:PB faz os peixes utilizarem proteína como fonte de energia, prejudicando o crescimento e a conversão alimentar, além de aumentar a excreção de amônia.

1. Proteínas e Aminoácidos

As proteínas são formadas por polímeros de aminoácidos ligados por ligações peptídicas. A quantidade de aminoácidos e as ligações entre eles podem deixar a proteína com uma forma mais complexa. A forma de uma proteína está relacionada com a sua digestibilidade, pois proteínas com estrutura simples facilitam com que enzimas do trato digestório possam quebra-las e facilitar na sua absorção.

2.1 Funções da Proteína

As proteínas podem variar de acordo com suas funções, podendo ser agrupadas em funções dinâmicas e estruturais. As funções dinâmicas incluem transporte (hemoglobina e transferrina); controle hormonal; contração (miosina e actina); catálise de transformações químicas (enzimas); aporte energético, quando os ingredientes ricos em energia possuem baixa concentração na dieta; papel protetor do organismo contra infecções bacterianas e virais (imunoglobulinas e interferon). Como funções estruturais podem ser destacadas o desenvolvimento da matriz óssea e do tecido conjuntivo (colágeno e elastina).

As proteínas são os principais constituintes orgânico dos tecidos da Tilápia e é necessário sua a ingestão regular, pois elas são utilizadas continuamente pelo peixe para crescimento e reprodução ou repor as proteínas para mantença. O fornecimento insuficiente de proteína na dieta resulta na redução ou interrupção do crescimento e diminuição de peso devido à retirada de proteína de tecidos menos vitais, como o músculo, para manter as funções de tecidos mais vitais. Por outro lado, se a dieta for suplementada com níveis acima da exigência, somente parte desta será utilizada para fazer novas proteínas, e o restante será convertido em energia ou simplesmente eliminado. O nitrogênio em excretado em excesso é considerado a principal fonte de poluição, podendo resultar em elevada eutrofização, produzindo compostos tóxicos aos peixes e, no caso de predomínio de cianobactérias, pode prejudicar as características organolépticas da carcaça dos peixes por provocar “off flavor”.

2.2 Aminoácidos essenciais

É importante citar que a Tilápia não necessita de determinadas proteínas, mas sim de um suplemento equilibrado de aminoácidos essenciais. Os chamados aminoácidos essenciais são aminoácidos que não podem ser sintetizados pelo próprio organismo ou se sintetizados, possuem uma síntese é limitada. A Tilápia necessita de 10 aminoácidos essenciais presentes em sua dieta, sendo eles: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina. Dos dez aminoácidos exigidos pela tilápia, a lisina e a metionina são os mais limitantes. A suplementação da lisina na dieta assegura aumento no ganho de peso e na retenção de nitrogênio, melhora na conversão alimentar e diminui o teor de lipídios na carcaça. A complementação de metionina na ração resulta em maior ganho de peso, melhor rendimento de filé, taxa de deposição de proteína e conversão alimentar.

2.3 Conceito de Proteína Ideal

O conceito de proteína ideal é definido como o balanceamento exato de aminoácidos, de forma a atender às exigências de todos os aminoácidos para manutenção e produção, a partir da proposta de que cada aminoácido essencial seja expresso em relação a um aminoácido de referência, a lisina. A lisina é utilizada como referência por ser economicamente encontrada na forma sintética, pelo número de informações sobre suas exigências, pelo baixo custo, pela rapidez de sua análise e por ser utilizada exclusivamente para a síntese de proteína corporal.

A aplicação do conceito de proteína ideal é importante para permitir a adequada suplementação dos aminoácidos sintéticos, de forma a se obter dietas com teores inferiores de proteína, o que possibilita melhoria no desempenho produtivo e menor custo com a alimentação. Além disso, pode contribuir para manter a qualidade da água, pela redução na excreção de nitrogênio e, dessa forma, permitir a criação sustentável de peixes.

2.4 Exigências proteicas

Entre os principais fatores que influenciam a exigência proteica na alimentação de Tilápias estão a qualidade da proteína, o teor de energia dietética não proteica (carboidratos e lipídios) e a relação ED:PB. A concentração ótima de proteína em rações é obtida pelo balanço entre energia digestível (ED) e proteína bruta (PB). Um excesso de energia não proteica, como resultado da formulação com alta relação ED:PB, pode inibir a ingestão voluntária antes do consumo suficiente da dieta e dos aminoácidos, o que prejudica a utilização de outros nutrientes, uma vez que o consumo tem sido determinado fundamentalmente pelo conteúdo de energia disponível na dieta. Por outro lado, uma ração deficiente em energia em relação à proteína diminui a taxa de crescimento.

A exigência por proteína é maior nas primeiras fases de vida (pós-larvas e alevinos) e diminui com o crescimento da tilápia. Isso ocorre, porque as pós-larvas e alevinos apresentam um metabolismo mais elevado e crescimento relativamente mais rápido do que as tilápias adultas.

2. Carboidratos

Carboidratos constituem a maior parte da matéria orgânica, possuindo uma imensa variedade de estrutura e com diferentes funções. As tilápias utilizam eficientemente dietas com elevados níveis de carboidratos, atribuído às adaptações morfológicas e fisiológicas, que incluem dentes faringeanos, pH estomacal baixo (< 1,5) e intestino longo. Entretanto, apesar do baixo custo, a inclusão de carboidratos deve ser limitada, pois a utilização dos carboidratos pelos peixes varia de acordo com o tipo de carboidrato e o processamento utilizado.

Uma das consequências do aumento do conteúdo de carboidratos de uma dieta é o consequente aumento do volume da ração, repercutindo em diminuição da concentração energética. Assumindo que os peixes se alimentam para satisfazer a exigência energética, eles compensariam a baixa concentração de energia, aliado ao alto volume, ingerindo mais alimento, este fato poderia levar a uma situação na qual o volume do estômago restringiria a ingestão antes da exigência energética ser atingida.

3.1 Amido

O Amido é um polímero de várias moléculas de glicose ligadas por simples ligações, formando um polissacarídeo. Por ser a principal forma de reserva de energia em vegetais, esse polissacarídeo é encontrado em raízes e também em sementes.

Carboidratos mais complexos, como no caso do amido, são melhores utilizados em relação aos carboidratos mais simples, como os açúcares. O amido é pode ser melhor utilizado quando cozido ou gelatinizado, sendo que sua presença nas rações é importante para a expansão e aglutinação de rações extrusadas.

3.2 Fibras

A fração fibrosa do alimento conhecida como fibra, não pode ser digerida pelos peixes, sendo assim, não possui um papel nutricional definido. Fibra refere-se aos componentes vegetais indigeríveis incluídos na ração de peixes como parte inerte e de valor nutritivo insignificante, engloba as frações de celulose, hemicelulose, lignina e pectina. As tilápias não possuem enzimas endógenas ou microrganismos adequados para degradar a celulose, como consequência, altos níveis de fibra na dieta tendem a reduzir a digestibilidade, aumentando assim a excreção de nitrogênio fecal.

3. Lipídeos

Os lipídios são substâncias insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos. Fazem parte desta classe de compostos as gorduras, os óleos e os esteroides. Dentre as fontes de energia utilizadas pelos peixes, os lipídios se destacam por seu elevado valor energético, de aproveitamento imediato, e por sua aplicabilidade na confecção de dietas comerciais, uma vez que atendem as exigências nutricionais e energéticas e, em complementação, alguns componentes lipídicos, denominados ácidos graxos, agem especificamente sobre determinadas estruturas celulares e funções orgânicas especializadas. Essa fração corresponde a mais rica em liberação de energia, sendo que 1 (um) grama de lipídeo gera 9 kcal de energia, já os carboidratos, referência em fonte energética, geram a metade deste valor, ou seja, 1 (um) grama de carboidrato libera 4,5 kcal de energia ao organismo.

Como ingrediente energético, o óleo de soja é um excelente ingrediente, pois possui valor aproximado de 9.000 kcal de energia digestível/kg, o que facilita o aumento da densidade energética para aprimoramento do consumo e energia e nutrientes, entretanto sua inclusão apresenta custo elevado quando comparado às outras fontes, fazendo com que sejam utilizadas à base de carboidratos do que óleos.

Esse constituinte energético é especialmente importante para a alimentação de larvas e alevinos que apresentam alta demanda de energia para rápido crescimento. Adicionar lipídeos na dieta de tilápias contribui para melhorar a conversão alimentar e aumentar o nível de gordura corporal. Este aumento está relacionado com o nível de inclusão, isto é, quanto maior o nível de lipídeo dietético, maior o depósito de gordura no peixe. Entretanto, os ganhos não apresentam resposta linear, ou seja, quanto maior a inclusão, maior será o ganho e menor será a conversão alimentar. Portanto, uma inclusão excessiva de fontes lipídicas, acima da exigência da tilápia nilótica pode levar à redução dos índices zootécnicos desejáveis.

4.1 Funções

Os lipídeos são responsáveis por funções primordiais no organismo, tais como reserva energética, armazenamento no tecido adiposo, constituintes da membrana celular (fosfolipídeos); atuam como Isolantes térmicos e impermeabilizantes; proteção de órgãos vitais; atuam no impulso de transmissão nervosa; auxiliadores no transporte e absorção de vitaminas lipossolúveis, antioxidantes e imunomoduladores (Vitamina A e E); são fontes de ácidos graxos essenciais; apresentam função na composição hormonal, formadores de alguns hormônios esteroides; são componentes da bile, atuando na emulsificação de gorduras; além de apresentarem relação direta na sensação de saciedade, uma vez que seu nível circulante age como sinalizador para cessar consumo, sendo reguladora da teoria lipostática. Além de atuarem em outras funções, como, elementos associados com atividades metabólicas, reprodutivas, imunológicas e influenciando nas características da ração, como por exemplo, aumentam sua aparência e palatabilidade.

4.2 Ácidos Graxos Poliinsaturados

Os ácidos graxos poliinsaturados são os componentes dos lipídios que apresentam em sua cadeia duplas ligações e atuam em funções do organismo e não especificamente no fornecimento de energia. Esses ácidos graxos são denominados essenciais devido ao organismo não os sintetizar a partir de outro ácido graxo ou qualquer substância precursora, sendo imprescindível sua inclusão em uma dieta balanceada. Portanto, os peixes os obtêm via ração ou alimentos naturais disponíveis no ambiente de cultivo.

As exigências em ácidos graxos essenciais diferem entre os peixes de clima frio e temperado e de clima tropical. Peixes de águas frias e temperadas, como os salmonídeos e as espécies marinhas, apresentam exigências em ácidos graxos polinsaturados (PUFAs) da série ω-3 (ômega 3). Os principais ácidos graxos desta série são os ácidos linolênico (18:3), eicosapentenóico (EPA) e docosahexenóico (DHA). Os óleos de linhaça e de peixe compreendem as fontes de PUFAs dessa série. Em contrapartida, os peixes tropicais e de água doce, no caso a tilápia do nilo, geralmente apresentam apenas exigência em ácidos graxos da série ω-6 (ômega 6). Os principais ácidos graxos dessa série são os ácidos Linoléico (18:2), araquidônico e docopentanóico (DPA). Esses ácidos graxos são encontrados nos óleos e farelos vegetais, como por exemplo, o óleo de milho, de soja, de girassol, de oliva e, também, nas farinhas de vísceras de frango. As diferentes fontes podem influenciar a composição corporal, o padrão de lipoproteínas plasmáticas e a função imunológica da tilápia do nilo.

Ambas as séries são primordiais para o funcionamento do organismo dos seres vivos, como por exemplo, a síntese de eicosanoides, compostos biologicamente ativos que regulam funções como crescimento, reprodução, sistema imune, inflamações, entre outras funções vitais tanto para equilíbrio do metabolismo basal, como para perpetuação da espécie.

Quando há deficiência de ácidos graxos essenciais, os sinais mais comuns são: retardo do crescimento, queda da eficiência alimentar, erosão das nadadeiras, redução do desempenho reprodutivo e alta mortalidade.

4. Minerais

Os minerais são substâncias de origem inorgânica e natural, presentes na natureza, essenciais para a manutenção do metabolismo, uma vez que participam dos processos vitais do organismo, como a formação de tecidos e do esqueleto, conservação da viscosidade, além de manter o equilíbrio osmótico entre os fluidos corporais e a água.

Os minerais são subdivididos em dois grandes grupos: os macrominerais e os microminerais. Essa divisão se dá pela exigência, em quantidade, do organismo para realizar funções básicas para homeostase do mesmo. Sendo os macrominerais exigidos em grandes quantidades, expressos em percentual da dieta, e os microminerais em quantidades menores, expressos em ppm (partes por milhão) ou mg/kg (miligrama por quilo) da dieta, não tornando-os desnecessários, ou diminuindo sua importância para o organismo, pois são importantes para as funções imunológicas, metabolismo energético e sistema antioxidante.

As tilápias, assim como outros peixes, são capazes de absorver os minerais da água, através das brânquias. Entretanto, essa absorção pode ser afetada por alguns fatores, como o nível de concentração dos minerais, a temperatura e o pH da água. Bem como, em diferentes estágios de desenvolvimento, de condição fisiológica e saúde, forma e tipo de alimentação e qualidade da água, assim como a intensidade de cultivo, que também apresenta consequência de alterar as concentrações do meio.

Existem evidências de que os minerais absorvidos da água não são suficientes para satisfazer a exigência total do indivíduo, sendo necessário suplementá-los através de dieta balanceada. Níveis abaixo ou superiores da exigência de quaisquer desses elementos induzem a desordens metabólicas e baixo índice de crescimento.

Abaixo estão listadas os treze minerais, tanto macro como micromirais, exigidos pela tilápia do nilo em sua dieta para manter a funcionalidade de todo o organismo.

5.1 Funções

Cálcio: O cálcio apresenta funções estruturais, sendo essencial para a formação da matriz óssea; atua como catalisador na reação de coagulação sanguínea; atua na contração muscular e funcionamento dos músculos; essencial para transmissão adequada dos impulsos nervosos, osmorregulação e atuante como cofator enzimático.

O cálcio exerce papel importante na regulação iônica, pois influencia a permeabilidade das membranas celulares, evitando o fluxo difusivo e as altas perdas iônicas para o meio externo. Em excesso, esse mineral pode agir como antagonista em alguns processos fisiológicos, dificultando a absorção de alguns minerais tais como ferro, cobre, zinco, magnésio, sódio, potássio, entre outros.

Ao contrário dos animais terrestres, a regulação de cálcio circulante não ocorre através da mobilização de cálcio da estrutura óssea, e sim pelas brânquias, nadadeiras e tecidos epiteliais bucais, essas estruturas fornecem acesso à fonte contínua de cálcio. Após absorvido, o cálcio é depositado nos ossos, escamas e pele.

Algumas fontes de cálcio, principalmente fontes vegetais podem apresentar o mesmo em forma complexada, ou seja, ligado à outra molécula, geralmente na forma de oxalato de

cálcio. Esse processo faz com que o cálcio não seja aproveitado, sendo excretado inerte pelas brânquias.

- Fósforo: Assim como o cálcio, o fósforo apresenta funções estruturais; é um dos componentes da molécula de energia, o ATP (adenosina trifosfato); juntamente a uma molécula lipídica constituem os fosfolipídios, componentes da membrana celular, apresentando influência sobre a permeabilidade e seletividade da mesma; outra função desse mineral é ser componente dos ácidos nucléicos, formados pela união dos nucleotídeos por ligações fósforo dependentes; auxilia na transformação da energia; na codificação genética; controle geral da reprodução e crescimento; além de atuar no metabolismo de carboidratos, lipídeos e aminoácidos.

Os peixes podem absorver da água praticamente a porcentagem total de todos os minerais que necessitam para o equilíbrio fisiológico, exceto o fósforo, que apresenta baixa concentração tanto em águas doces como em águas marinhas, sendo absorvido em quantidade inferior da exigida, sendo o alimento a única fonte de fósforo, fazendo-se essencial sua suplementação. Uma possível deficiência desse mineral resulta em redução no ganho de peso, queda na conversão alimentar, na deposição dos demais minerais nos tecidos moles e nos ossos. Tilápias alimentadas com rações deficientes em cálcio e fósforo podem apresentar deformidades em diversas regiões do corpo e aumento na deposição lipídica na carcaça, uma vez que, como já citado, o fósforo atua no metabolismo dos lipídios.

Dietas formuladas a partir de fontes vegetais apresentam grande porcentagem, podendo chegar até 70%, de fósforo estruturado em ácido fítico ou também chamado de fitato, ou seja, complexado em outras moléculas como uma estratégia de armazenamento do mesmo, e que não pode ser utilizado pelo organismo, pois não apresenta capacidade de produzir enzimas que degradem essas ligações, liberando o fósforo para absorção. É necessário atentar-se a esse ponto, uma vez que a excreção de ácido fítico aumenta a concentração de fósforo no meio aquático, podendo levar a uma eutrofização excessiva do meio, um agravante no impacto ambiental, comprometendo a qualidade da água e as características organolépticas da carcaça. Para minimizar esse efeito negativo, deve-se associar o uso de aditivos, ou seja, microingredientes na dieta com funções específicas, como é o caso de enzimas fitases que auxiliam a quebra dessa estrutura, liberando o fósforo, e outros compostos, em uma forma disponível para absorção no organismo animal, reduzindo o desequilíbrio entre consumido e excretado para o ambiente.

Existe uma relação entre o cálcio e fósforo que deve ser respeitado, uma vez que o aumento da quantidade de cálcio em relação ao fósforo nas dietas interfere na absorção do fósforo, assim como o aumento do fósforo nessa relação também pode restringir a absorção do cálcio. Para Tilápia do Nilo, essa relação está em torno de 1:1 até 1:1,5, apropriada para normal crescimento e mineralização óssea dessa espécie, sendo uma parte de cálcio para até uma parte e meia de fósforo na dieta.

- Magnésio: Apresenta função no metabolismo de lipídeos e proteínas e, essencial para catabolismo de carboidratos; metabolismo do tecido esquelético; transmissão neuromuscular; cofator enzimático, sendo ativadores de complexos enzimáticos;

respiração celular; síntese de aminoácido e manutenção da homeostase intra e extracelular.

- Ferro: Sua função principal é ser componente da hemoglobina, sendo essencial para transporte de oxigênio e respiração celular; componente do sistema enzimático de citocromos (produção de ATP), na oxidação celular e atua no processo de respiração celular.

A deficiência nutricional em ferro resulta em baixo crescimento e queda da conversão alimentar e gerando um grau de anemia microcística, em peixes, caracterizada por baixa concentração de hemoglobina, também conhecidas como glóbulos vermelhos, circulante. Entretanto, a deficiência em ferro não é um problema comum na piscicultura, pois as rações formuladas são à base de proteína de origem animal, principalmente a farinha de peixes, que apresentam em sua composição um alto valor de ferro. Além disso, há a adição de premix mineral, uma mistura de microingredientes, que atinge as exigências dos animais. Em contrapartida, seu excesso na dieta pode levar à produção de radicais livres de oxigênio, caracterizados por sua toxicidade às células. Além de causar a formação de complexos de ferro nas brânquias, resultando na sua obstrução, gerando dificuldades de trocas gasosas.

- Cobre: Atua no metabolismo e absorção de Fe, na formação da hemoglobina e em diversos sistemas enzimáticos, além do desenvolvimento dos ossos. Viabiliza o transporte de ferro através de sua oxidação por um complexo cobre+proteína. A concentração elevada do cobre na dieta induz alterações hepáticas, sendo o tempo de contato fator determinante da ação prejudicial para respostas fisiológicas do peixe. A exigência desse mineral depende de alguns fatores, como o estado fisiológico do animal e da disponibilidade na água.

- Cobalto: Sua principal função no organismo é como componente da vitamina cianocobalamina, mais conhecida como B12.

- Zinco: Atua como cofator em sistemas enzimáticos; cofator no metabolismo dos hidratos de carbono; auxilia na regularização do pH corporal e no metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas. Sua deficiência altera negativamente os parâmetros hematológicos, a atividade da fosfatase alcalina e os níveis plasmáticos do mineral, havendo variação na sua absorção de acordo com a fonte utilizada. Assim como o fósforo, o zinco pode estar complexado juntamente na forma de ácido fítico, impossibilitando sua absorção, fazendo necessário o uso de enzimas próprias para evitar a excreção excessiva e a contaminação do meio em que o animal se encontra.

- Manganês: Atua como cofator, em vários complexos enzimáticos, como por exemplo, a síntese de ureia a partir de amônia, metabolismo de aminoácidos e de ácidos graxos, além de atuar na oxidação da glicose.
- Selênio: Componente da enzima glutationa oxidase, juntamente com a vitamina E na ação de antioxidante biológico; coenzima no metabolismo da glicose e proteção de células e membranas das lesões causadas pelos peróxidos. O selênio atua indiretamente como um protetor contra os efeitos tóxicos de alguns metais pesados, como o cádmio e o mercúrio. Sua deficiência resulta em redução de crescimento e

da atividade da glutationina oxidase, sendo que o mesmo pode acontecer em concentrações muito acima do exigido, podendo levar a maiores taxas de mortalidade.

- Iodo: Componente da tiroxina, hormônio que regula a velocidade do metabolismo; atua em glândulas endócrinas; apresenta função neuromuscular e circulatória e atua no metabolismo de nutrientes.

- Cromo: Metabolismo de carboidratos e lipídeos; importante na formação de quelatos e função biológica (referente à insulina).

- Enxofre: Importante elemento no fluido intracelular.

- Sódio, Potássio e Cloro: Sódio e cloro são os principais cátions e ânions, respectivamente, dois fluidos extracelulares do corpo e o potássio, do fluido intracelular, tem importância no controle da pressão osmótica e do equilíbrio ácido-base, determina a taxa de absorção dos íons-sódio e água pelas membranas do epitélio das brânquias, intestinos, tegumentos e rins.

5. Vitaminas

As vitaminas são caracterizadas como moléculas orgânicas que apresentam síntese significativamente baixa ou inexistente, sendo necessárias em numerosos processos metabólicos do organismo, atuando como cofatores de enzimas e precursores enzimáticos. Exigidas em microquantidades para o crescimento e funcionalidade do organismo, que variam conforme a fase em que a tilápia encontra-se, a taxa de crescimento, as condições ambientais, os regimes de cultivo e a relação direta ou indireta com outros nutrientes.

Em regimes mais extensivos, com a presença de alimentos naturais, as vitaminas podem ser supridas apenas com o alimento natural. Já em casos mais intensivos, com alta densidade de produção, é necessária a suplementação vitamínica para evitar qualquer deficiência que tenha impacto sobre o desempenho e ganho de peso dos animais.

Assim como os minerais, as vitaminas são classificadas em dois grandes grupos, as vitaminas hidrossolúveis, que apresentam como principal característica sua solubilidade em água, e as vitaminas lipossolúveis que, por sua vez, têm como particularidade sua solubilidade em compostos lipídicos, fazendo com que essas vitaminas possam ser estocadas nos tecidos, refletindo em um menor fornecimento na dieta. Uma suplementação excessiva de vitaminas lipossolúveis pode desencadear no acúmulo desses compostos no tecido hepático, consequentemente, gerando distúrbios metabólicos. Já as vitaminas hidrossolúveis, precisam estar presentes na dieta diariamente e na quantidade correta, pois seu excesso não é armazenado, sendo assim excretado.

Outro detalhe dessa classificação é atentar-se a sua reação em contato com o meio aquoso, uma vez que no momento do fornecimento da ração aos peixes as vitaminas que apresentam caráter hidrossolúvel, serão solubilizadas e o animal não aproveitará essa fração de nutriente. Uma saída para reverter essa situação é o uso de revestimentos para proteção do complexo vitamínico, evitando sua perda por lixiviação em contato com a água, levando a um caso de eutrofização.

Na piscicultura intensiva, os peixes estão constantemente expostos a situações de estresse, modificando sua situação de homeostase, induzindo os peixes a alterar suas respostas fisiológicas, na tentativa de se adaptarem a novas situações. A suplementação de complexos vitamínicos, como a vitamina C, auxilia na redução dos efeitos negativos propiciados pelo estresse.

Uma particularidade da nutrição vitamínica dos peixes é a não capacidade, como no caso da Tilápia do Nilo, em sintetizar o ácido ascórbico (vitamina C). Essa vitamina é fundamental ao crescimento, formação da matriz óssea e funcionamento do sistema imunológico, a vitamina C deve ser obtida no alimento natural ou na ração. Rações completas para sistemas intensivos de produção devem ser suplementadas com fontes estáveis desta vitamina.

Dietas deficientes em vitaminas apresentam sinais visíveis, sendo os principais observados: anemia, atrofia muscular, paralisia das nadadeiras dorsal e peitoral, gerando distúrbios na natação, descoordenação motora, espasmos musculares, coloração escura, exoftalmia (olhos saltados), crescimento retardado, lordose com descolamento de vértebras, escoliose, dermatite, hemorragia, convulsão, letargia, perda de escamas, excesso de muco, entre outros, podendo chegar a altas taxas de mortalidade.

6.1 Funções

6.1.1 Vitaminas lipossolúveis:

- Vitamina A: Manutenção da visão, a vitamina A tem como principal função ser componente da proteína rodopsina, um pigmente que absorve luz, encontrada na retina do olho; regulação da síntese das proteínas; saúde e integridade do tecido epitelial; auxilia na produção de células secretoras de muco; aumento da resistência a infecções e desenvolvimento embrionário.

A deficiência de vitamina A em dietas para juvenis de Tilápia do Nilo resulta em letargia, natação errática, erosão da base da nadadeira caudal e acúmulo de líquido seroso na cavidade visceral.

- Vitamina D: Desenvolvimento dos ossos e metabolismo de cálcio e do fósforo. Essa vitamina está diretamente relacionada com a absorção dos minerais componentes da estrutura óssea, o cálcio e fósforo.

- Vitamina E: A função mais importante desta vitamina é a ação antioxidante, a qual protege os lipídios dos tecidos do ataque dos radicais livres; influencia no sistema imunológico, podendo aumentar as defesas humoral e celular; envolve-se nos processos reprodutivos e na permeabilidade da membrana dos embriões e eclodibilidade dos ovos de peixe. Além disso, influencia a oxidação lipídica e composição, bem como protege os filés durante o armazenamento.

- Vitamina K: Envolve-se na síntese de proteínas responsável pela coagulação sanguínea; auxilia na prevenção de infecções bacterianas e atua no transporte de cálcio.

6.1.2 Vitaminas hidrossolúveis:

- Tiamina (B1): Cofator de enzimas importantes na produção de energia; essencial para o metabolismo de carboidratos e auxilia no crescimento e funcionamento normal do sistema nervoso central.

A carência dessa vitamina na dieta dos animais desenvolve casos de distúrbios metabólicos, como melanose nos peixes mais velhos; atrofia muscular; paralisia das nadadeiras dorsal e peitoral; movimentação sinuosa; degeneração vascular e fraqueza.

- Riboflavina (B2): Constituinte de coenzimas das reações de óxido-redução; crescimento e manutenção dos tecidos e favorece a vascularização das córneas.

- Piridoxina (B6): Atua como coenzima (no metabolismo dos aminoácidos, quebra do glicogênio e gorduras); indispensável na composição de neurotransmissores.

- Ácido Pantotênico (B3): Metabolismo de aminoácidos, gorduras, carboidratos e colina.

- Niacina: Metabolismo de ácidos graxos, desaminação dos aminoácidos e metabolismo da glicose.

- Biotina: Metabolismo de aminoácidos, lipídeos e carboidratos.

- Ácido fólico: Síntese e metabolismo de aminoácidos; transferência de radicais metis; conservação de glicina em serina; biossíntese de purinas e formação da colina metionina.

- Cianocobalamina (B12): Preservação do tecido nervoso; metabolismo de carboidratos e lipídeos e estrutura das hemácias.

- Colina: Dentre as vitaminas, a colina possui grande importância, sendo essencial para o desenvolvimento dos animais, atuando em diferentes funcionalidades do organismo, como precursora do neurotransmissor no metabolismo, atuando na manutenção e transmissão de impulso nervoso e manutenção da estrutura de membranas biológicas, agindo na integridade celular. Além de ser responsável pelo transporte de lipídeos e síntese de metionina (aminoácido limitante para os animais).

Os sintomas mais comuns de carência de Colina observados na Tilápia do Nilo são: Anemia; redução no desempenho, refletido pela baixa conversão alimentar; crescimento retardado e outros distúrbios metabólicos.

- Inositol: Formação e manutenção da membrana celular e síntese de glicídeos.

- Ácido ascórbico (Vitamina C): O ácido ascórbico (vitamina C) é uma das vitaminas mais estudadas para a tilápia. Tem relação direta com o transporte de hidrogênio; formação do colágeno; manutenção do tecido conjuntivo, vascular e ósseo; absorção de ferro; funciona junto com a vitamina E na redução da oxidação de lipídeos da dieta e tecidos corporais; prevenção do estresse e infecções bacterianas.

Tilápias alimentadas com dietas contendo baixos níveis de ácido ascórbico apresentam baixas taxas de crescimento e sobrevivência.

6. A escolha do alimento

A formulação de rações balanceadas de alta qualidade exige do nutricionista animal o conhecimento dos valores nutritivos e dos alimentos e de digestibilidade dos nutrientes que irão compor a formulação um melhor equilíbrio orgânico animal, proporcionando aumento da resistência a doenças e melhora na produtividade em sistemas intensivos de produção.

Em questão de formulação de ração para peixes até muito pouco tempo se fazia um frequente uso da farinha de peixe, porém o preço desse alimento e sua demanda para confecção das rações para organismos aquáticos já não é mais atendida como antigamente, devido a crescente demanda mundial por esse produto. Diante disso os alimentos concentrados proteicos de origem vegetal tem se tornado cada vez mais viáveis economicamente, ganhando cada vez mais espaço nas formulações de ração para peixe.

Todo formulador deve estar atento a qual fonte de proteína será usada no momento da formulação da ração, pois o custo do balanço em aminoácidos não pode ser alterado com facilidade, necessitando de substituições cuidadosas que minimizem ao máximo perdas substanciais no desempenho e na sanidade dos animais.

O balanço adequado da relação energia:proteína é fundamental na escolha dos alimentos que irão compor uma ração equilibrada e de boa qualidade. O formulador deve estar sempre atento aos valores nutritivos dos alimentos e suas combinações finais, buscando sempre atender essa relação entre proteína e energia. O valor nutritivo dos alimentos é o que determina na indústria de ração qual alimento será utilizado, e por consequência esse aporte nutritivo é o que dita os preços dos alimentos energéticos e proteicos.

Sabemos que as rações são compostas por um limitado grupo de alimentos proteicos e energéticos. Tais alimentos exercem forte influencia sobre os preços de mercado das rações. Um bom exemplo disso é o milho e a soja, principais alimentos energéticos e proteicos, respectivamente, utilizados nas formulações de dietas animais. Toda vez que um desses ingredientes apresenta alta em seus preços de mercado por consequência promovem um aumento nos custos de formulação e das rações industrializadas. Demonstrando uma relação diretamente proporcional nos custos de produção.

Para se assegurar a qualidade das rações industrializadas, como já dito anteriormente se faz necessário o conhecimento dos reais valores nutritivos dos alimentos que irão compor a ração. E para isso acontecer é imprescindível a realização de análises laboratoriais para a determinação do valor nutritivo de um ingrediente, alimento ou ração. Após ingestão do alimento é a aptidão fisiológica de cada animal que irá ditar o quão efetiva será a assimilação dos nutrientes pelo mesmo. Diante disso, é necessário ao formulador o conhecimento dos valores digestíveis dos alimentos proporcionando melhores condições de trabalho na hora de se formular uma ração completa, que vise atender de maneira efetiva as exigências nutricionais dos animais. Sempre buscando minimizar os impactos ambientais decorrentes de excessos de nutrientes da dieta.

7.1 Alimentos concentrados energéticos

São alimentos concentrados que devem apresentar menos de 20% de proteína bruta (PB), 25% de FDN (Fibra em Detergente Neutro) e em torno de 18% de fibra bruta (FB). Quando utilizadas de forma adequada potencializam a eficácia de utilização da proteína pela Tilápia do Nilo. Abaixo temos os principais tipos utilizados para Tilápias.

7.1.1 Milho:

É a principal fonte energética utilizada na nutrição de peixes onívoros e herbívoros. O milho é composto por pelo menos 61% de amido, 19% de glúten, 4% de gérmen, e 16% de água. É pobre em aminoácidos essenciais, principalmente triptofano e lisina. Apresentam para tilápias bons níveis de proteína digestível quando comparados a outros alimentos energéticos da mesma categoria. Seu nível proteico está entre 7,5% e 9,5% e a energia digestível é de 2.200 kcal/kg e apresenta coeficientes de energia bruta superior a 90%

7.1.2 Farelo de trigo:

Apresentar teor médio de nutrientes digestíveis totais (71%) e de proteína bruta (17%), mais de 10% de fibra e 2.600 kcal/kg de energia digestível, também é rico em niacina, tiamina, fósforo, ferro e pobre em caroteno, inclusão na dieta é limitada pigmentantes, cálcio e riboflavina. Apresenta coeficiente de digestibilidade aparente de proteína bruta para tilápia elevado. Porém, sua inclusão na dieta deve ser limitada devido ao alto teor de fibra e ácido fítico.

7.1.3 Sorgo:

É comumente utilizado como substituto ao milho, apresenta menor teor de energia e maior de proteína que o milho. De forma geral, apresenta proteína bruta variando entre 9 a 13%, cerca de 0,02% de Ca, 0,25% de P e 2.800 kcal/kg de energia digestível (sorgo com baixo tanino). Apresenta em sua composição o fator antinutricional tanino, e deficiência em lisina. O tanino é um metabólico secundário das plantas que tem a capacidade de se ligar através de ligações covalente a proteína e polissacarídeos e formar complexos chamados de quelatos, o que impossibilitando a ação das enzimas digestivas do trato gastrointestinal do animais.

7.1.4 Farelo de Arroz:

Há dois tipos, o farelo de arroz integral (FAI) e o farelo de arroz desengordurado (FAD). O FAI apresenta 70% de nutrientes digestíveis totais, proteína bruta variando de 13 a 15, pobre em cálcio e rico em fósforo, tiamina, riboflavina e niacina, rico em teor de lipídios (30% de extrato etério), fazendo com que o FAI rancifique facilmente, prejudicando o seu paladar e o consumo pelos animais. O FAD possui maior teor proteico, podendo chegar a 17% e 3.748 kcal/kg de energia bruta. Os fatores antinutricionais presentes no farelo de arroz são o alto conteúdo de fibra bruta, e a presença de inibidores de tripsina.

7.2 Alimentos concentrados proteicos

7.2.1 Origem animal

São ingredientes caros, porém ainda muito utilizados na formulação de rações. Como pontos fortes dos dessa categoria a presença de proteína de alto valor biológico (balanço de aminoácidos essenciais equilibrado) e boa palatabilidade. Já como pontos negativos: produção inconstante o que confere a esse tipo de produto grande variabilidade na composição entre lote. Contribuem para o aumento de excreção de nitrogênio e fósforo pelos peixes. Abaixo temos os principais ingredientes proteicos de origem animal utilizados para Tilápias do Nilo.

7.2.1.1 Farinha de Carnes (FC) e Farinha de carne e ossos (FCO*):*

É produzida em graxarias e frigoríficos a partir de tecidos e ossos da carcaça de suínos e bovinos após a desossa completa. Apresentam boa palatabilidade, elevados níveis de cálcio e fósforo e bom equilíbrio de aminoácidos essenciais, em especial a metionina e cistina. É uma fonte com alto nível de proteínas e baixo preço quando comparadas a farinha de peixes, sendo muitas vezes utilizada como substituto desse ingrediente. A grande diferença entre a FC e FCO está em seu teor de fósforo e matéria mineral. A FC apresenta níveis fósforo inferiores a 4% e cinzas de até 9,6%, quando os teores forem superiores a farinha é considerada FCO. A proteína bruta varia entre 35 a 55%. Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta das farinhas de carne e farinha de peixe são próximos.

7.2.1.2 Farinha de vísceras de aves:

Resultante do processamento de partes de carcaças de aves. A farinha de vísceras é a fonte proteica que apresenta os melhores valores digestíveis para proteína bruta. Seu teor de proteína varia entre 55 a 65%. É um alimento deficiente em metionina, lisina e triptofano. A farinha de vísceras de aves apresentou os melhores coeficientes de digestibilidade aparente quando comparada a farinha de peixes (SCHWERTNER, 20013).

7.2.1.3 Farinha de sangue:

É o resultado do processo de cocção e secagem do sangue bovino ou suíno fresco. Por se tratar de um produto resultante do processamento de resíduos da indústria animal nem sempre apresenta uma boa qualidade, o que se faz necessário procurar bom bons fornecedores. Acredita-se que a baixa qualidade da farinha de sangue ocorra devido ao tempo de processamento e pelas altas temperaturas obtidas para sua obtenção, fazendo com que esse tipo de farinha apresente baixos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína. Os teores proteicos devem ser de pelo menos 80%. A farinha de sangue atomizada apresenta alto coeficiente de digestibilidade aparente e melhor qualidade proteica.

7.2.2 Origem vegetal

São ingredientes disponíveis constantemente ao logo do ano, sua composição é mais homogênea e seu preço é mais acessível quando comparados a fontes de origem animal. Quando utilizada como única fonte proteica da dieta para Tilápias pode vir a comprometer o desempenho animal prejudicando o seu crescimento da Tilápia. Isso ocorre devido ao desequilíbrio de aminoácidos. As fontes de origem vegetal apresentam alguns fatores limitantes de uso, como a presença de fatores antinutricionais e a baixa palatabilidade. Por outro lado, a combinação equilibrada de vários ingredientes protéicos alternativos traz maior possibilidade de sucesso nesta substituição, além de diminuir o impacto ambiental por excreção de nitrogênio e fósforo, principalmente. Abaixo temos as principais fontes proteicas de origem vegetal utilizadas na nutrição para Tilápias do Nilo.

7.2.2.1 Farelo de Soja:

É o subproduto obtido após a extração do óleo do grão da soja para consumo humano. Destaca como a fonte de proteína de origem vegetal mais produzida no mundo para a alimentação animal. De acordo com Furuya et al.(2001), é uma excelente fonte de proteínas e aminoácidos para tilápias, tendo a metionina e treonina como aminoácido limitantes. Apresenta proteína bruta variando entre 44 e 50%.

7.2.2.2 Farelo de canola:

Também chamado de colza. O farelo de canola é o subproduto obtido da extração do óleo da semente da canola. Apresenta maior teor de matéria seca, aminoácidos sulfurados, extrato etéreo, fibra bruta, cálcio, fósforo total (e vitaminas do complexo B (colina, niacina, tiamina, riboflavina, ácido fólico e biotina) em relação ao farelo de soja. A semente deste vegetal contém teores acima de 40% de óleo de excelente qualidade, sendo composto por mais de 60% de ácidos graxos monoinsaturados e menos de 7% de saturados, apresentando resíduo protéico de alta qualidade, 34% de proteína bruta, em média.

7.2.2.3 Farelo de girassol:

Possui de 35 a 40% de proteína bruta, constituindo boa fonte protéica. Como ponto negativo possui deficiência em lisina e pode apresentar alto teor de fibra, ácido clorogênico e fitato, de acordo com o processamento. Podendo ser incluído na dieta de peixes, no máximo 30%, por possuir alto teor de fibra.

7.2.2.4 Farelo de algodão:

É o subproduto resultante da extração do óleo contido no grão. Apresenta teor de proteína bruta variando entre 30% e 42%. Apresenta proteína digestível superiores à da farinha de peixe, porém contém um pigmento amarelo chamado de gossipol, cerca de 0,03% a 0,2%, que causa uma queda no consumo, diminuição na taxa de crescimento.

Referências Bibliográficas

BACCONI, D. Exigência nutricional de vitamina para alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus)*. 34p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

BERGAMIN, G.T. Fontes protéicas de origem vegetal em dietas para juvenis de Carpa Húngara (Cyprinus carpio). 49p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2009.

CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. Revista Eletrônica Nutritime, v.1, n.4, p.237-236, jul.-ago. 2005.

FURUYA, W. M. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. Toledo, PR: Ed. GFM, 2010. 100 p.

FURUYA, W. M.. Nutrição de tilápias no Brasil, 2013.

GOES, R.H.T.B.; SILVA, L.H.X.; SOUZA, K.A. Alimentos e Alimentação Animal. 80 p. Universidade Federal da Grande Dourados. Editora UFGD. 2013.

GONÇALVES, G. S; PEZZATO, L. E. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para Tilápias do Nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 38, n. 12, p. 2289-2298, 2009.

KOCH, J. F. A. Níveis de Proteína e Energia Digestíveis para Tilápia do Nilo criada em tanque-rede na fase de terminação. 106p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

KUBITZA, F. Ajustes na Alimentação e Nutrição de Tilápias. *Panorama da Aquicultura*, vol. 16, n. 98, p.14-24, nov./dez. 2006

KUBITZA, F. Nutrição e Alimentação de Tilápias – Parte 1. *Panorama da Aquicultura*, vol. 9, n. 52, p.42-50, mai./jun. 1999.

NARVÁEZ-SOLARTE, W.V. Avaliação de farinas de sangue como fontes de proteínas para tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus). 81 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrients requeriments of fish. Washington. D.C.: National Academic Press, 1993.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. ; QUINTERO-PINTO, L.G.Q. ; FURUYA, W.M. ; PEZZATO, E A.C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo, Oreochromis niloticus. Revista Brasileira de Zootecnia 31: 1595-1604. 2002.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.M.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M.; QUINTERO- PINTO, E L.G.Q. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus). Acta Scientiarum - Animal Sciences 26: 181-187. 2004.

RODRIGUES, A. P. O; BERGAMIN, G. T; SANTOS, V. R. V. Nutrição e alimentação de peixes. IN: RODRIGUES, A. P. O. et al. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. 1ª Edição. Brasília, DF: Ed. Embrapa, 2013. p.171-213.

SCHWERTNER, V.; DIEMER, O.; HIGUCHI, L.H.;KLEIN, S.; BOSCOLO, R.; FEIDEN, A. Substituição de farinha de peixes por farinha de vísceras de aves na alimentação do Piavuçu Leporinus macrocephalus. Revista Ciência Animal Brasileira, v.14, n.3, p. 318-322, Goiânia. 2013.