

UTILIZAÇÃO DA MACRÓFITA AQUÁTICA *Egeria densa* PLANCHON, 1849 (HYDROCHARITACEA) NA PRODUÇÃO DE TIJOLOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Thales Pacífico BEZERRA (thalespb@ig.com.br); Cristiano Pereira da SILVA (cristianopsilva@yahoo.com.br); José Patrocínio LOPES (jpatrobr@yahoo.com.br).

Departamento de Educação, Universidade do Estado da Bahia.

RESUMO

Nos reservatórios do rio São Francisco, um fato novo vem ocorrendo desde 1998 com o aproveitamento das águas desses reservatórios, gerando também uma nova fonte de renda para a região, através de cultivos de tilápias em tanques-rede. Esta nova atividade econômica praticada nos reservatórios da Companhia Hidroelétrica do São Francisco é de fundamental importância para o desenvolvimento regional, porém precisa-se ter o cuidado necessário para que não venha contribuir com maior intensidade no processo de eutrofização das águas e conseqüente proliferação de macrófitas aquáticas, administrando-se rações com baixo potencial poluente e com altos índices de conversão alimentar. Este trabalho busca otimizar a utilização de biomassa de macrófitas aquáticas na produção de tijolos ecológicos tipo adobe (tijolos de barro cru, secos ao sol). Desta forma, a macrófitas pode se utilizada para construções de habitações de baixo custo, já que o tijolo de adobe é usado desde os tempos mais remotos com esta finalidade. Por outro lado, busca-se uma solução para o *bloom* da macrófitas *Egeria densa* nos reservatórios das usinas hidroelétricas que vem ocasionando problemas para CHESF, através da eutrofização dos reservatórios. O trabalho foi realizado na Estação Piscicultura de Paulo Afonso, com objetivo de testar a utilização da *E. densa* para confecção de tijolos artesanais. As porcentagens de biomassa adicionada à argila para elaboração dos tijolos foram: 1%, 2% e 5% visando verificar o melhor percentual da macrófitas, para utilização aglutinante na confecção dos tijolos. Com o acréscimo da fibra da macrófitas em quantidade certa (5%) e contrastando-se com a estrutura de um tijolo normal de adobe sem macrófitas verifica-se neste último, mais fissuras do que um tijolo de adobe inoculado por esta biomassa vegetal e que nos testes de resistência apresentou melhores resultados.

Palavras-chaves: Tijolo de adobe, macrófitas aquáticas, manejo de lagos

USE OF MACROPHYTE *Egeria dense* PLANCHON, 1849 (HYDROCHARITACEA) IN THE PRODUCTION OF BRICKS AS ALTERNATIVE FOR CIVIL BUILDING

ABSTRACT

In the reservoirs of river San Francisco, a new fact is happening since 1998 with the use of the waters of those reservoirs, also generating a new source of income for the area, through tilapias cultivations in tank-net. This new economical activity practiced in the reservoirs of the Hydro Electric Company of San Francisco, it is of fundamental importance for the regional development, however needs to be the necessary careful so that it doesn't come to contribute with larger intensity in the process of eutrofization of the waters and consequent proliferation of aquatic macrophytes, being administered rations with pollutant potential bass and with high indexes of alimentary conversion. This work search to optimize the use of biomass of aquatic macrophytes in the production of bricks ecological type it marinates (bricks of raw mud, dry in the sun), like this looking for a solution to the bloom of the macrophytes *Egeria densa* in the reservoirs of the hydroelectric plants that it is causing problems for CHESF, through the eutrofization of the reservoirs. The work was accomplished handmade in Paulo Afonso's fish culture, belonging CHESF. The experiment consisted of the use of *E. densa* for making of craft bricks. The biomass percentages added to the clay for elaboration of the bricks were: 1%, 2% and 5% seeking to prove the percentile necessary of these macrophytes as agglutinant in the making of the bricks. And its has as goal also of suggesting the use of this material for constructions of low cost houses, since the adobe brick is used since the most remote times with this purpose. With the increment of the fiber of the macrophytes in right amount (5%) and being contrasted with the structure of a normal brick of adobe without macrophytes is verified in this last, more fissures than an adobe brick inoculated by this vegetable biomass and that in the resistance tests presented better results.

KEYWORDS: adobe brick, aquatic macrophytes, handling of lakes

INTRODUÇÃO

Com os represamentos dos trechos encachoeirados do submédio São Francisco, visando a produção energia hidrelétrica, possibilitou a formação de grandes lagos artificiais, com amplas possibilidades de também serem explorados economicamente por meio de uma piscicultura racional em gaiolas flutuantes (TENÓRIO et al., 1999).

Com a formação dos reservatórios, a colonização das áreas adjacentes vem crescendo a um ritmo acelerado, provocando muitas vezes a derrubada da vegetação ciliar das margens do rio São Francisco, que pouco ou nada sobrou. A vegetação existente hoje em suas bordas e ilhas é

inexpressiva e não possui significado fitofisionômico, já que a influência antrópica foi marcante e arrasadora (HIDROSERVICE, 1987).

O nitrogênio e o fósforo são os nutrientes mais limitantes à produtividade primária (produção de fitoplâncton e plantas aquáticas) em ambientes aquáticos naturais (KUBITZA, 1999). Os resíduos e excrementos lançados na água tendem a acumular-se em algum ponto do reservatório levados pelas águas, podendo causar impactos ambientais indesejáveis, como por exemplo, a proliferação excessiva da *Egeria densa*, uma macrófita aquática submersa que pode se proliferar a profundidades de até 9 m e que hoje já é problema nos reservatórios Moxotó/PA IV e Delmiro Gouveia. Segundo Canfield et al. (1984), quando em excesso as macrófitas aquáticas interferem na produtividade planctônica, na qualidade da água e na atividade da pesca. O controle pode ser efetivado através de métodos mecânicos, químicos e biológicos (NAGLE, 1980; SUMMERFELT, 1993; BETOLLI et al., 1993, *apud* AGOSTINHO e GOMES, 1997).

Normalmente, constroem-se diques que represam o curso da água, acumulando-a num reservatório a que se chama barragem. Esse tipo de usina hidráulica é denominado Usina com Reservatório de Acumulação. Em outros casos, existem diques que não param o curso natural da água, mas obrigam a passar pela turbina de forma a produzir eletricidade, denominando-se usinas a fio de água (MÜLLER, 1995). A construção de barragens, transformando rios em grandes bacias e reservatórios, traz grande desenvolvimento às regiões, tornando uma tendência natural o grande crescimento demográfico destas regiões, que quase sempre se encontram desprovidas de infra-estruturas específicas no que se refere à saúde dos ecossistemas. Considerando esta nova condição de maior consumo de água e também em maiores proporções a produção e destino de esgotos que nada mais é que o despejo de águas servidas associadas ao carregamento de nutrientes, diretamente para o leito dos rios, através do aporte dos dejetos domésticos e industriais, grande parte sem tratamento, tem levado a uma condição de desequilíbrio no sistema hídrico, caracterizado pela grande disponibilidade de nutrientes acumulada diariamente.

Atualmente esse processo é considerado por especialistas de todo o país como uma das patologias de mais influência em toda a bacia hidrográfica brasileira. Sendo denominado e conhecido como eutrofização, que se estabelece devido à grande concentração de algas e vegetação aquática, alimentando-se destes nutrientes, acarretando o aumento da produtividade biológica destas espécies, baixando as taxas de oxigenação e ocasionando problemas que vão desde a estética até o comprometimento da possível utilização da água. Grande parte dos reservatórios da região é colonizada por macrófitas aquáticas, e entre elas a elódea *Egeria densa* uma espécie exótica que vem

caracterizando-se como uma espécie daninha no ecossistema aquático, causando problemas operacionais e de usos múltiplos em decorrência do desenvolvimento excessivo, formando verdadeiros prados de macrófitas nas margens e em profundidades superiores a oito metros.

As plantas aquáticas submersas estão entre os mais sérios problemas dos ecossistemas aquáticos, tendo em vista que elas não podem ser controladas com uso de herbicidas e dificilmente eliminadas via extração mecânica. Elas invadem rapidamente novos locais devido a sua reprodução vegetativa por sementes, dispersando-se cada vez mais catastroficamente em vários tipos de ecossistemas (LANGE, 1996). Desta forma, este trabalho objetiva descrever uma forma de utilização de *E. densa* (Hydrocharitacea), que hoje se encontra em grande densidade nas bacias do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (CHPA), causando grandes prejuízos a este Complexo, inclusive no inverno com aumento e superpopulação destas plantas, que atingem principalmente as zonas periféricas à montantes das barragens, comportas e turbinas em detrimento da a produção de energia elétrica (Figura 1).

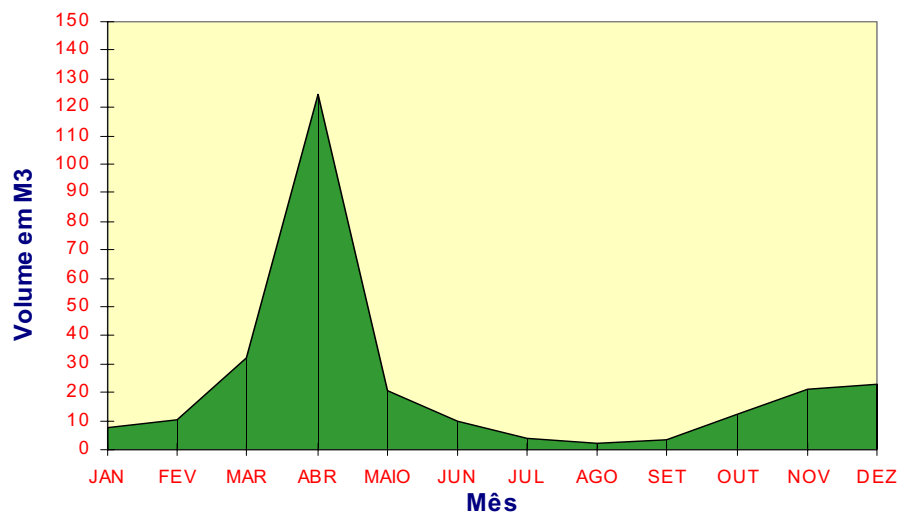


Figura 1 - Volume de macrófitas de retiradas no reservatório Delmiro Gouveia, apresentando pico no período de inverno (março a junho) de 1996 (Fonte: Lopes, 2002).

A distribuição das espécies no ambiente aquático é variável, e dependendo do grau da adaptação da espécie, ela habita regiões mais rasas ou mais profundas. Elas estão presentes em todos os ecossistemas aquáticos, variando somente a composição entre si. Normalmente, as plantas aquáticas têm uma distribuição mais ampla do que a maioria das plantas terrestres; isto é decorrente da pequena variação sofrida pelos fatores do ambiente aquático, o que confere às macrófitas aquáticas uma ampla distribuição fitogeográfica, possibilitando o aparecimento de muitas espécies cosmopolitas (IRGANG; GASTAL Jr, 1996).

O controle mecânico utilizando embarcações apropriadas, visando a retirada da biomassa do corpo hídrico, é uma das alternativas a serem consideradas. Embora este método apresente algumas

vantagens, como ação de modo pontual nas áreas infestadas e não-contaminação do ambiente com compostos químicos e tóxicos, existe a preocupação em relação ao material coletado a ser descartado, haja vista a grande quantidade de biomassa envolvida nesse processo e enfim tentar destinar e desenvolver um valor agregado a este material. A expansão das populações de *E. densa* nos reservatórios do CHPA vem acarretando inúmeros transtornos operacionais, aumentando a preocupação do setor de geração de energia elétrica.

A capacidade de produção de biomassa e regeneração dos prados de *E. densa* já é avaliada nos reservatórios de Paulo Afonso. Isto indica o grande potencial de produção de biomassa destes prados e a rapidez com que estes se recompõem, mostrando a dificuldade permanente do seu controle nos reservatórios, por isso a grande preocupação para uma objetivação nos processos de manejos desta macrófita (FADURPE, 2002). O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de *Egeria densa*, principal planta aquática que gera grande problema nos reservatórios hidrelétricos e com precisão nos do CHPA no que se refere à geração de energia, visando o estabelecimento de programas de controle mecânico e usual, com finalidade da utilização deste material coletado como alternativa de fabricação de tijolos ecológicos e de baixo custo na região.

Este tema envolve diversos profissionais em áreas da engenharia e outros profissionais que trabalham com manejo de reservatórios. O produto final (tijolos) também deve auxiliar principalmente no estabelecimento de novos programas biológicos de controle podendo ser utilizado na construção civil atendendo a programas de construção de casas populares ou outras obras como da engenharia para aquíicultura quando de sua utilização na construção de caixas de coletas de tanques e viveiros ou mesmo como forro de taludes destes ambientes, sendo necessária a impermeabilização a base de terracimento conforme utilizado tradicionalmente na construção civil.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Estação Piscicultura de Paulo Afonso (EPPA), pertencente à Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF). A matéria-prima (elódea) foi colhida no lago o Boi e a Sucuri que faz parte dos lagos do CHPA. A argila foi doada pela Cerâmica São Francisco de Paulo Afonso. O experimento consistiu na utilização da Elódea, *Egeria densa*, misturada a argila, para confecção de tijolos artesanais. Na fabricação, serão acrescentadas porcentagens diferentes desta macrófita junto com a argila para se ter o conhecimento com qual porcentagem se chegará a um tijolo ecológico de melhor resistência e de uma boa qualidade. As porcentagens de biomassa seca adicionadas a argila para a elaboração dos tijolos foram 1%, 2% e 5% para se ter uma melhor

comprovação das propriedades compactantes da elódea e desta forma saber que quantidade será adotada para a confecção dos tijolos.

O primeiro passo foi coletar o material no lago o Boi e a Sucuri, colonizado por esta macrófita e em seguida colocar para secagem adquirindo a fibra seca e em ponto de ser agregada ao produto (tijolo de adobe). As características dos ensaios mecânicos dos tijolos foram realizadas com adaptações relativas à produção dos tijolos maciços. Desta forma, por se tratar da pouca existência de material que descreva os métodos de ensaios, normas e especificações e características de procedimentos nacionais, foi optado pelo processo artesanal para poder melhor especificar o detalhamento dos testes, mostrando todas as etapas de realização do processo diante das dificuldades encontradas nesta fase de experiência da produção.

MATERIAL E MÉTODOS

A MACRÓFITA

Egeria densa é classificada em função de sua instalação ao ecossistema aquático e seu grau de povoamento em relação ao nível de água, como uma macrófita submersa (Figura 2), é conhecida vulgarmente como elódea e está incluída na relação das monocotiledôneas aquáticas. Taxonomicamente está enquadrada da seguinte maneira: Classe Monocotiledônea; Ordem Heloliales; Família Hydrocharitaceae; Gênero *Egeria* e Espécie *Egeria densa* Planchon, 1849

A coleta realizou-se no período da manhã para aproveitar a boa visibilidade da água em dia de sol forte na região do lago o Boi e a Sucuri, na zona central de Paulo Afonso. Colheu-se um volume aproximado de 20 kg, sendo quantidade de macrófitas suficiente para as devidas etapas do experimento. Após a coleta, as plantas foram devidamente acondicionadas em sacos plásticos, e levadas para a EPPA e espalhadas ao sol por 48 horas para perda do excesso de umidade (87%), tornando a planta seca sem se tornar quebradiça. Após a secagem da macrófita e adquirida a fibra propriamente dita, foi iniciado o processo de pesagem que ocorreu no sentido de separar em embalagens plásticas com os respectivos volumes do percentual estipulado para cada amostra dos tratamentos. Assim, foram selecionados 10 volumes com 20 g equivalentes as amostras de 1%; 10 volumes com 40 g equivalentes as amostras de 2% e 10 volumes com 100 g equivalentes as amostras de 5% de *E. densa*. O percentual foi baseado no peso total de tijolos utilizados na região (2 kg).



Figura 2 - Elódea *Egeria densa*
(Fonte: Lopes, 2002)

A ARGILA

Encontrada abundantemente na natureza a argila é de fácil manipulação, tem uma enorme elasticidade permitindo trabalhos com diversidade e é totalmente reciclável. A argila tem em comum componentes de lamas e solos sendo constituída, principalmente de minerais do grupo das argilas aos quais agregam-se hidróxidos coloidais floculados e diversos outros componentes, cristalinos ou amorfos. Trata-se de material natural, de textura terrosa, de granulações finas, constituídas essencialmente de argilominerais, podendo conter outros minerais que não são argilominerais (quartzo, mica, pirita, hematita, etc), matéria orgânica e outras impurezas. Os argilominerais são os minerais característicos das argilas; quimicamente são silicatos de alumínio ou magnésio hidratados, contendo em certos tipos outros elementos como ferro, potássio, lítio, etc.

Graças aos argilominerais, as argilas na presença de água desenvolvem uma série de propriedades tais como: plasticidade, resistência mecânica a úmido, retração linear de secagem, compactação, tixotropia e viscosidade de suspensões aquosas que explicam sua grande variedade de aplicações tecnológicas. Os principais grupos de argilominerais são caulinita, illita e esmectitas ou montmorilonita. Em função principalmente das possibilidades de emprego tecnológico, que são influenciadas pela gênese e pela composição mineralógica do material, em muitos casos as argilas recebem designações como: caulins, bentonitas, argilas refratárias, *flint-clays* e *ball clays*.

SELEÇÃO E COLETA DA ARGILA

O solo escolhido partiu de uma amostra selecionada pela Empresa Cerâmica São Francisco, mediante processo de produção adotado por essa Empresa, localizada na cidade de Paulo Afonso que cedeu este material para realização desta pesquisa. O material foi previamente colhido na jazida da localidade do povoado Rio de Sal, que apresenta uma argila com um excelente fator ligante.

PRODUÇÃO DE TIJOLOS

Os tijolos foram produzidos manualmente na área externa da EPPA, onde as etapas de produção dos tijolos maciços exigiram bastante mão-de-obra. Esta pesquisa de utilização de macrófitas aquáticas na fabricação de tijolos de adobe consistiu em três tratamentos (T1, T2 e T3) com 10 repetições cada. Foi utilizado um modelo de “forma” ou gabarito de tijolo maciço, comum, utilizado e produzido nesta região, aonde as dimensões adotadas para confecção dos tijolos são: 8cm x 12cm x 25cm. Assim, cada amostra do tijolo necessariamente estará pesando 2 kg, que é o peso referente a esse tamanho de tijolo adotado na construção civil local. Para se início da construção dos tijolos é necessário o amassamento e descanso da argila. Segundo Minke (2000), é necessário o amassamento do barro (mistura de solo, biomassa e água), para melhor homogeneização da umidade e absorção, sendo necessário o descanso

do barro por média de 48 horas, antes da moldagem dos tijolos. Trata-se de um processo vigoroso e repetitivo para a boa qualidade da mistura do aglomerante ao aglomerado. Com isso adquirir o melhor ponto de liga do material composto. O ideal seria que o solo passasse por uma peneira grossa para o seu melhor “destorroamento” e mistura para homogeneização do mesmo, logo esse procedimento foi desprezado devido o material já tinha sido adquirido com um grande teor de umidade e seu composto apresentava-se muito argiloso.

Esse processo de amassamento teve toda execução manual por meio artesanal e rústico. Logo com o tempo de descanso do material concluído, observou-se o ponto de umidade do material. Assim, foi dado início a distribuição das partículas e medição dos volumes disponíveis de cada amostra. Onde foram separados os volumes respectivos de cada amostra de percentual determinado por tratamento. Para o tratamento 1 (T1) 1% de *Egeria* adicionado a argila. Para o tratamento 2 (T2) 2% *Egeria* adicionado a argila e para o tratamento 3 (T3) 5% da macrófita fenada para inoculação na argila e confecção dos tijolos de adobe. Todos os três tratamentos tiveram 10 repetições.

A moldagem consistiu em produzir uma amostragem com 10 peças de tijolos de adobe com peso de 2 kg de cada série. Logo foi feito o processo de pesagem volumétrica das amostras usando uma balança mecânica. Com o material já em ponto de boa mistura, onde a biomassa foi devidamente incorporada à argila para imediatamente colocá-la nas formas para tijolos. O ponto de boa mistura foi identificado visualmente. Antes da utilização das formas, estas se mantiveram dentro de tanques com água para manter-se úmida e facilitar a rápida desmoldagem das peças. Esse processo é bastante rápido, pois a partir do ponto de homogeneização de mistura o material é rapidamente lançado nas formas e em seguida depois de 10 minutos já é feita a desmoldagem, com isso torna-se um processo repetitivo de operação de: mistura, homogeneização, moldagem e desmoldagem.

CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

Depois de confeccionados os tijolos com o intuito testar capacidade de resistência dos mesmos, foram enviadas três amostras de cada ensaio e uma amostra de tijolos confeccionados somente com argila, sem acréscimo da macrófita a sua constituição.

Estas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Pesquisas de Estruturas e Materiais (LEMA) do NPT do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas (NPT) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió-AL, para os ensaios de resistência à compressão de corpos-de-prova cilíndricos de concreto, blocos (cerâmicos e de concreto) e prismas (de blocos cerâmicos de concreto). As amostras encaminhadas ao laboratório caracterizam-se por quatro amostragens de tijolos maciços. Os ensaios foram realizados com base nos métodos de ensaios recomendados pelas normas da Associação

Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): NBR 8492/81 – tijolo maciço de solo – cimento – Determinação da resistência à compressão da absorção d'água – Método de Ensaio e NBR 7170 Tijolo maciço para alvenaria.

RESULTADOS

Em exame visual verificou-se que os tijolos (T1), que foi adicionado 1% de biomassa à argila, foram encontrados nas dez amostras confeccionadas oito blocos que apresentaram fissuras. No experimento (T2), com 2% de biomassa adicionada à argila, dos dez blocos, cinco (50%) apresentaram fissuras. Nos blocos com 5% de biomassa misturada à argila somente em dois blocos (20%) foram encontradas fissuras, o que já demonstra que os tijolos com cinco por cento de macrófitas misturada à argila apresentam melhor resistência (Figura.3).



Figura 3 - Tijolos com 1, 2 e 5% de *Egeria densa* em sua composição.

A tabela 1 apresenta os resultados de resistência da amostra testemunha (tijolos de barro sem macrófitas).

Tabela 1. Resistência em tijolos de barro sem inóculo da macrófita aquática *Egeria densa*

LOTE	BLOCO N°	ENSAIO	DIMENSÕES (mm)		CARGA (N)	TENSÃO (MPA)
		14/03/06	COMP.	LARG.		
0	01	14/03/06	111	108	22072	1,8
0	02	14/03/06	111	108	17413	1,5
0	03	14/03/06	111	108	22072	1,8
MÉDIA						1,7

A tabela 2 apresenta os resultados de resistência em tijolos de barro com inóculo de 1% de *E. densa*.

Tabela 2. Resistência em tijolos de adobe com inóculo de 1% da macrófita aquática *Egeria densa*

LOTE	BLOCO Nº	ENSAIO	DIMENSÕES (mm)		CARGA (N)	TENSÃO (MPA)
		14/03/06	COMP.	LARG.		
1	01	14/03/06	111	103	24525	2,1
1	02	14/03/06	111	101	24525	2,2
MÉDIA						2,2

A tabela 3 apresenta os resultados de resistência em tijolos com inóculo de 2% de *E. densa*.

Tabela 3. Resistência em tijolos de adobe com inóculo de 2% da macrófita aquática *Egeria densa*

LOTE	BLOCO Nº	ENSAIO	DIMENSÕES (mm)		CARGA (N)	TENSÃO (MPA)
		14/03/06	COMP.	LARG.		
2	01	14/03/06	109	104	27959	2,5
2	02	14/03/06	108	100	26978	2,5
2	03	14/03/06	107	100	24525	2,3
MÉDIA						2,4

A tabela 4 apresenta os resultados de resistência em tijolos com inóculo, 5% de *E. densa*.

Tabela 4 - Resultados de resistência em tijolos de adobe com inóculo de 5% da macrófita aquática *Egeria densa*

LOTE	BLOCO Nº	ENSAIO	DIMENSÕES (mm)		CARGA (N)	TENSÃO (MPA)
		14/03/06	COMP.	LARG.		
5	01	14/03/06	107	105	22073	2,0
5	02	14/03/06	108	102	27713	2,5
5	03	14/03/06	107	105	25751	2,9
MÉDIA						2,5

Diante os resultados, observa-se que a inoculação de 5% de fibra de *E. densa* à argila, para confecção de tijolos de adobe, apresentou menos fissuras e maior resistência que os demais (Figura 4).



Figura 4 - Tijolos com inóculos de 5% de *Egeria densa*

DISCUSSÃO

Segundo Margalef (1986) *apud* Vega (1997), “Comunidades de macrófitas que formam grandes ilhas impossibilitando a passagem total da luz pode acarretar a diminuição de 3 a 6 °C na temperatura em camadas inferiores da água, que por sua vez pode modificar totalmente o ecossistema subaquático”. Macrófitas aquáticas em excesso nos lagos e reservatórios, e principalmente próximos a captação de água para abastecimento em piscicultura, podem proporcionar sérios problemas no cultivo de peixes, pelo acúmulo de matéria orgânica, deixando a água imprópria para esta finalidade. Como exemplo real, podemos citar o lago do Cemitério em Paulo Afonso, que face ao excesso de macrófitas aquáticas, ficou impróprio para o abastecimento de água na Estação de Piscicultura da CHESF, sendo necessário a transferência da captação d’água para o reservatório de Moxotó. Existem plantas aquáticas que constituem um substrato ideal para proliferação de insetos (culicídeos), moluscos e outras comunidades transmissoras de enfermidades relacionadas com as represas (VEGA, 1997).

A grande discussão deste trabalho está ao redor de um questionamento a respeito dos tijolos de adobe confeccionados da forma que este trabalho se propõe com a introdução de *Egeria densa* uma macrófita, recolhida nos reservatórios da CHESF, na cidade de Paulo Afonso - Bahia. Estes tipos de tijolos não são levados ao forno para queimar e sim deixados para secar normalmente o que permite uma discussão em relação a sua resistência.

Ressalta-se que, ao longo do tempo, vários países, inclusive o Brasil e precisamente na região Nordeste, esta prática ainda é comum. No Estado do Piauí comunidades carentes fabricam seus tijolos de adobe geralmente as margens de reservatórios hidrelétricos. Estes secam ao sol e após, são utilizados diretamente na construção de suas casas sem necessidade de serem assados ao forno (Figs. 5 e 6). Através de várias culturas e hábitos sociais diferentes ainda se utiliza a

construção de casas a base de tijolos de argila crua, estando em acordo com autores como Barrios e Arcos (1986), que afirma que um terço da população vive em habitações de tijolos de adobe.



Figura 5 - Fabricação de tijolos de adobe as margens do reservatório de Boa Esperança, Rio Parnaíba, MA/PI



Figura 6 - Casa construída com tijolos de adobe em Porto Alegre do Piauí, PI.

Segundo Meunier (1998), os egípcios, utilizavam tijolos de adobe para construir residências tanto dos ricos como pobres. Na bíblia são encontradas referências aos tijolos de adobe com utilização de fibras vegetais adicionadas aos blocos, tais como os seguintes trechos bíblicos: “tira água para o tempo do cerco; reforça as tuas fortalezas; entra no lodo, pisa o barro, pega na forma para os tijolos (livro de Naum, capítulo 3, versículo 14)” e “não tornareis a dar, como dantes, palha ao povo para fazer tijolos; vão eles mesmos, e colham palha para si (livro de Êxodo, capítulo 5, versículo 8)”.

No experimento realizado dá para constatar que o tijolo de adobe possui uma boa resistência, mas quando misturada à argila junto com as macrófitas aquáticas na confecção do bloco principalmente na quantidade de 5% percebe-se nos resultados obtidos uma maior resistência destes tijolos. Em relação à manutenção de construções a base de tijolos de adobe, lembra-se que a

necessidade de manutenção não é somente dos tijolos de adobe, mas também que qualquer material utilizado em uma construção exigirá cuidados com sua manutenção seja ela corretiva ou preventiva para o seu bom desempenho e durabilidade.

Os tijolos confeccionados, aparentemente, mostram asperezas no acabamento. No entanto, esta superfície menos lisa favorece a aderência de revestimento das paredes e a proteção mecânica dos tijolos, contra a ação do intemperismo e favorecem a sua utilização em outras obras de engenharia como construção de tanques e caixas de coletas para viveiros. A produção dos tijolos de adobe também favorece a diminuição progressiva do desmatamento e extração de madeira, que ainda hoje é utilizada como combustível, na queima de tijolos e telhas, um dos processos na produção nas olarias, estes de grande produção na região. Onde a extração de madeira continua sendo uma exploração econômica.

CONCLUSÕES

A utilização da macrófita *Egeria densa* para confecção de tijolos do tipo adobe é uma alternativa no controle do *bloom* destas macrófitas que ocorrem nos reservatórios das hidroelétricas como os da CHESF, o que vem acarreta transtornos operacionais ao setor elétrico na geração de energia.

Os tijolos apresentaram boa resistência, de modo que podem ser utilizados para construções de casas populares e/ou para obras que exijam menor esforço, de forma que pode ser uma solução para aproveitamento das macrófitas retiradas dos reservatórios.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7170. *Tijolo maciço para alvenaria*. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. *Reservatório de Segredo, Bases Ecológicas para o Manejo*. Maringá: COPEL, EDUEM, UEM, p. 350-351, 1997.

BARRIOS, G. A., L; ARCOS. *Comportamiento de los suelos para la confeccion de adobes. Informes de la construccion*. 1986.

CANFIELD J.R. et al. Prediction of chlorophyll a concentrations in Florida lakes: importance of aquatic macrophytes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v. 41. p. 497-501. 1984.

FADURPE. Estudo do Ecossistema dos Reservatórios das Barragens do Sistema Hidrelétrico de Paulo Afonso e Itaparica. Terceira etapa. 3º Relatório. Recife. 2002.

HIDROSERVICE – Engenharia de Projetos Ltda. Estudos Ambientais Volume II – Diagnóstico Ambiental da Área de Influência do Empreendimento – Usina Hidroelétrica de Itaparica, Recife: CHESF, 1987.

IRGANG, B.E.; C.V.S. GASTAL Jr. *Macrófitas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 1996.

KUBITZA, F. Tanques-rede, Rações e Impacto Ambiental. *Panorama da Aqüicultura*, v. 9, n. 51, p. 44-50. 1999.

MEUNIER, C. *Construire em terre crue: hier et aujourd'hui em Dauphiné em France dans lê monde*. (Texto e diapositivo). Grenoble: CRDP et CDDP de l'Academie de Grenoble. 34p. 24 diapositivos, color. 1998.

MÜLLER, A.C. *Hidrelétricas, Meio Ambiente e Desenvolvimento*. São Paulo: Makron Books, 1995.

MINKE, G. *Manual de construccion em tierra: la tierra como material de construcción y sus aplicaciones en la arquitectura actual*. Montevideo: Nordan-Comunidad, 2001.

LANGE, S. The control of aquatic plant by commercial harvesting, processing and marketing. *Proc. Southern Weed Conf.* v. 18, p. 536- 452. 1996.

LOPES, J.P.; TENÓRIO, R.A. Contribuição para o conhecimento de macrófitas aquáticas existentes nos lagos e reservatórios do complexo hidrelétrico de Paulo Afonso - 0 CHESF. XIX CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO. *Anais...* Rio Claro: UNESP, 2002.

TENÓRIO, R. A. et al. Desempenho do Niquim, *Lophiosilurus alexandri* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae), em Gaiolas Flutuantes durante 365 dias de Cultivo. *In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA. RECIFE, V. 1. Anais...* Recife: CONLAEP, AEP-PE/FAEP-BR, 1999. p. 270-277.

VEGA, L.M.F. *Contribución al Estudio de Plantas Acuáticas en Embalses Hidroeléctricos. El caso Itaipu (Margem Derecha)*. Ciudad del Este: Itaipu Binacional, 1997. ❁