

Avaliação do potencial nutritivo da Macrófita aquática *Lemna minor*, por meio da análise da composição química e por sua utilização em ração para carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) na fase de recria¹

Álvaro Graeff*

Adriano Gonçalves Vianna**

Denise Tonetta***

Evaldo Nazareno Pruner****

Resumo

Macrófitas aquáticas são amplamente utilizadas no tratamento de efluentes, atuando na redução e remoção de nutrientes, compostos tóxicos, metais pesados e organismos patogênicos. Recentemente, diversos trabalhos têm evidenciado a sua utilização na alimentação de animais por possuir altas taxas de proteínas em sua biomassa. Neste trabalho analisou-se a composição química de *Lemna minor* e sua eficiência quando utilizada em rações para carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) em substituição à soja. Pela análise de composição química, a biomassa seca de *L. minor* apresentou 13,5% de matéria inorgânica e 86,5% de matéria orgânica, 5,34% correspondem a lipídeos, 6,3% a carboidratos, 9,16% a amido, 3,62 UDO/g de peso seco de polifenóis e 45% correspondem à proteína. Escolheu-se elaborar rações para peixes em virtude da sua resposta e crescimento rápido a diversos tipos de tratamentos e melhor controle sobre os fatores externos. Formularam-se quatro tipos de tratamentos: tratamento I com 0% de *L. minor* (tratamento controle), tratamento II com 6%, tratamento III com 12% e tratamento IV com 18% de farinha de *L. minor* em substituição à farinha de soja. Cada tratamento foi fornecido para 30 alevinos (*Cyprinus carpio*, fase de pré-engorda) divididos em 6 aquários, durante 120 dias. A maior taxa de sobrevivência foi verificado no tratamento III, o tratamento IV foi o que apresentou maiores deformações nos alevinos e o maior peso final foi verificado no tratamento II, portanto, indica-se uma substituição de 6% da farinha de soja por farinha de *L. minor* para alimentação de *Cyprinus carpio* L. na fase de recria ou sua utilização como suplemento em rações.

Palavras-chave: Alimentação. Composição química. *Cyprinus carpio* L. *Lemna minor*.

* Médico Veterinário CRMV SC – 0704; Especialista em Nutrição de Peixes de Clima Tropical – Estação de Piscicultura da Epagri; agraeff@epagri.rct-sc.br

** Doutor Professor da Unoesc, *Campus* Videira; adrianogviana@hotmail.com

*** Bióloga – Faculdade de Ciências Biológicas; assistente de laboratórios no Núcleo Biotecnológico da Unoesc – *Campus* de Videira; Rua Paese, 198, Bairro Universitário; denisettonetta@yahoo.com.br

**** Médico Veterinário CRMV SC – 0401; Especialista em Reprodução de Peixes de Água Doce – Estação de Piscicultura de Caçador, Epagri; pruner@epagri.rct-sc.br

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, diversos trabalhos vêm comprovando a eficiência das macrófitas aquáticas no tratamento de efluentes. Esse sucesso deve-se a elevada capacidade de algumas espécies em assimilar e estocar nutrientes e as suas altas taxas de produção primária (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2002).

No mundo todo os estudos com macrófitas aquáticas são bastante difundidos, porém no Brasil ainda são pioneiros e de extrema relevância, uma vez que é um país com grandiosa riqueza de recursos hídricos ameaçada pelo crescimento desordenado da população (MOHEDANO, 2004).

As macrófitas aquáticas popularmente conhecidas como lentilhas d'água, duckweed ou lemnas, referenciando aqui as Lemnaceae, são as menores plantas vasculares do mundo, espécies vegetais que se adaptaram ao ambiente aquático ao longo de seu processo evolutivo (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004).

São freqüentemente confundidas com algas, mas pertencem às angiospermas que compreendem a divisão anthophyta. São monocotiledôneas aquáticas flutuantes, consideradas as menores plantas vasculares com flores do mundo (RAVEN, 2001).

A contribuição com a minimização dos impactos ambientais gerados pelas atividades antrópicas aliado à valorização do processo é peça chave para que se promova o desenvolvimento sustentável no nosso país (MOHEDANO, 2004).

Bejarano (1998) confirma que a biomassa de Lemnaceae, uma das famílias de macrófitas, constitui-se em ótima matéria-prima, oferecendo subsídios para incrementar as dietas alimentares para diversos animais.

Palafox e outros (2005) também apontam que as macrófitas aquáticas são altamente produtivas e se caracterizam por apresentar um crescimento acelerado. Citam que as espécies de Lemnaceae (*Lemna* sp.) têm em sua composição química um bom balanço de aminoácidos, tais como metionina, lisina, treonina, triptofano e leucina. Os valores de proteína variam entre 6,8% e 45% de peso seco, os de fibras entre 5,7% e 16,2% e de cinzas entre 12% e 27,6% de peso seco.

Joly (1977) descreve que Lemnaceae em condições ideais pode dobrar de biomassa em 48 horas.

Essas características tornam as macrófitas aquáticas potencialmente atrativas do ponto de vista econômico, pois o excesso de biomassa vegetal, produzido em sistemas de tratamento de efluentes, pode ser aproveitado na produção de papel, alimentação animal, produção de biogás e na fertilização de solos (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2002).

Em piscicultura, as macrófitas aquáticas podem ser aproveitadas como fertilizantes da água, proporcionando o aumento de organismos que participam da cadeia alimentar dos peixes (ESTEVES, 1998) ou como fonte alternativa de proteína.

Segundo Henry-Silva e Camargo (2002), a utilização de plantas aquáticas como suplemento alimentar em atividades de aqüicultura deve ser intensificada mundialmente.

Entretanto, para melhor aproveitamento dessa biomassa é necessário ter conhecimento de sua composição química, como proteínas, lipídios, fração de parede celular e carboidratos, que analisadas conjuntamente indicam o valor nutricional dessas plantas, proporcionando condições para melhor inferir sobre o aproveitamento da biomassa vegetal (THOMAZ; ESTEVES, 1984).

Conforme Logato (2000) a piscicultura é uma atividade zootécnica em plena expansão e economicamente rentável, desde que praticada com técnicas de cultivo adequadas à espécie.

No Brasil a piscicultura teve início por volta de 1904, com técnicas rudimentares. Em 1927, Rodolf Van Ihering, pesquisador da área de limnologia, tomou frente aos estudos da piscicultura impulsionando a prática nesse país (CASTAGNOLLI, 1979).

No contexto mundial, a pesca e a aqüicultura estão sendo consideradas atividades estratégicas para a segurança alimentar do planeta. O mercado internacional de peixes é exigente, no que diz respeito ao tamanho e qualidade, tanto para espécies frescas como congeladas inteiras ou filés congelados. Para que o Brasil entre nesse mercado, liderado por países asiáticos e outros países latino-americanos é necessário ter preço e qualidade competitivos. No entanto, o maior empecilho à expansão do cultivo e à aqüicultura geral é o custo da produção, em especial da ração (KUBITZA, 2000).

Os alimentos podem compor de 40 a 70% do custo de produção em um cultivo intensivo e, é esse o aspecto mais discutido entre os produtores. Em razão da escassez e do aumento nos custos dos insumos tradicionais para a elaboração de alimentos balanceados para peixes existe a necessidade de avaliar alimentos potencialmente nutritivos e adicioná-los na alimentação dos peixes, em substituição a outros ingredientes (PEZZATO, 1995).

Logato (2000) destaca que os nutricionistas vêm dedicando grande atenção à nutrição animal, visando substituir as fontes protéicas de origem animal por produtos vegetais de igual valor como: farelos obtidos do processamento de plantas oleaginosas, produtos energéticos de plantas amiláceas, subprodutos industriais como resíduos de cervejaria (GRAEFF; PRUNER; SPENGLER, 2001), leveduras, frutos, e outros.

O estudo das características químicas da *L. minor* e sua inclusão como farinha em uma ração para peixes, substituindo a soja (*Glycine max*), viabilizando assim, um alimento nutritivo e economicamente vantajoso para a espécie e o piscicultor deve-se ao fato de diversos autores fazerem referência à utilização de macrófitas aquáticas como alimento alternativo. O objetivo geral foi avaliar o potencial nutritivo da macrófita aquática *L. minor*, por meio da análise de sua composição química e de sua eficiência quando utilizada em rações para peixes; e objetivos específicos determinar a composição química de *L. minor* mediante a quantificação de matéria inorgânica (cinzas) e matéria orgânica (proteínas, teores de lipídeos, amido, carboidratos, e polifenóis); formular rações com diferentes quantidades de farinha de *L. minor* em substituição à soja (*Glycine max*); acompanhar a resposta de *Cyprinus carpio* var. Israel a essas rações, por meio de acompanhamento do crescimento/engorda por um período de 120 dias; determinar as taxas de sobrevivências, conversão alimentar aparente ganho de peso nos diferentes tratamentos; definir se a substituição é vantajosa ou não para a espécie e, em qual taxa de substituição os alevinos apresentam melhor desenvolvimento.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MATERIAIS E MÉTODOS

O material vegetal utilizado para a análise de composição química tem procedência diferente do material utilizado para a formulação das rações, uma vez que uma etapa foi realizada antecipadamente a outra. A *L. minor* utilizada para a análise da composição química, realizada nos laboratórios da Unoesc, Campus de Videira, foi coletada na lagoa de uma propriedade rural, localizada no distrito de Rio das Pedras, município de Videira, SC, foi lavada em água corrente, desidratada em estufa a 75°C por 48 horas, triturada em liquidificador e armazenada em dessecador.

Os exemplares de *L. minor* utilizados na preparação dos tratamentos foram obtidos de viveiros de criação da Estação de Piscicultura da Epagri de Camboriú, no Colégio Agrícola, e transportados em caixas plásticas até a Estação de Piscicultura da Epagri de Caçador, onde foi lavado em água corrente, desidratado em estufa a 75°C por 48 horas, triturado e armazenado em sacos plásticos. O experimento foi realizado na Unidade de Piscicultura de Caçador, Epagri, em 24 aquários de vidro com capacidade para 6 litros de água, abastecidos individualmente com água derivada de um poço artesiano de abastecimento na vazão de 0,5 litro por minuto.

O período experimental foi de 120 dias, sendo iniciado em 15 de dezembro de 2005 e encerrado no dia 12 de abril de 2006. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com quatro tratamentos e seis repetições, com cinco unidades de carpa comum var. *Israel* (*Cyprinus carpio* L.) em cada parcela experimental (Quadro 1). O peso médio inicial foi $0,70 \pm 0,1g$ e comprimento inicial $3,3 \pm 0,2cm$ respectivamente para os tratamentos.

Quadro 1: Disposição dos aquários e seus referidos tratamentos*

1 I	2 II	3 III	4 IV	5 I	6 I	7 III	8 IV	9 II	10 IV	11 II	12 IV
13 II	14 III	15 IV	16 II	17 I	18 I	19 III	20 II	21 III	22 I	23 IV	24 III

Fonte: os autores.

Legenda: * Os números cardinais identificam o aquário e números romanos significam o tratamento oferecido aos alevinos.

Os tratamentos foram formulados dentro dos critérios conhecidos para a espécie e para o sistema de produção (NRC, 1993) com ingredientes nos quais a quantidade de proteína bruta permanece em 35% e a energia em 3.100 kcal de energia metabolizável/kg de ração (Tabela 1). A ração foi oferecida na forma peletizada, duas vezes ao dia e na quantidade de 5% do peso vivo, sendo reajustado a cada 30 dias.

Tabela 1: Composição percentual das dietas experimentais com diferentes níveis de energia

Ingredientes	% PB	EM//Kcal	Tratamentos			
			I	II	III	IV
Farelo de trigo	16	2.740	28,4	7,6	5	5
Farelo de soja	42	3.363	45	39	33	27
Farinha de lemnha	32	1.945	0	6	12	18
Farinha de peixe	60	2.717	18	21,7	23,7	25,4
Milho	11	3.245	6,6	21,7	20,3	16,3
Farinha de mandioca	02	3.230	1	3	3	3
Óleo de soja	-	7.300	1	1	3	5,3
Total			100	100	100	100
Valores calculados						
Energia Bruta, Kcal/kg			3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína bruta, %			35	35	35	35
Fósforo disponível, %			1,2	1	1	1
Cálcio, %			1,2	1,4	1,5	1,6
Relação PB/EM			81,5	81,5	81,5	81,5

Fonte: os autores.

A água dos aquários foi coletada e analisada semanalmente para as variáveis: pH com peagâmetro marca Corning (PS-30); oxigênio dissolvido, nitrito, amônia total, dureza, alcalinidade, turbidez e gás carbônico no Laboratório de Qualidade de Água da Epagri em Caçador.

As observações da temperatura da água foram realizadas diariamente com termômetro eletrônico – Thies Clima sempre às 9 e às 15 horas, momentos em que os peixes também recebiam a ração diária. Também se verificou a temperatura ambiente com aparelho de corda marca Wilh-Lambrech GmbH Gottingen.

A avaliação dos peixes foi realizada a cada 30 dias utilizando-se 100% dos peixes estocados, tomando-se as medidas de comprimento total por meio de um ictiômetro e o peso individual em uma balança eletrônica com precisão de 0,01g marca Marte. Para a realização dessas atividades, os peixes foram sedados com 1,0 ml de quinaldina para 15 litros de água.

Na análise para determinação dos teores de matéria mineral (cinzas) a amostra foi incinerada a 550°C durante 5 horas em forno mufla. Para a determinação dos teores de carboidratos totais, utilizou-se a metodologia descrita por Dubois e outros (1956), consistindo no uso de fenol e ácido sulfúrico. Na determinação dos teores de lipídios o método empregado foi o proposto por Folch e outros (1957), utilizando clorofórmio e metanol para a extração. A quantificação de amido foi determinada pela técnica de Allen (1974). O método seguido para determinação de proteínas, por meio da dosagem de nitrogênio total, foi do semimicro Kjeldahl: digestão por ácido sulfúrico seguida por destilação e titulação (AOAC, 1995) e para polifenóis utilizou-se o método descrito por King e Heat (1967) utilizando metanol para a extração.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da água durante o período experimental manteve-se entre um mínimo de 19°C e máximo de 23°C, no período da manhã, ficando a média do período em 21,8°C. No período da tarde oscilou entre um mínimo de 20°C e um máximo de 25°C ficando a média em 23,8°C. Note-se que as temperaturas foram inferiores a que Arrignon (1979), Makinouchi (1980) afirmaram: “[...] o melhor crescimento das carpas se dá entre 24° a 28°C”; fato que aparentemente não trouxe prejuízo ao crescimento dos alevinos.

A temperatura média do ambiente durante o experimento oscilou entre um mínimo de 24°C e um máximo de 26°C ficando a média do período em 25°C, considerado normal para o período observado na região (Tabela 2).

Na avaliação da qualidade da água (Tabela 2), os parâmetros: pH, oxigênio dissolvido, gás carbônico, dureza total, alcalinidade, amônia total, nitrito e turbidez estavam dentro do preconizado por Reid e Wood (1976), Arrignon (1979), Castagnolli (1992), Boyd (1976), Tavares (1995), Lukowicz (1982), Ordog e Nunes (1988) e Lewis e Morris (1986 apud VINATEA; ARANA, 1997), Tavares (1995) para a criação de Carpa comum (*Cyprinus carpio* L.).

Tabela 2: Média dos parâmetros limnológicos da água nas unidades experimentais (continua)

Parâmetros limnológicos	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Média
pH (potencial hidrogeniônico)	7,4	7,3	7,5	7,4	7,4	7,4
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,4	6,9	6,7	6,3	6	6,4
Gás Carbônico (mg/L)	7,9	11,3	6,2	6,2	8	6,7
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	85	100	85	70	95	87
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	105	125	105	85	110	106
Amônia total (mg/L)	0,1	0,1	0,9	0,6	0,3	0,04
Nitrito (mg/L)	0,11	0,08	0,10	0,25	0,03	0,14

Parâmetros limnológicos	(conclusão)					
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Média
Turbidez	1,2	1,2	1,0	1,1	1,6	1,22
Temperatura da água (9.00 h)	19	22	23	22	21	21,8
Temperatura da água (15.00 h)	20	24	25	24	23	23,2
Temperatura ambiente	24	25	26	25	25	25

Fonte: os autores.

A análise de composição química permitiu determinar os valores de matéria inorgânica (cinzas) e orgânica (lipídeos, carboidratos totais, amido, polifenóis e proteína bruta) representados na Tabela 3.

Tabela 3: Composição química de *L. minor*

Matéria inorgânica (cinzas) (%)	13,5
Matéria orgânica (%)	86,5
Lipídeos (%)	5,3
Carboidratos totais (%)	6,3
Amido (%)	9,2
Polifenóis (UDO g ⁻¹)	3,6
Proteína bruta (%)	45

Fonte: os autores.

Na Tabela 4 observa-se uma comparação desses valores com o de outras macrófitas, obtidos por diversos autores.

Tabela 4: Valores comparativos da composição química de *L. minor*, *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *Nymphoides indica* em matéria seca

Composição	<i>L. minor</i>	<i>E. crassipes</i> ¹	<i>P. stratiotes</i> ¹	<i>E. crassipes</i> ²	<i>P. stratiotes</i> ²	<i>N. indica</i> ¹	<i>N. indica</i> ²
Cinzas (%)	13,5	-	-	17,1	19	-	-
Lipídeos (%)	5,3	4,7	4,4	4,7	4,4	3,1	11,2
Amido (%)	9,2	-	-	-	-	3,1	0,1
Polifenóis (UDO g ⁻¹)	3,6	0,44	0,4	0,4	0,4	11	2,1
Proteína bruta (%)	45	7,2	8,8	12,5	15	16,7	12,2

Fonte: os autores.

Nota: *E. crassipes*¹ e *P. stratiotes*¹ analisadas por Henry-Silva e Camargo (2002) foram utilizadas no tratamento de efluentes de aquíicultura. *E. crassipes*² e *P. stratiotes*² também analisadas por Henry-Silva e Camargo (2006) foram utilizadas no tratamento de efluentes de aquíicultura.

O teor de matéria inorgânica (cinzas) determina o conteúdo total de elementos minerais presente na amostra. A matéria orgânica é calculada subtraindo-se a massa de cinzas da massa da amostra seca, uma vez que na incineração toda matéria orgânica é destruída. Na análise da matéria inorgânica de *L. minor* obteve-se 13,5% do peso seco resultando em 86,5% de matéria orgânica. Mohedano (2004) obteve resultados semelhantes para *L. valdiviana*, produzidas durante o tratamento de efluentes de piscicultura, com porcentagens de cinzas de 10,2% e 13,2%. Palafox e outros (2005) citam resultados variando entre 12 e 27,6% para *Lemna* sp.

Quanto menor o conteúdo mineral de uma espécie maior será sua matéria orgânica e possível aproveitamento em rações, por outro lado espécies que apresentam grande quantidade de minerais contribuem para a ciclagem dos nutrientes. Essa diferença deve-se às particularidades entre as espécies e a

disponibilidade dos nutrientes no ambiente aquático, em ambientes pobres de nutrientes os teores de minerais representam cerca de 1 a 3% da biomassa seca, já em ambientes salinos essa porcentagem se eleva para até 55% do peso seco (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2006).

Lípídeos são compostos orgânicos com característica de reserva energética. Obteve-se nessa análise 5,3% de peso seco para *L. minor*, valor compatível com os obtidos por Mohedano (2004) para farinha de *L. gibba*, em que o valor de lípídeos não ultrapassa 4,4% e por Henry-Silva e Camargo (2006), com macrófitas produzidas em sistemas de tratamento de efluentes, onde para *E. crassipes* os valores de lípídeos foram de 4,7% e *P. stratiotes* 4,4%.

Os vegetais que apresentam reduzidos teores de polifenóis são facilmente utilizados na alimentação de animais herbívoros. Os polifenóis são compostos com grupo fenólico que retardam a decomposição das folhas, influenciando no seu aproveitamento como alimento. Para essa análise *L. minor* apresentou 3,6 UDO/g de peso seco (UDO = unidade de densidade óptica), valores bem acima daqueles obtidos por Henry-Silva e Camargo (2006) para *E. crassipes* e *P. stratiotes*, de 0,5 e 0,4 UDO/g de peso seco, respectivamente. No entanto, segundo padrão estabelecido por Thomaz e Esteves (1984) que consideram que até 16 UDO/g as macrófitas podem ser utilizadas na alimentação animal, *L. minor* não sofre interferência dos polifenóis no seu aproveitamento em rações.

Para proteínas, o valor obtido para *L. minor* foi de 45%, pouco acima dos valores de Mohedano (2004), que para *L. valdiviana*, produzidas durante o tratamento de efluentes de piscicultura, obteve valores de 31,8% e 36,6% de proteína bruta. O valor obtido nessa análise é compatível com os descritos por Palafox e outros (2005), onde *Lemna* sp. tem variações nos valores de proteína entre 6,8 e 45% de peso seco. Mohedano (2004) relata que Lemnaceae de águas oligotróficas apresentam proteínas entre 15 e 25% e em ambientes eutróficos, os valores de proteínas ficam em torno de 35 a 45%. Acrescenta ainda que a farinha de *L. gibba* apresenta 41,7% de proteína bruta. Henry-Silva e Camargo (2006) obtiveram valores significativamente baixos, para *E. crassipes* 12,5% e *P. stratiotes* 15%. Em trabalho semelhante, Henry-Silva e Camargo (2002), obtiveram para *E. crassipes* 7,2% e *P. stratiotes* 8,8%.

Comparando os resultados, observa-se que há coerência entre eles e ressalta-se o que Esteves (1998) descreveu que existe uma perceptível diferença em relação à concentração de nutrientes na biomassa de macrófitas de regiões distintas. Esses valores de composição química, tão variáveis, estão associados às condições tróficas do ambiente aquático e às estações climáticas.

Estudos sobre a variação sazonal em relação ao fósforo e nitrogênio mostram que compostos como carboidratos, proteínas e lípidios têm suas concentrações variando constantemente, isso está ligado à dinâmica da comunidade das macrófitas, à disponibilidade de nutrientes do meio e fatores climáticos que vão possibilitar estocá-los, metabolizá-los, translocá-los ou excretá-los para o ambiente (PHILIPPI; SEZERINO, 2004).

Pode-se fazer uma comparação entre a composição de *L. minor* e outros vegetais utilizados na alimentação animal, conforme a Tabela 5.

Tabela 5: Valores comparativos da composição química (% de matéria seca) da casca do grão de soja (CGS), farelo de soja (FS), milho moído (MM), farelo de trigo (FT) e *L. minor* (LM)

Análise (%)	CGS	FS	MM	FT	LM
Matéria orgânica	95,5	93,6	98,9	95,8	86,5
Cinzas	4,5	6,4	1,1	4,2	13,5
Proteína bruta	10	51,4	8,9	17,4	45

Fonte: os autores.

Nota: A casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo foram analisadas por Zambom e outros (2001).

Lemna minor apresenta valor de matéria orgânica um pouco abaixo que os vegetais tradicionalmente empregados na alimentação animal. Com menos porcentagem de matéria orgânica o valor de cinzas aumenta, no entanto, esse dado não limita a utilização da macrófita na alimentação animal. Diferentemente do que a soja, o milho e o trigo, que se utiliza somente as sementes na alimentação, o emprego de macrófitas utiliza a planta inteira (frondes e raiz). O valor de proteínas obtido para *L. minor* (45%) é um pouco baixo que o do farelo de soja (51,4%). Isso não quer dizer que se pode substituir a soja por *L. minor* ou outros produtos com menos teor de proteínas, já que não se tem conhecimento dos aminoácidos que compõem essa proteína. Entretanto, os valores de composição química obtida para *L. minor* oferecem a possibilidade de utilizá-la como complemento na alimentação de animais.

Henry-Silva e Camargo (2002) enfatizam que a análise da composição química indica os possíveis usos da biomassa das macrófitas aquáticas, sendo necessários outros experimentos para avaliar a aceitabilidade desses vegetais pelos organismos que irão consumi-los.

Os dados de ganho de peso, comprimento e conversão alimentar aparente, sobrevivência e conversão alimentar foram submetidos à análise de comparação de médias, pelo método de Tukey (teste F significativo a 1% de probabilidade).

Analisando a Tabela 6 tem-se que os resultados do peso final são 1,70; 1,74; 1,49 e 1,24g e o comprimento final são 3,85; 3,89; 3,87 e 3,74cm respectivamente dos tratamentos I, II, III e IV. Verifica-se nesta tabela, que até ao final do experimento os resultados dos comprimentos na substituição da *L. minor* pela soja não são afetados significativamente, diferentemente do que ocorre com o peso, no qual os tratamentos em que há maior substituição da soja pela farinha de *L. minor* verifica-se uma influência marcante.

Tabela 6: Comprimento e peso médio de carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) em cada avaliação nos quatro tratamentos

Avaliação Dias	Comprimento (cm)				Peso (g)			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Povoamento	3,24	3,28	3,29	3,28	0,69	0,70	0,71	0,70
30	3,43	3,45	3,45	3,41	1,14	1,20	1,05	1,00
60	3,65	3,67	3,66	3,62	1,20	1,35	1,22	1,10
90	3,78	3,80	3,77	3,71	1,27	1,44	1,29	1,10
120	3,85	3,89	3,87	3,74	1,70	1,74	1,49	1,24

Fonte: os autores.

A substituição do farelo de soja pela *L. minor* a partir de 12% (tratamento III) ocasiona diminuição na velocidade de ganho de peso dos peixes, enquanto a substituição de até 6% (tratamento II) não afetou o desenvolvimento destes. Esse fato pode ser explicado pelo desbalanceamento de aminoácidos da *L. minor*, o que proporciona menor porcentagem de enzimas nas dietas. Com isso, a exigência das carpas-comuns em relação aos aminoácidos não é atendida, o que implica na redução do valor biológico das dietas que contém a macrófita, isso também pode estar relacionado com as deformações da cauda e raquitismo que ocorreu nos tratamentos III e IV.

O ganho médio de peso dos tratamentos I a IV foi 1,01; 1,04; 0,78 e 0,54g e o comprimento foi 0,61; 0,61; 0,58 e 0,46cm respectivamente, também evidenciam o comprometimento quanto ao nível de incremento da *L. minor* na dieta (Tabela 7).

Tabela 7: Tratamentos, número de repetições, ganho médio do comprimento e peso, e a conversão alimentar de carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) nos quatro tratamentos

Porcentagem de lemna (%)	Repetições	Ganho médio		Conversão Alimentar
		Comprimento	Peso	
0	06	0,61 ^a	1,01 ^a	1,88 ^a
6	06	0,61 ^a	1,04 ^a	1,84 ^a
12	06	0,58 ^a	0,78 ^b	2,25 ^b
18	06	0,46 ^b	0,54 ^c	2,80 ^c

Fonte: os autores.

Nota: Médias na coluna, seguidas de letras distintas, diferem significativamente entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A conversão alimentar aparente foi de 1,88; 1,84; 2,25 e 2,80 e de acordo com Boyd (1976), os índices de conversão alimentar de peixes onívoros aproximando-se de 2:1 não é satisfatória biologicamente ou economicamente. Já Teimeir, Deyoe e Lipper (1969) também consideraram que uma conversão acima de 2:1 é insatisfatória. Porém, pelo fato de viverem em meio aquático, torna-se difícil a obtenção de estimativa precisa dessa medida, pela influência da biomassa natural. Portanto, a conversão alimentar aparente encontrada neste trabalho, encontra-se dentro do esperado em trabalhos na região (GRAEFF; PRUNER, 1997 ab).

A taxa de sobrevivência obtida nos tratamentos I a IV foi 43,3%; 46,7%; 66,7% e 63,3%, estando abaixo do esperado para os experimentos realizados nas mesmas condições por Graeff, 1998.

Considerando os resultados obtidos com esse experimento podem sugerir que as alterações evidenciadas como crescimento comprometido e deformações na cauda sejam ocasionadas por algum composto exigido pelos peixes e que os tratamentos não foram eficientes em fornecer níveis suficientes para suprir tais exigências ou que algum composto tóxico possa estar presente na biomassa de *L. minor* incorporado do sistema de criação de onde ela foi coletada. Ainda há a possibilidade da existência de alguma epífita crescendo sobre a população de *L. minor* gerando algum tipo de toxicidade ou algum composto atuando como quelante ou mesmo que *L. minor* associada à soja sejam antitóxicas ou anti-nutrientes.

Uma substituição de 6% da farinha de soja por farinha de *L. minor*, obtida nestas condições neste experimento, não confere um resultado muito expressivo, considerando-se que outros autores, como Palafox e outros (2005) obtiveram resultados expressivos quando na alimentação de peixes, substituíram-se 50% da proteína convencional (farinha de peixe e farinha de soja) por *Lemna* sp. fresca.

Os resultados obtidos na utilização de macrófitas aquáticas como alimento para peixes é conflitante. Mohedano (2004) alimentando alevinos de *O. niloticus* com farinha de *L. valdiviana* como uma das fontes de proteína obteve resultados significativamente iguais aos tratados com farinha de peixe como fonte protéica. Em outro trabalho citado por Mohedano (2004) os resultados obtidos foram satisfatórios para uma inclusão de até 50% de *Lemna* sp. em dietas para tilápias.

Essa (1997 apud HENRY-SILVA; CAMARGO, 2002) ao substituir 50% das rações comerciais por *Lemna* sp. em tratamento de *O. niloticus* também não observou efeitos adversos.

Henry-Silva e Camargo (2002) citam que El-Sayed (1992), analisando *A. pinnata* como um substituto à farinha de peixe para tilápia do Nilo (*O. niloticus*), constatou um reduzido ganho de peso dessa espécie.

Nenhum autor utilizado como referência neste trabalho, assim como os próprios autores, evidenciaram se a utilização de macrófitas, principalmente as utilizadas em tratamentos de efluentes e posterior produção de ração, geram sabor ou odor na carne dos peixes desagradáveis ao paladar.

3 CONCLUSÃO

Os valores de composição química obtida para *L. minor* assemelha-se a de algumas sementes utilizadas na alimentação animal, o que a torna uma alternativa para tal.

Embora a composição química seja interessante, nas condições em que foram realizadas este experimento, a melhor resposta da carpa comum na fase de recria foi ao tratamento com 6% de substituição de farelo de soja pela macrófita aquática *L. minor*.

Cabe ressaltar que os exemplares utilizados para análise de composição química e para a produção de rações são de procedência distintas o que se leva a pensar que as alterações evidenciadas como crescimento comprometido e deformações na cauda sejam ocasionadas por algum composto tóxico presente na biomassa de *L. minor* incorporado do sistema de criação de onde ela foi coletada, ou, ainda, que algum composto exigido para o bom desenvolvimento dos peixes não estava presente em níveis suficientes nos tratamentos.

Uma boa alternativa de aproveitamento desse material é sua utilização como complemento em rações para alimentação animal, exigindo-se para isso mais estudos.

Evaluation of the nutritious potential of Macrofita aquatic Lemna minor, through it analyzes its of the chemical composition and for its use in ration for common carp (Cyprinus carpio L.) in the phase of it recreates

Abstract

Duckweed is widely used in treatment of effluent, acting in the reduction and removal of nutrients, toxics composites, heavy metals and patogenes organisms. Recently many works evidenced its use in animals feeding for having high taxes of protein in its biomass. This project analysed the chemical composition of Lemna minor and its efficiency when used in ratios for common carp (Cyprinus carpio L.) in substitution the soy. For the analysis of chemical composition, the dry biomass of L. minor presented 13,5% of inorganic substance and 86,5% of organic substance, 5,34% correspond the lipids, 6,3% the carbohydrates, 9,16% the starch, 3,62 UDO/g of dry weight of polyphenols and 45% the protein. It was chosen to elaborate rations for fish because its of fast growth, several types of treatment and better control from external factors. It had been formulated four types of treatments: treatment I with 0% of L. minor (control treatment), treatment II with 6%, treatment III with 12% e treatment IV with 18% of flour of L. minor in substitution of soy flour. Each treatment was supplied for 30 fingerlings (Cyprinus carpio, daily pay phase fattening) divided in 6 aquariums, during 120 days. The highest tax of survival was verified in treatment III, the treatment IV was what presented the greatest deformations in the fingerlings and the heaviest final weight was verified in the treatment II, therefore, it indicates a substitution of 6% of soy flour for L. minor flour for feeding of Cyprinus carpio L. in the recreates phase or its use as supplement in rations.

Keywords: Chemical composition. Cyprinus carpio L. Feeding. Lemna minor.

Nota Explicativa

¹ Parte do Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas apresentada à Unoesc pelo terceiro autor.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, S. E. et al. **Chemical analysis of ecological materials**. Oxford: Blackwell, 1974. 325 p.
- AOAC. Association of analytical chemist. **Official methods of analysis**. Washington: 1995. 185 p.
- ARRIGNON, J. **Ecologia y Piscicultura de águas dulces**. Madrid: Mundi-Prensa, 1979. 365 p.
- BEJARANO, J. R. C. Lenteja de água para el tratamiento de aguas residuárias. Fatores que afetam su crecimiento. **Facultad de Ingeniaria. Universidad del Valle**, Cali-Colômbia, 1998. 28 p.
- BOYD, C. E. **Limne requirements and application in fish ponds**. In: Aq/conf, 176/E 13, Kyoto. 1976. 6 p.
- CASTAGNOLLI, N. **Fundamentos da nutrição de peixes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 108 p.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Funep, 1992. 189 p.
- DUBOIS, M. et al. A colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Anal. Chem**, v. 28, 1956. 127 p.
- EL-SAYED, A. F. M. Effects of substituting fish meal with *Azzolla pinnata* in practical diets for fingerling and adult Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. L. **Aquacult. Fish Manag.**, Oxford, v. 23, 1992.
- ESSA, M. A. Utilization of some aquatic plants in diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fingerlings. **Egypt J. Aquat. Biol. Fish**, Cairo, v. 1. 1997.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interamericana; Finep, 1998. 602 p.
- FOLCH, J. et al. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J. Biochem**, v. 26, 1957. 14 p.
- GRAEFF, A. Efeito da substituição da proteína vegetal pelo uso de colágeno na alimentação de carpas (*Cyprinus carpio* L.). In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10 e CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1, Recife. **Anais...** Recife: ABRAq, 1998. p. 79-91.

GRAEFF, A.; PRUNER, E. N.; SPENGLER, M. M. Efeito da substituição do farelo de soja pelo resíduo de cevada na alimentação da carpa comum (*Cyprinus carpio* L.). **Revista Ceres**, v. 48, n. 280, p. 691-698, 2001.

GRAEFF, A.; PRUNER, E. N. Influência de diferentes densidades de povoamento no desenvolvimento do alevino I de *Cyprinus carpio* (L.), em Curitiba, SC. In: **B. Inst. Pesca**, v. 24, especial, p. 267-272, 1997a.

GRAEFF, A.; PRUNER, E. N. Influência de diferentes densidades de povoamento no desenvolvimento do alevino I de *Cyprinus carpio* (L.), em Rio das Antas, SC. In: **B. Inst. Pesca**, v. 24, especial, p. 263-278, 1997b.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Composição química de macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. **Acta Sci**, v. 28, p. 21-32, 2006.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Valor nutritivo de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. **Acta Sci**, v. 24, p. 36-48, 2002.

JOLY, A. B. **Botânica. Introdução à taxonomia vegetal**. 4. ed. São Paulo: Nacional, 1977. 568 p.

KING, H. C.; HEAT, G. W. The chemical analysis of small sample of leaf material and the relationship between the disappearance and composition of leaves. **Pedobiologia**, v. 7, 1967.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 1. ed. Jundiaí, 2000. 285 p.

LOGATO, P. V. R. **Nutrição e alimentação de peixes de água doce**. Viscosa: Aprenda Fácil, 2000. 128 p.

LUKOWICZ, M. V. Intensive carp (*Cyprinus carpio* L.) is rearing in a farm pond in southern Germany and its effects on. **Aquaculture Engineers**, v. 1, n. 2, p. 121-137, 1982.

MAKINOUCI, S. Criação de carpas em água parada. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 67, p. 30-47, 1980.

MOHEDANO, R. A. Tratamento de efluentes e produção de alimento, em cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*), através da macrófita aquática *Lemna valdiviana* (Lemnaceae). 2004. Dissertação (Mestrado em Aquicultura)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of fish**. N. A. P. Washington, D. C., 1993. 103 p.

ORDOG, V., NUNES, Z.M.P. Sensibilidade de peixes à amônia livre. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE AQUICULTURA, 6., 1988, Florianópolis; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5., 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAq., 1988, p. 169-174.

PALAFIX, P. et al. Perspectivas de la *Lemna* sp. para la alimentación de peces. **Revista eletrônica de veterinária**, Redvet, v. 6, n. 3, mar. 2005.

PEZZATO, L. E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para a indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre Nutrição de Peixes e Crustáceos, 1995, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: CBNA, 1995. p. 33-53.

PHILIPPI, L. S.; SEZERINO, P. H. Aplicação de sistemas tipo Wetlands no tratamento de águas residuárias: Utilização de filtros plantados com macrófitas. Florianópolis, 2004.

RAVEN, P. H. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 221 p.

REID, G. K., WOOD, R. D. **Ecology of Island waters and estuaries**. New York: D. Van Nostrand, 1976. 485 p.

TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada a aquicultura**. Jaboticabal: Funep, 1995. 70 p.

TEIMEIR, W.; DEYOE, C. W.; LIPPER, R. Influence of photoperiod on growth of fed channel cat-fish (*Ictalurus punctatus*) in early spring and late fall. **Trans. Kansas Acad. Sci.**, v. 72, p. 519-522, 1969.

THOMAZ, S. M.; ESTEVES, F. A. Estudo da biomassa de algumas espécies de macrófitas aquáticas tropicais quanto ao seu valor nutritivo. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 1984, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 1984. P. 101-109.

VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. C. E. Algas: da economia nos ambientes aquáticos a biorremediação e à química analítica. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 1, jan./fev. 2004.

VINATEA ARANA, L. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura**: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: Ed. Ufsc, 1997. 166 p.

ZAMBOM, M. A. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 937-943. 2001.

Recebido em 7 de abril de 2008

Aceito em 23 de junho de 2008