

Biomassa de *Eichhornia crassipes* e *Lemna minuta* para alimentação animal

Biomass of Eichhornia crassipes and Lemna minuta for animal feed

Fábio Antônio Antonelo¹; Matheus de Almeida Loureiro²; Gracielle Johann³

¹Graduado em Ciências biológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois vizinhos, Paraná. Fone: (46) 99125-9074, e-mail: fabioantonelo.33@gmail.com; ²Graduando em Engenharia de bioprocessos e biotecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois vizinhos, Paraná. Fone: (13) 97409-3015, e-mail: mloureiro@alunos.utfpr.edu.br; ³Doutora em Engenharia química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois vizinhos, Paraná. Fone: (45) 99124-7464, e-mail: graciellej@utfpr.edu.br.

NOTA CIENTÍFICA

Recebido: 02/06/2018
Aprovado: 25/03/2019

Palavras-chave:
Aguapé
Lentilha d'água
Plantas aquáticas
Valor nutricional

Key words:
Aguapé
Water lentil
Nutritional value
Aquatic plants

RESUMO

Objetivou-se analisar a composição centesimal de *Eichhornia crassipes* e *Lemna minuta*, bem como avaliar os seus rendimentos da extração de carboidratos, visando a aplicação de suas biomassas para a alimentação animal. Para a composição centesimal da matéria prima, foram avaliados os percentuais de umidade, minerais, proteínas, fração de parede celular, lipídios e carboidratos solúveis. Os resultados obtidos na composição da biomassa de *E. crassipes* revelou 8,48% de proteína bruta e 68,45% de fração de parede celular. Para *L. minuta*, obteve-se 14,95% de proteína bruta e 53,43% de fração de parede celular. Para umidade, cinzas, proteína bruta, fração de parede celular e lipídios houve diferença estatisticamente significativa entre as espécies. Para o rendimento da extração de carboidratos, foi constatada uma média de 0,83% para *L. minuta*, sendo este valor, mais baixo do que o obtido para *E. crassipes* (2,65%). Deu-se a avaliação da composição centesimal e da extração de carboidratos das biomassas de *E. crassipes* e *L. minuta* e foi constatado por meio dos resultados obtidos para os níveis de proteínas e fibras que as biomassas dessas espécies podem ser utilizadas na alimentação animal.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the centesimal composition of *Eichhornia crassipes* and *Lemna minuta*, as well as to evaluate their yields of carbohydrate extraction, aiming the application of their biomasses to animal feed. For the centesimal composition of the raw material, the percentages of moisture, minerals, proteins, cell wall fraction, lipids and soluble carbohydrates were evaluated. The results obtained in the biomass composition of *E. crassipes* revealed 8.48% crude protein and 68.45% cell wall fraction. For *L. minuta*, 14.95% crude protein and 53.43% cell wall fraction were obtained. For moisture, ash, crude protein, cell wall fraction and lipids there was a statistically significant difference between the species. For the yield of carbohydrate extraction, an average of 0.83% was found for *L. minuta*, this value being lower than that obtained for *E. crassipes* (2.65%). The evaluation of the centesimal composition and the carbohydrate extraction of the biomasses of *E. crassipes* and *L. minuta* was carried out and the results obtained for the protein and fiber levels showed that the biomasses of these species can be used in animal feed.

INTRODUÇÃO

As macrófitas aquáticas são componentes básicos dos sistemas aquáticos continentais sendo que tais organismos desempenham também funções de considerável importância em sistemas artificiais (SILVA et al., 2012). A ação das populações de plantas aquáticas abrange desde serviços ecológicos até mesmo a fitorremediação. Esta, quando em sistemas aquáticos, é um processo tecnológico em que se utilizam plantas para diminuir, degradar, imobilizar e conter componentes químicos da água (VASCONCELLOS et al.,

2012), sendo gerado a partir do crescimento dessas plantas, grande volume de biomassa vegetal.

Diversas espécies de plantas aquáticas são empregadas nos processos melhoria da qualidade da água em sistemas aquáticos, e dentre essas, destacam-se as macrófitas flutuantes *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms e *Lemna minuta* Kunth.

E. crassipes (Aguapé) é um vegetal com ciclo de vida perene, possui raízes numerosas e de caráter plumoso, as quais são precedidas de um caule estolonífero curto, podendo todo o talo ser fixo ou flutuante (PALMA-SILVA et al., 2012). A espécie pertence ao grupo das Pontederiaceae e por

muito tempo foi vista apenas como uma praga agrícola (MENDES et al., 2009). Em contrapartida inúmeras investigações vêm sendo realizadas em relação às aplicações dessa espécie no tratamento de efluentes (MEES et al., 2009; PALMA-SILVA et al., 2012; JONAS; HUSSAR, 2010; GONÇALVES et al., 2010).

L. minuta (Lentilha d'água) é uma planta pertencente à família das Aráceas e está entre as menores plantas com flores do planeta. A aplicação das espécies deste grupo, Lemnaceae, resulta em uma grande produção de biomassa, que pode ser empregada na alimentação animal pelo fato das plantas desse grupo possuírem alto teor proteico (MOHEDANO et al., 2012; JIMÉNEZ et al., 2011).

Tanto *E. crassipes*, quanto *L. minuta* são organismos que possuem comportamento invasivo/espontâneo. Por esse motivo, o caráter competitivo destas apresenta-se como uma ameaça aos ecossistemas aquáticos, uma vez que promove a diminuição da biodiversidade da flora e fauna nativas (MORMUL et al., 2010).

Para tanto, torna-se necessário buscar aplicações para a grande quantidade de biomassa produzida nessas condições, e para isso, torna-se necessário conhecer o potencial nutricional de cada espécie, o que pode ser viabilizado por meio da análise da composição centesimal.

Alguns estudos já foram desenvolvidos para a avaliação da composição centesimal de *E. crassipes*, porém, o oposto foi evidenciado para *L. minuta*, quando em consulta em literatura especializada.

A obtenção de biomoléculas a partir de biomassa vegetal pode ser uma alternativa viável de sustentabilidade (SHUTZ et al., 2015), ainda mais quando associada ao estudo de técnicas alternativas de extração para a diminuição de custos, promovendo assim a utilização favorável de espécies espontâneas.

Nesse panorama, o principal objetivo do presente trabalho foi analisar a composição proximal da biomassa de *E. crassipes* e *L. minuta* em termos de sua composição centesimal e do rendimento da extração de carboidratos, a fim de conhecer as potenciais aplicações de suas biomassas para a alimentação animal.

MATERIAL E MÉTODOS

As macrófitas aquáticas foram coletadas manualmente em reservatórios do município de Dois Vizinhos, Sudoeste do estado do Paraná (-25.736615, -52.987978 para *E. crassipes* e -25.698432, -53.100509 para *L. minuta*). Após a coleta, as plantas foram higienizadas com água corrente, seguido de enxague com água destilada a fim de eliminar resíduos. As partes utilizadas na extração na avaliação da composição centesimal para a *E. crassipes* foi folhas e pecíolos e para *L. minuta* foram fronde e raízes

Para a caracterização de *E. crassipes* deu-se a utilização apenas da parte aérea das plantas, seguindo assim, metodologia pertinente (REBELLO et al., 1996). Para *L. minuta*, devido ao seu tamanho reduzido apresentar limitações em relação à retirada das raízes, o talo completo foi empregado.

Nesse sentido, a matéria-prima empregada na extração dos carboidratos e na composição centesimal da biomassa das macrófitas aquáticas são apresentadas na Figura 1A (*E. crassipes*) e 1B (*L. minuta*).

Figura 1. Biomassa *in natura* de *E. crassipes* (A) e *L. minuta* (B).



Fonte: Autoria própria, 2018.

Todos os experimentos foram conduzidos nos laboratórios de Ecologia Geral, Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Bromatologia e Análise de alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Dois Vizinhos.

A fim de determinar a composição centesimal das duas espécies 3 amostras de cada planta com massa conhecida foram mantidas em estufa com circulação e renovação, a 55 °C por 72 horas e depois disso, o material foi mantido em dessecador de bancada com sílica até ser realizada uma nova pesagem, após a estabilização da temperatura (AOAC, 1998). Posteriormente, os materiais foram processados em moinho de facas, adaptado com peneira de 1 mm.

O material obtido foi caracterizado em termos de:

- Umidade (%): determinada através da matéria seca, que se baseia na secagem das amostras pré-secas em estufa a 100 °C até peso constante (AOAC, 1998).
- Cinzas (%): determinada pela incineração da amostra em mufla a 600 °C por 4 horas (AOAC, 1998).
- Proteína bruta (%): foi analisada por meio de destilação de nitrogênio segundo o método de Kjeldahl (IAL, 2008).
- Fração de parede celular (%): as amostras foram digeridas na presença de detergente neutro durante 1 hora e ainda quentes foram filtrados, acondicionados em estufa de secagem e em seguida, transferidos para dessecador de bancada até estabilização da temperatura (IAL, 2008).
- Lipídeos (%): foram determinados por meio de extração em éter de petróleo PA em um extrator ANKOM XT15 *Extractor*, seguido por secagem em estufa, conforme descrição retratada por AOAC (1998).
- Carboidrato solúvel (%): foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de umidade, cinzas, proteína bruta, fração de parede celular e lipídeos (IAL, 2008).

Além destes, a biomassa ainda foi avaliada em termos de rendimento da extração dos carboidratos, sendo para isso utilizado o método descrito por Hayashi e Okasaki (1970), com modificações apresentadas por Rebello et al. (1996). Nesse método adaptado, as plantas secas não são submetidas à pré-tratamento, o que reduz custos de extração.

A matéria-prima foi inicialmente seca em estufa com circulação e renovação de ar, a 60 °C, por 48 horas. Após secagem, a biomassa foi sanitizada com hipoclorito a 2%, e imersa em água destilada por 2 horas, numa proporção de 1:30 (planta:água). Em seguida, o material foi drenado, pesado e triturado em liquidificador industrial com volume de água e massas conhecidas, seguindo o planejamento experimental relatado por Florêncio et al. (2012).

Depois de trituradas, as plantas foram levadas a banho-maria a 100 °C por 2 horas e em seguida, o material digerido foi filtrado em tecido de algodão, ainda em alta temperatura. Após a filtragem, o material permaneceu em repouso por 24 horas, seguido de congelamento pelo mesmo período de tempo. Após o descongelamento, a água sobrenadante foi eliminada e o material decantado foi levado a uma estufa com circulação de ar, a 65 °C por mais 72 horas. Após o término do período de secagem, o material obtido foi pesado para a determinação do rendimento de extração.

Os resultados para a composição centesimal para ambas as espécies foram comparados por meio de Análise de Variância (ANOVA) utilizando-se o programa Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007) com a aplicação do Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na composição da biomassa de *E. crassipes* em ordem crescente são de 1,20% lipídeos, 3,0% para carboidratos solúveis, 5,32% de umidade, 8,48% de proteína, 13,5% de cinzas e 68,45% de fração de parede celular (fibras), sendo obtido um percentual de 81,13% de matéria orgânica. Já para LM, obteve-se 0,62% de lipídeos, 2,12% de carboidratos, seguido de 14,28% de umidade, bem como 14,6% de cinzas, 14,95% de proteína e 53,43% de fração de parede celular, resultando em 71,12% de material orgânico (Tabela 1).

Tabela 1. Composição centesimal para os componentes da biomassa de *E. crassipes* e *L. minuta*.

Componente (%)	<i>E.</i>		(p)
	<i>crassipes</i>	<i>L. minuta</i>	
Umidade	5,32	14,28	< 0,01
Cinzas	13,55	14,60	< 0,01
Proteína bruta	8,48	14,95	< 0,01
Fração de Parede Celular	68,45	53,43	< 0,01
Lipídios	1,20	0,62	< 0,05
Carboidratos solúveis	3,00	2,12	> 0,24

A análise demonstrou que para umidade, cinzas, proteína bruta, fração de parede celular e lipídios houve diferença significativa entre as espécies. Para os carboidratos solúveis, não houve diferença estatística.

Partindo da composição centesimal, viu-se que, para quantidade de água, minerais e proteínas, *L. minuta* apresentou valores maiores do que *E. crassipes*. Porém, para a quantidade de fibras e lipídeos, *E. crassipes* se sobressaiu. Essas diferenças estão relacionadas ao fato de que espécies distintas apontam diferentes proporções para cada componente biológico da composição da matriz vegetal, uma vez que estes são influenciados pela carga genética de cada espécie.

Para a composição de *E. crassipes*, resultados semelhantes foram obtidos por Henry-Silva e Camargo (2002), que ao analisarem a composição da mesma espécie, constataram 10,1% de proteína e 60,7% de fração de parede celular. Porém, no mesmo trabalho os autores encontraram valores ligeiramente maiores para lipídios e carboidratos solúveis (4,7% e 14,5% respectivamente), podendo essas diferenças serem justificadas pelas divergências entre os ambientes em que as plantas estavam inseridas.

Nesse viés, tal percentual de materiais lignificados, celulósicos e hemicelulósicos pode conferir resistência aos pecíolos e folhas dessa espécie e além disso, do mesmo modo que investigado por Silva et al. (2009a), a biomassa de *E. crassipes* pode ser empregada para obtenção de fibras vegetais.

Florêncio et al. (2012), estudando a composição centesimal de *Gracilaria caudata* J. Agardh, obtiveram 85,1% de umidade, 4,39% de cinzas, 0,36% de lipídios, 1,42% de proteínas e 8,73% de carboidratos.

Em um estudo desenvolvido por França et al. (2009) utilizando uma Lemnaceae (*Lemna valdiviana* Phil), foram obtidos valores semelhante para proteína bruta sendo que o valor máximo encontrado pelos autores foi de 19,66%. Além disso, os mesmos autores visualizaram um baixo teor de fibras em comparação com o presente estudo.

Ainda sob essa temática, Graeff et al., (2007), ao avaliarem a composição centesimal de *Lemna minor*, obtiveram 45% de proteínas, 5,34% de lipídios, 6,3% de carboidratos solúveis totalizando uma fração de 86,5% de material orgânico contido na biomassa, sendo que, em comparação com o presente estudo, os níveis proteicos elucidados para *L. minor* foram ligeiramente superiores. Dentre as aplicações da biomassa dessa espécie, os mesmos autores argumentam que a farinha de *Lemna* pode substituir a farinha de soja na formulação de rações para a criação de *Cyprinus carpio*, porém, o percentual máximo a ser empregado é de 6%.

Na alimentação animal, dois componentes que devem ser levados em consideração são a constituição proteica e a fração fibrosa. Ao avaliar esses componentes no capim-marandu (REIS et al., 2009) e *Urochloa decumbens* (PACIULLO et al., 2010), os quais são amplamente utilizados na alimentação animal, os valores médios encontrados para a composição centesimal foram de 12,52 e 8,78% de proteína e 61,6 e 68,63% de fração da parede celular (fibras). Em comparação com os dados obtidos no presente estudo, é possível sugerir que *E. crassipes* e *L. minuta* são plantas que ainda podem ser potencialmente exploradas para a produção de forragem com vistas a alimentação de animais e em específico, na formulação de rações com controle da concentração de materiais fibrosos (LEWANDOWSKI et al., 2014).

Os resultados referentes ao rendimento da extração de carboidratos partindo da biomassa de *E. crassipes* e *L. minuta* estão representados na Tabela 2. A análise revelou que as médias de rendimento para a mesma planta não apresentaram diferença significativa, o que mostra que independentemente da massa utilizada no processo de extração, o rendimento da obtenção de carboidratos para estas espécies não irá apresentar diferenças.

Tabela 2. Rendimento médio da extração de carboidratos de *E. crassipes* e *L. minuta*.

Espécie	Massa (g)	Rendimento (%)
<i>L. minuta</i>	5	0,82
<i>L. minuta</i>	10	0,85
<i>E. crassipes</i>	5	2,86
<i>E. crassipes</i>	10	2,44

Os menores valores para o rendimento da extração de carboidratos foram evidenciados para *L. minuta*, sendo constatada um valor médio de 0,83%, sendo este valor, mais

baixo do que o valor médio obtido para *E. crassipes*, que foi de 2,65%. Alguns estudos semelhantes foram desenvolvidos a fim de quantificar o rendimento da extração de carboidratos de plantas. Kienteka et al. (2018), ao mensurar o rendimento da extração de polissacarídeos em *Sicana odorifera* por meio de extrações sequenciais, observou que os valores de rendimento variaram de 1,4 até 4,5%, sendo que esses componentes exercem importantes funções biológicas.

Nesse sentido, Joaquim et al. (2014), argumenta que carboidratos são biomoléculas de grande importância para organismos vegetais, os quais desempenham funções que vão desde o armazenamento de energia, até a resistência a temperaturas extremas. A mesma autora, ao determinar a fração de carboidratos solúveis em tubérculos de 27 espécies herbáceas, visualizou que os maiores percentuais estiveram próximos de 30%. O fato dos tubérculos serem órgãos de reserva em plantas justifica os valores superiores para os carboidratos encontrados no mesmo trabalho.

Ainda nesse viés, Silva et al. (2009b), avaliaram a extração de polissacarídeos em duas espécies de vegetais do semiárido e observaram um rendimento de extração de 3,4% para as folhas de Jucá e 1,6% para as folhas de jenipapo. Em comparação com esses resultados, o rendimento para a extração desse grupo de biomoléculas evidenciada na biomassa das folhas das espécies *E. crassipes* está dentro da faixa de valores encontrados na literatura, já para *L. minuta*, foram obtidos valores inferiores.

Lee et al. (2016), ao investigar quais seriam os fatores influenciadores no rendimento da extração e qualidade dos carboidratos obtidos, observaram que são inúmeros os parâmetros influenciadores, dentre eles estão a estação do ano da coleta do vegetal, a salinidade da água do cultivo, a temperatura, a intensidade luminosa, além do estágio fisiológico dos organismos vegetais e o método de extração.

CONCLUSÕES

A biomassa de *E. crassipes* e *L. minuta* podem ser aplicadas para uso na alimentação animal de acordo com os níveis de proteínas e fibras. Com isso, testes de digestibilidade são necessários para fornecer dados nutricionais complementares para um melhor controle do equilíbrio nutricional e energético com vistas ao uso da biomassa de ambas espécies para essa finalidade.

REFERÊNCIAS

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis, 16th ed., AOAC, Arlington, 1998.

AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. dos. BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: MCT; IDSM; CNPq, 2007. 364 p.

FLORÊNCIO, I. M.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H. da; FERNANDES, V. S.; CAVALCANTI, M. T. Estudo da extração de ágar da macroalga *Gracilaria caudata* J. Agardh para utilização em fins alimentícios. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v. 7, n. 2, p.71-78, 2012.

FRANÇA, G. M. de O.; FILHO, J. F. de M.; PEREIRA, C. M.; FARIA, G. A.; MELO, F. V. S. T. de; SANTOS, J. G. dos. Valor nutricional de *Lemna valdiviana* Phil (Araceae) submetida a diferentes concentrações de fertilização com excremento de aves. Biotemas, v. 22, n. 3, p. 19-26, 2009.

GONÇALVES, C. V.; SCHWARZBOLD, A.; JASPER, A. Fitoacumulação de cromo em *Eichhornia crassipes* (mart.) solms disposta em sistema de tratamento de efluentes de indústria de couro. Porto Alegre, 2009.

GRAEFF, Á.; VIANNA, A. G.; TONETTA, D.; PRUNER, E. N. 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 recria. Evidência, Joaçaba, v. 7, n. 1, p. 37-50, 2007.

HAYASHI, K.; OKAZAKI, A. *Handbook on agar*. Korinshoin, Tokyo, 1970, 543 p.

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 Scientiarum, Maringá, v. 24, n. 2, p. 519-526, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1020 p. Instituto Adolfo Lutz: São Paulo. 2008.

JONAS, T. C.; HUSSAR, G. J. Utilização do Aguapé no pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio compartimentado. Engenharia Ambiental Unipinhal, v. 7, n. 4, p. 20-32, 2010.

JIMÉNEZ, G.; RODRIGUEZ, E.; CONTRERAS, M.; VALBUENA, A.; COLINA, M. Obtención de carboximetil celulosa usando Lemna como materia prima. Revista Iberoamericana de Polímeros, v. 12, p. 6, 2011.

JOAQUIM, E. D. O.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. D. C. L.; HAYASHI, A. H.; CARVALHO, M. A. M. D. Inulin contents and tissue distribution in underground storage organs of Asteraceae species from the Brazilian rocky fields. Botany, v. 92, n. 11, p. 827-836, 2014.

KIENTEKA, S. S.; CORRÊA-FERREIRA, M. L.; DE OLIVEIRA PETKOWICZ, C. L. Characterization of cell wall polysaccharides from *Sicana odorifera* fruit and structural analysis of a galactan-rich fraction pectins as side chains. Carbohydrate polymers, v. 197, p. 395-402, 2018.

LEE, W.; LIM, Y.; LEOW, A. T.; NAMASIVAYAM, P.; ABDULLAH, J. O.; HO, C. Factors affecting yield and gelling properties of agar. Journal of Applied Phycology, v. 3, n. 29, p. 1527-1540, 2016.

LEWANDOWSKI, V.; PESSINI, J. E.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.; BOSCOLO, W. R. Aguapé (*Eichhornia crassipes*) em dietas para juvenis de tilápias do Nilo. Acta Iguazu, v. 3, n. 3, p. 103-112, 2014.

- MEES, J. B. R.; GOMES, S. D.; VILAS BOAS, M. A.; FAZOLO, A.; SAMPAIO, S. C. Removal of organic matter and nutrients from slaughterhouse wastewater by using *Eichhornia crassipes* and evaluation of the generated biomass composting. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 466-473, 2009.
- MENDES, P. L. de A.; MEYER, S. T.; NORONHA, I. A. de S.; GOMES, S. M. A.; SANTOS, M. H. dos. Alterações morfológicas em *Eichhornia crassipes* (Aguapé) (Mart.) Solms-Laubach (Pontederiaceae), exposta a elevadas concentrações de mercúrio. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, v. 19, p. 29-38, 2009.
- MOHEDANO, R. A.; COSTA, R. H.; TAVARES, F. A.; BELLI FILHO, P. High nutrient removal rate from swine wastes and protein biomass production by full-scale duckweed ponds. Bioresource Technology, v. 112, p. 98-104, 2012.
- MORMUL, R. P.; MICHELAN, T. S.; THOMAZ, S. M. Espécies exóticas e invasoras no Brasil: a grande preocupação com macrófitas aquáticas. B Ablimno, v. 39, 2010.
- PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; JUNIOR, J. D. M.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, 2010.
- PALMA-SILVA, C.; ALBERTONI, E. F.; TRINDADE, C. R. T.; FURLANETTO, L. M.; ACOSTA, M. C. Uso de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms para fitorremediação de ambientes eutrofizados subtropicais no sul do Brasil. PERSPECTIVA, v. 36, n. 133, p. 73-81, 2012.
- REBELLO, J.; OHNO, M.; UKEDA, H.; SAWAMURA, M. Agar quality of commercial agarophytes from different geographical origins: 1. Physical and theological properties. Journal of Applied Phycology, v. 8, p. 517-521 1996.
- REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PÁSCOA, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. Revista Brasileira de Zootecnia, p. 147-159, 2009.
- SHUTZ, E. R. D.; BUSS, M. V.; SALAMONI, S. P.; NUNES, E. de O.; MENEZES, J. C. S. dos S. Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes como alternativa energética sustentável para a produção de bioetanol. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2015.
- SILVA, D. S.; MARQUES, E. E.; LOLIS, S. F. Macrófitas aquáticas: “vilãs ou mocinhas?”. Interface, Botucatu, 2012.
- SILVA, K. A. DA.; CORRADINI, E.; MATTOSO, L. H. C.; GALVANI, F.; JORGE, M. H. A.; SOARES, M. T. S.; MARCONCINI, J. M. Extração e caracterização da fibra de camalote (*Eichhornia crassipes* (Mart)) proveniente do pantanal. Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009a.
- SILVA, K. E. S. da; SILVA, R. O. da; GOMES, V. DOS S.; BENEVIDES, N. M. B.; ASSREUY, A. M. S.; PEREIRA, M. G. Extração de polissacarídeos de duas espécies vegetais do semi-árido (Quixadá-CE). In: Congresso Nacional de Botânica, 60, e Reunião Nordestina de Botânica, 32, e Encontro Regional de Botânicos – MG, BA, ES, 29. Anais... Feira de Santana: SBB, 2009b.
- VASCONCELLOS, M. C.; PAGLIUSO, D.; SOTOMAIOR, V. S. Fitorremediação: Uma proposta de descontaminação do solo. Estudos de Biologia: Ambiente e Diversidade, 2012.