



## **Reaproveitamento de biomassa da *Salvinia auriculata* Albert. na produção de blocos cerâmicos**

**Felipe Pereira de Albuquerque<sup>1</sup>, Débora Cristina de Souza<sup>2</sup>, Darlene Lopes do Amaral Oliveira<sup>2</sup>, Maiko Cristian Sedoski<sup>2</sup>, Sônia Barbosa de Lima<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bolsista da FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA/UTFPR – Brasil (f.albuquerque@ymail.com)

<sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão  
(sblima@utfpr.edu.br)

### **Resumo**

A fitorremediação de águas residuárias utilizando macrófitas aquáticas gera grandes quantidades de resíduos, principalmente a biomassa. Este resíduo quando descartado provoca impacto ambiental negativo. Assim este trabalho tem por objetivo avaliar a aplicabilidade da biomassa da *Salvinia auriculata* Albert. como matéria-prima alternativa na produção de blocos cerâmicos. Foram confeccionados corpos de prova com massas argilosas com adição de 0, 5 e 10% em peso de biomassa seca. Os corpos de prova foram queimados e avaliados quanto à perda de fogo, retração linear de queima e absorção de água. Os resultados experimentais mostraram que tanto a retração linear, quanto a perda de massa ao fogo de todos os corpos de prova atenderam as normas técnicas, exceto perda ao fogo nos blocos de 10% de biomassa seca. Com relação à absorção de água nenhum dos blocos testados, nem mesmo o testemunho atendeu o limite de 25% evidenciando que a argila utilizada não é de boa qualidade. Esta forma de reaproveitamento da biomassa é uma boa alternativa, pois, além da destinação correta dos resíduos gerados, ainda evita que maiores quantidades de argila sejam retiradas do solo, o que causa um impacto ambiental no local de obtenção da matéria prima.

Palavras-chave: Resíduo. Macrófitas aquáticas. Blocos cerâmicos.

Área Temática: 1- Resíduos Sólidos

### **Abstract**

*The wastewater phytoremediation using aquatic macrophytes generates great amount of waste, mainly the biomass. This waste when discard cause a negative environment impact. Therefore this work aims to assess the applicability of *Salvinia auriculata* Albert as alternative raw material on the production of ceramic bricks. It has been produced specimens from clay mass added with 0, 5 and 10% in weight of dry biomass. The specimens were burn and evaluated about the burn weight loss, burn linear retraction and water absorption. The experimental results show that both linear retraction and burn weight loss of all specimens has met the technical standards, except the burn weight loss on the bricks with 10% of dry biomass. About the water absorption none of the tested bricks, not even the one that have been built just with clay mass, has met the standards, showing that the used clay is not a good quality one. This way of biomass recycling is a good alternative as besides of the right destination to the waste generated avoid that bigger amount of clay be withdrawal from the soil, what causes an environmental impact on the raw material obtaining place.*

Key-words: Waste, Aquatic macrophytes, Clay bricks.

Theme Area: 1- Solid Wastes



## 1 Introdução

O uso de macrófitas aquáticas, utilizadas através do processo de fitorremediação, é uma alternativa que vem sendo estudada em diferentes partes do planeta no tratamento de águas residuárias e, segundo Naime e Garcia (2005), as mesmas apresentam baixo custo e alta eficiência na remoção de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), nitrogênio, fósforo e coliformes fecais, que são utilizados como nutrientes, sendo absorvidos pelas suas raízes.

A alta carga de matéria orgânica e nutrientes presentes nas águas residuárias induzem, entretanto, o meio aquático ao processo de eutrofização, que, segundo Faria (2002), é um processo natural no qual um lago se transforma em charco e termina por secar.

Nos sistemas de tratamento que utilizam macrófitas aquáticas a eficiência na remoção de poluentes orgânicos e inorgânicos está relacionada com o manejo da biomassa no sistema. O manejo da biomassa é muito importante, especialmente nas regiões tropicais, uma vez que as águas a serem despoluídas possuem alta concentração de fósforo e nitrogênio, proporcionando altas taxas de crescimento da biomassa praticamente durante todo o ano (COSTA, 2004, MISHIMA et al, 2007, ZHOU et al, 2007, MALIK, 2007). O descarte da biomassa no meio provoca impacto ambiental negativo, uma alternativa é a sua reutilização como matéria-prima para indústria.

O reaproveitamento de resíduos sólidos através de sua incorporação em formulações cerâmicas para obtenção de tijolos, revestimentos e porcelanas vem ganhando mais destaque devido à possibilidade de aproveitamento de grandes quantidades de resíduos e pelos excelentes resultados técnicos que vêm sendo apresentados na literatura (MENEZES et al, 2007).

O objetivo deste trabalho é avaliar a possibilidade da incorporação em blocos cerâmicos da biomassa seca proveniente de *Salvinia auriculata* Aublet, utilizadas em processo de fitorremediação, ofertando, assim, uma destinação adequada – e sustentável – para os resíduos oriundos desse processo.

## 2 Materiais e Métodos

As macrófitas aquáticas utilizadas neste trabalho foram reaproveitadas do experimento, realizado em nível de bancada, que avaliou a resistência de *Salvinia auriculata* Aublet, em diferentes faixas de pH, ao longo de uma semana, no esgoto proveniente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão (ALBUQUERQUE et al, 2009). As macrófitas aquáticas foram coletadas em açude de uma propriedade rural do município de Campo Mourão – PR – Brasil.

As macrófitas foram secas em estufa de circulação de ar à temperatura de 60° C. Após a secagem processou-se a moagem em moinho de facas e, então, o material obtido foi levado a uma peneira granulométrica com abertura de 250 mm.

A argila utilizada no experimento foi doada pela cerâmica “Ki Base”, localizada no município de Luiziana – PR – Brasil, onde foi coletada na etapa imediatamente anterior à entrada do maquinário que confecciona os tijolos. Este material foi, então, levado à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão, onde, assim como se procedeu com as macrófitas, foi seco em estufa de circulação de ar à 60° C, depois moído em moinho de facas e o produto desta etapa peneirado em peneira granulométrica com abertura de 250 mm.

Para a confecção dos corpos de prova foram preparadas massas argilosas com adição de 0, 5 e 10% em peso de biomassa seca proveniente das macrófitas aquáticas. Cada tipo de massa argilosa teve 9 corpos de provas preparados (réplicas).



Para cada um dos três ensaios realizados a percentagem correspondente de macrófitas foi adicionada e, em seguida, adicionou-se 16% de umidade às amostras com auxílio de um borrifador tarado. A umidade utilizada foi calculada através da seguinte equação:

$$M_{\text{amostra}} \times 16\% \text{ de água} / 100\% \quad (\text{A})$$

Onde  $M_{\text{amostra}}$  corresponde à massa de material seca (usualmente 200 g).

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos afim de não perder a umidade durante o procedimento experimental. Os corpos de prova foram confeccionados adicionando-se aproximadamente 12 gramas de amostra em um molde metálico de perfil retangular com dimensões de 60x20 mm, aplicava-se, então, com o auxílio de uma prensa hidráulica, 2500 toneladas de força e, como produto final, obtinham-se corpos de prova com as dimensões do molde e, aproximadamente, 5 mm de espessura.

Os corpos de prova recém-prensados foram pesados e medidos e, então, postos para secar primeiramente em um dissecador por 24 horas e, posteriormente, em estufa a uma temperatura de 100° C por mais 24 horas. Foram, ainda, queimados em forno elétrico de laboratório a uma temperatura de 700° C com taxa de aquecimento de 4°C/min, tempo de patamar de 3 horas e resfriamento realizado por convecção natural, desligando-se o forno.

Após este processo, uma vez mais os corpos de prova foram pesados e medidos. Desta forma foi possível determinar as seguintes propriedades tecnológicas: perda ao fogo (equação B), retração linear de queima (equação C) e absorção de água (equação D).

As medidas dos corpos de prova cerâmicos foram realizadas antes e após a sinterização com o auxílio de um paquímetro e uma balança analítica com precisão de 4 casas decimais.

As equações supracitadas são detalhadas a seguir:

$$PF = [(M_s - M_{qs}) / M_{qs}] \times 100 \quad (\text{B})$$

$$RL = [(C_v - C_q) / C_q] \times 100 \quad (\text{C})$$

$$AA = [(M_{qu} - M_{qs}) / M_{qs}] \times 100 \quad (\text{D})$$

Onde  $M_s$ ,  $M_{qs}$  e  $M_{qu}$  são, respectivamente, a massa do corpo seco (pós estufa), massa pós queima em forno elétrico e massa úmida (após o corpo de prova, já queimado, ter sido imerso em um recipiente contendo água e ser deixado em repouso no mesmo por um período de 24 horas);  $C_v$  e  $C_q$  são o comprimento do corpo de prova verde e pós-queima, respectivamente.

### 3 Resultados e Discussão

A retração linear sofrida pelos corpos de prova, após a queima, mostrou aumentar conforme a percentagem de biomassa seca presente nos mesmos crescia (figura 1). Este é um parâmetro bastante importante de se analisar quando pretendemos determinar a qualidade de um bloco cerâmico. Para a ABNT (1984) a faixa de contração deve ser de 1,19 a 7,33%. Para os ensaios realizados todos os blocos enquadraram-se neste patamar.

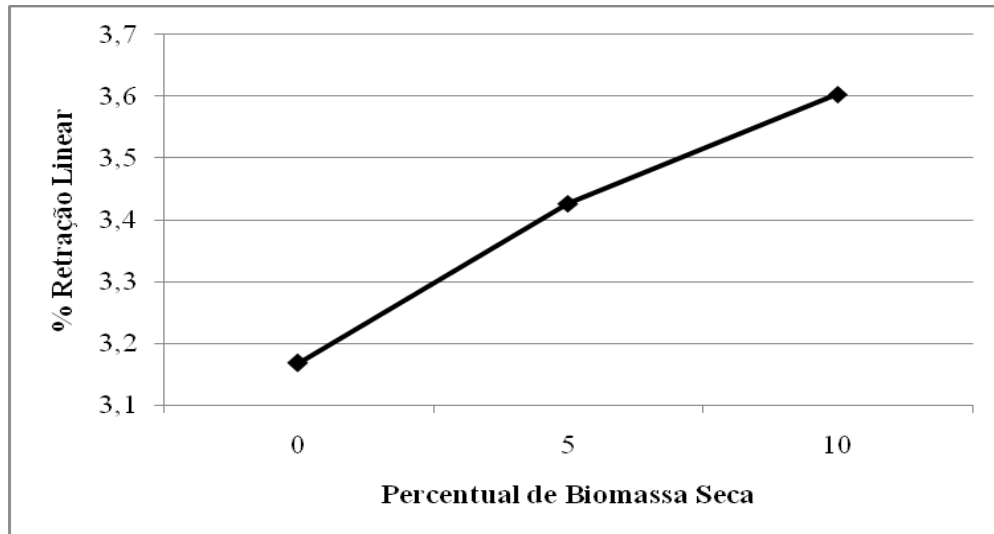


Figura 1: Retração linear dos blocos cerâmicos sinterizados em 0, 5 e 10% de biomassa seca.

Quando analisamos a perda de massa ao fogo (figura 2) podemos observar que ela é maior nos blocos que continham biomassa seca e essa perda é proporcional a quantidade de resíduo incorporado.

Esse acréscimo na percentagem de perda de massa ao fogo deve-se, principalmente, a eliminação de matéria orgânica, presente na biomassa seca incorporada aos blocos.

A ABNT (1984) diz que a perda ao fogo para um bloco cerâmico deve ser em torno de 15%. Assim sendo o corpo de prova testemunha (sem nenhuma adição de resíduo) mostrou enquadrar-se totalmente nesta regra, pois perdeu apenas cerca de 8,19% de sua massa após a queima, os corpos de bloco que continham 5% de seu peso de biomassa seca proveniente das macrófitas aquáticas tiveram uma redução de 14,51% de seu peso, enquadrando-se, ainda, na norma estabelecida pela ABNT. Já nos blocos onde 10% de resíduo foi adicionado a perda média foi de 15,65% de sua massa, ultrapassando levemente o limite proposto pela norma técnica.

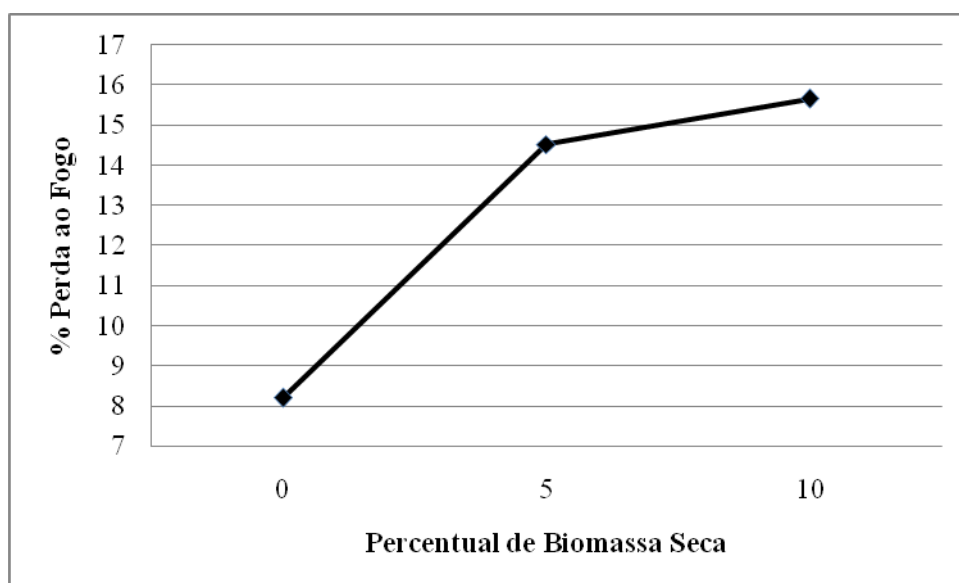


Figura 2: Perda de massa ao fogo dos blocos cerâmicos em 0, 5 e 10% de biomassa seca.



A absorção de água (AA), assim como a retração após a queima, reflete o grau de sinterização alcançado pelo material durante a incineração. Este fator é outro parâmetro muito importante para que possamos determinar se o bloco cerâmico é de boa qualidade, pois está relacionado com a resistência que os blocos cerâmicos terão frente a ataques químicos e físicos do ambiente. A ABNT (1984) considera que para a fabricação de tijolos e blocos cerâmicos a absorção de água não deve ultrapassar o patamar de 25%. Este limite não foi satisfeito para nenhum dos blocos testados, nem mesmo para os blocos testemunho (figura 3). Observou-se, ainda, que a absorção é linearmente maior quando observamos valores crescentes de resíduos adicionados aos corpos de prova.

O fato de termos obtidos valores que extrapolaram o limite de absorção de água mesmo nos blocos testemunha nos mostra que a argila utilizada não apresenta as qualidades necessárias nos blocos cerâmicos com relação a esse parâmetro.

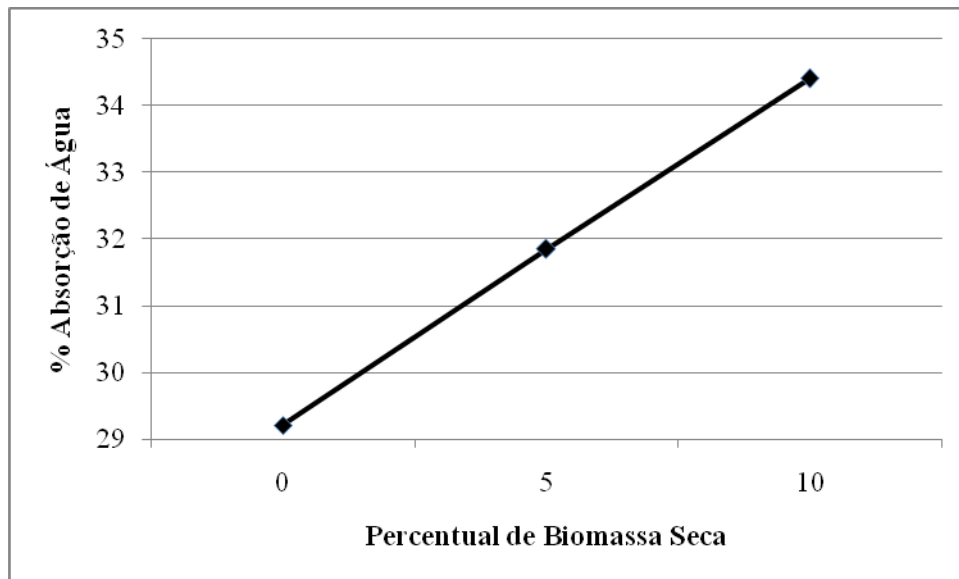


Figura 3: Absorção de água dos blocos cerâmicos sinterizados em 0, 5 e 10% de biomassa seca.

#### 4 Conclusão

Ao analisarmos os resultados obtidos observamos que tanto a retração linear, quanto a perda de massa ao fogo de todos os corpos de prova sinterizados atenderam ao que as normas técnicas exigem, exceto perda ao fogo nos blocos de 10% de biomassa seca.

A absorção de água mostrou-se um parâmetro problemático para todos os corpos testados, inclusive para aquele onde nenhuma quantidade de resíduo foi adicionada evidenciando que a argila utilizada não apresenta as qualidades necessárias nos blocos cerâmicos com relação a esse parâmetro.

Desta forma é interessante que processos de fitorremediação prevejam a destinação correta de seus resíduos (biomassa de macrófitas aquáticas). E a confecção de blocos cerâmicos é uma boa alternativa, pois, além da destinação correta dos resíduos gerados, ainda evita que maiores quantidades de argila sejam retiradas do solo o que causa, incondicionalmente, um impacto ambiental no local de obtenção da matéria prima para tais blocos.



## 5 Referências

ABNT- **Determinação do Limite de Liquidez**; NBR 6459. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1984.

ABNT- **Determinação da Retração Linear**; NBR MB. 305. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1984.

ALBUQUERQUE, F. P.; DIVENSI, H. F.; FERNANDES, L.; LIMA, S. B.; SOUZA, D. C. Amplitude de sobrevivência de *Salvinia auriculata* Aublet. e *Salvinia herzogii* De La Sotta sob o efeito de alterações de pH. **IN: VI ENCONTRO TECNOLÓGICO**, 9, 2009. Campo Mourão, PR.

COSTA, S. M. P. da. **Avaliação do potencial de plantas nativas do Brasil no tratamento de esgoto doméstico e efluentes industriais em “wetlands construídos”**. 2004. 119 f. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual de Campinas. Departamento de Engenharia Química, Área de Processos Químicos e Informática. Campinas, SP, 2004.

FARIA, O. B. **Utilização de Macrófitas Aquáticas na Produção de Adobe: Um Estudo de Caso no Reservatório de Salto Grande (Americana – SP)**, Tese de Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, 2002, 199p.

NAIME, R.; GARCIA, A. C. Utilização de Enraizadas no Tratamento de Efluentes Agroindustriais. **Estudos Tecnológico**, v. 1, n. 2, Julho/Dezembro de 2005, pg. 9-20.

MALIK, A. Environmental challenge vis a vis opportunity: the case of water hyacinth. **Environment International**. v. 33, 122-138. 2007.

MENEZES, R.R.; de ALMEIDA, R.R., SANTANA, L.N.L., FERREIRA, H.S., NEVES, G.A., FERREIRA, H.C. Utilização do resíduo do beneficiamento do caulim na produção de blocos e telhas cerâmicos. **Revista Matéria**, v. 12, n. 1, 226- 236, 2007.

MISHIMA, D., TATEDA, M., IKE, I. FUJITA, M. Comparative study on chemical pretreatments to accelerate enzymatic hydrolysis of aquatic macrophyte biomass used in water purification processes. **Bioresource Technology**. v. 97, 2166-2172. 2007.

ZHOU, W., ZHU, D., TAN, L., LIAO, S., HU, Z., HAMILTON, D. extraction and retrieval of potassium from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). **Bioresource Technology** . v. 98, 226-231. 2007.