

II-148 – INCORPORAÇÃO DE BIOMASSA SECA DE *ELEOCHARIS SPP.* NA PRODUÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS

Igor José Malfetoni Ferreira⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão.

Maiko Cristian Sedoski⁽²⁾

Graduado em Tecnologia de Construção Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Graduando em Engenharia de Produção Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão.

Débora Cristina de Souza⁽³⁾

Bióloga pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre e Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Karina Querne de Carvalho⁽⁴⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Maringá. Mestre e Doutora em Engenharia (Hidráulica e Saneamento) pela Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Sônia Barbosa de Lima⁽⁵⁾

Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre e Doutora em Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Endereço⁽¹⁾: Rua Araruna, 806 – Apartamento: 303 - Centro – Campo Mourão - PR - CEP: 87302-210 - Brasil - Tel: (44) 9993-4877 - e-mail: igor_malfetoni@hotmail.com

RESUMO

A utilização de plantas como forma alternativa no tratamento de efluentes domésticos é uma técnica que vem sendo bastante empregada atualmente, por apresentarem grande capacidade de absorção de matéria orgânica e bons resultados quanto à descontaminação da água. O presente trabalho visa analisar as condições viáveis para o reaproveitamento da biomassa de *Eleocharis spp.*, gerada durante o tratamento, por meio de sua incorporação na confecção de blocos cerâmicos e através destes avaliar o efeito que o resíduo causa em algumas propriedades testadas. Foram realizados os testes de perda ao fogo, absorção de água, retração linear, massa específica aparente, limite de liquidez e de plasticidade, além do índice de plasticidade em corpos de provas preparados com a adição de 0%, 5% e 10% em peso de biomassa seca.

Os estudos resultaram em dados satisfatórios para retração linear em todos os corpos de prova e para perda ao fogo somente em corpos de prova com o incremento de 5%, porém quanto ao teste de absorção de água os valores obtidos não correspondem com o recomendado. Portanto, é necessário que sejam realizados novos testes para encontrar a quantidade ideal de biomassa seca para a incorporação da mesma na massa argilosa para blocos cerâmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Fitorremediação, Macrófita Aquática, Blocos Cerâmicos, Resíduos.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento nos últimos séculos promoveu a introdução de diversas técnicas que poderiam ser empregadas em formas alternativas para o tratamento de efluentes domésticos, por exemplo, por serem menos agressivas ao meio ambiente que os demais existentes no mercado. A fitorremediação é uma forma bastante útil quando o assunto está ligado à preservação do meio ambiente, uma vez que, para tal técnica utiliza-se de espécies vegetais capazes de promover a transformação, estabilização ou remoção (parcial ou total) de substâncias tóxicas e orgânicas presentes na água ou no solo por meio dos microorganismos existente em suas próprias raízes, facilitando sua absorção e gerando, assim, bons resultados quanto à descontaminação do ambiente em questão [1].

A escolha da espécie que efetuará o processo de remediação influenciará na eficiência do tratamento. É necessário que a planta escolhida possua algumas características específicas em relação ao tipo de tratamento

como alta taxa de absorção, acelerado crescimento, sistema radicular profundo e praticidade para colheita da mesma [2].

Muitos estudos vêm sendo realizados levando em conta a capacidade de absorção de nutrientes durante o crescimento de macrófitas aquáticas e acumulação de metais pesados (fitoextração), por exemplo, que as mesmas possuem para certos contaminantes presentes no solo e na água [3]. A contaminação por metais pesados é uma das mais preocupantes formas de poluição, pois devido a não degradação do mesmo no meio ambiente, os metais podem afetar os vegetais e os animais, inclusive o ser humano, tornando-se bioacumulativos.

Como resultado da utilização dessa técnica remediadora para efluentes tem-se a geração de grande quantidade de resíduos vegetais, visto que as macrófitas são substituídas periodicamente para garantir a boa eficiência do processo. Esses resíduos podem ser descartados ao meio ambiente sem nenhum tipo de tratamento e provocar danos ambientais ao mesmo. O presente trabalho propõe um destino sustentável aos resíduos de *Eleocharis spp.* seca, promovendo sua incorporação na massa para blocos cerâmicos e avaliando seu comportamento perante a realização de testes, segundo a ABNT.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram coletadas as macrófitas da espécie *Eleocharis spp.* em um açude próximo a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão, KM 0,5 saída para Cascavel – PR, e realizado o tratamento dos esgotos domésticos do campus. O resíduo proveniente do fitotratamento foi levado a uma estufa de circulação de ar e mantido a temperatura de 60 °C durante 24 h. Após o processo de secagem, o material foi moído em um moinho de facas e, em seguida, peneirado em uma peneira granulométrica com abertura de 100 mesh.

Durante o processo de moagem pode-se notar na espécie em questão a rica presença de fibras, dificultando a passagem do material na peneira granulométrica.

A argila utilizada foi doada por uma empresa de cerâmica, localizada no município de Candido de Abreu PR, e o procedimento realizado para sua secagem ocorreu de forma semelhante ao descrito para a *Eleocharis spp.* A argila seca foi moída em um moinho para solos e, também, peneirada em peneira granulométrica com abertura de 100 mesh.

Após a etapa descrita anteriormente, foi possível a produção de blocos cerâmicos de aproximadamente 4 cm de comprimento e 1,75 cm de diâmetro com o auxílio de uma prensa hidráulica (marca EMIC, modelo DL 30000), aplicando-se uma força de 2500 N sobre um molde cilíndrico metálico que continha, aproximadamente, 18 g do material, resultando em dezoito corpos de prova ao todo, sendo que seis deles na ausência de biomassa seca e os demais com 5% e 10%, respectivamente, de biomassa seca de *Eleocharis spp.*

Os blocos cerâmicos recém-prensados foram pesados em uma balança tarada e com ajuda de um paquímetro, mensurados. Tais corpos de prova foram, também, mantidos primeiramente a temperatura ambiente por 24 h para secagem, e em seguida, em estufa de circulação de ar a temperatura de 110 °C por mais 24 h, e por fim, submetidos à queima em um forno elétrico de laboratório (marca JUNG, modelo 0912) a temperatura de 750 °C com taxa de aquecimento de 4 °C/min, tempo de patamar de 3 h e resfriamento realizado por convecção natural.

Para cada etapa de secagem e queima, a massa e as medidas dos corpos de prova foram anotadas para posterior cálculo da perda ao fogo, retração linear após a secagem e massa específica aparente, representadas pelas equações 1, 2 e 3.

$$PF = [(M_s - M_{qs}) / M_{qs}] \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

$$RLs = [(C_i - C_s) / C_s] \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

$$MEA = M_{qs} / (Dq^2 \cdot \Pi \cdot Cq/4) \quad \text{Eq. 3}$$

Em que:

- M_s : massa do corpo de prova seco após a permanência na estufa;
- M_{qs} : massa do corpo de prova após a queima em forno elétrico;
- D_q : diâmetro do corpo de prova após a queima;
- C_i : comprimento do corpo de prova inicialmente;
- C_s : comprimento do corpo de prova seco após a permanência na estufa;
- C_q : comprimento do corpo de prova após a queima.

Foi realizado o ensaio de absorção de água de acordo com os procedimentos da NBR 15270 [4] para verificar a reação do corpo de prova ao aumento do incremento de *Eleocharis spp.* e nos ensaios para determinação do limite de liquidez e limite de plasticidade de acordo com procedimentos descritos na NBR [5], [6] e [7].

O índice de plasticidade (IP) foi obtido com base na equação 4 de acordo com a NBR [8].

$$IP = LL - LP$$

Eq. 4

Em que:

- IP: índice de plasticidade;
- LL: limite de liquidez;
- LP: limite de plasticidade.

RESULTADOS

PERDA AO FOGO

Esta análise mostra em porcentagem da medida da diferença da massa dos blocos cerâmicos antes e depois de serem queimados a temperatura de 750 °C. A maior parte desse valor obtido é referente à perda de biomassa seca incorporada na massa argilosa devido à volatilização que ocorre com seus componentes orgânicos durante o aquecimento. A outra parte pode estar ligada a umidade evaporada. Na Figura 1 é apresentada a variação da perda de biomassa ao fogo em função do percentual de biomassa seca de *Eleocharis spp.*

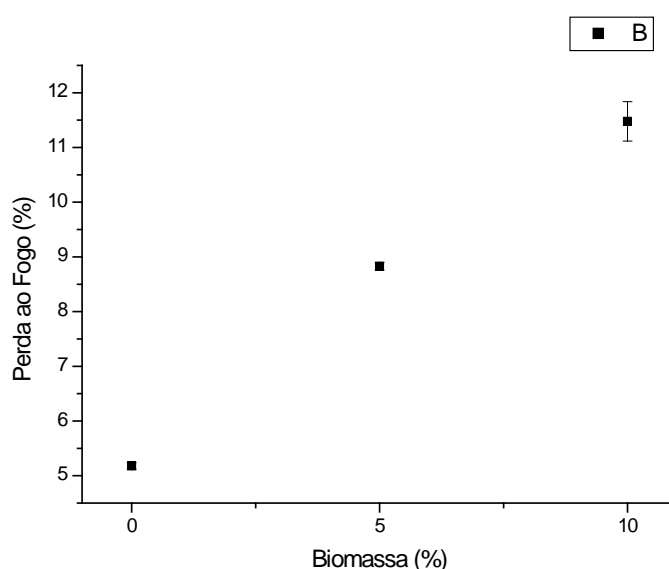


Figura 1: Perda ao fogo nos blocos cerâmicos sintetizados em 0%, 5% e 10% de biomassa seca de *Eleocharis spp.* com seus respectivos desvios padrões (n = 6), sendo que B é a média dos valores obtidos.

De acordo com a Figura 1, é possível notar que a perda ao fogo aumentou conforme houve o aumento de incremento incorporado. Segundo o IPT [7] o valor máximo estipulado para a perda ao fogo deve ser inferior a 10%, e portanto nota-se que somente os corpos de prova com 0% e 5% de biomassa vegetal atenderam ao recomendado.

ABSORÇÃO DE ÁGUA

Na Figura 2 são apresentados resultados para os ensaios de absorção de água em função do percentual de biomassa seca de *Eleocharis spp.* adicionada.

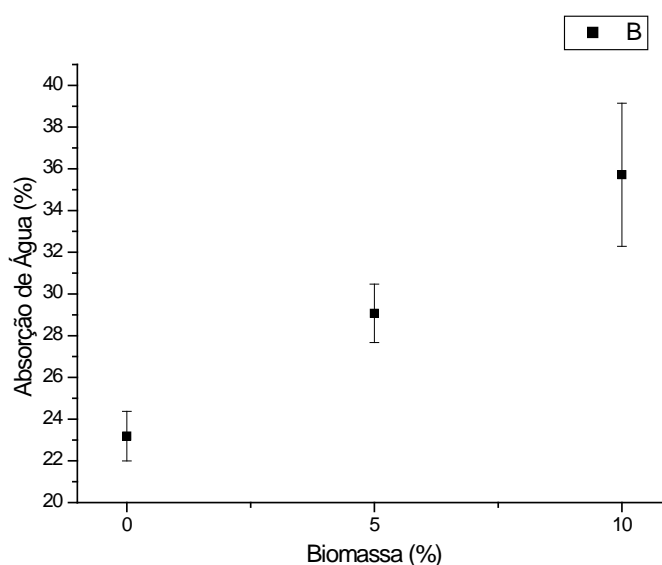


Figura 2: Absorção de água nos blocos cerâmicos sintetizados em 0%, 5% e 10% de biomassa seca de *Eleocharis spp.* com seus respectivos desvios padrões (n = 6), sendo que B é a média dos valores obtidos.

Por meio desta é possível observar que a taxa de absorção aumentou de acordo com a maior quantidade de biomassa seca de *Eleocharis spp.* incorporada. Tal fato, também foi observado durante o ensaio realizado para perda ao fogo, apresentando intima relação entre ambos que pode ter ocorrido devido o surgimento proporcional de vazios aerados nos corpos de prova provenientes da dissipação de matéria durante a queima.

Os resultados obtidos neste ensaio para os blocos com 5% e 10% de biomassa de *Eleocharis spp.* não são satisfatórios segundo NBR [10], que estipula um valor máximo de 25%, e de acordo com os 10% exigido pelo IPT [9] apenas os blocos com adição de 5% são compatíveis.

RETRAÇÃO LINEAR APÓS A SECAGEM

O teste de retração linear após a secagem em estufa de circulação de ar expressa em porcentagem a variação do comprimento do corpo de prova antes e após ter sido seco a temperatura de 110 °C por 24 horas.

Na Figura 3 são apresentados os resultados obtidos para os ensaios de retração linear nos blocos cerâmicos sintetizados em 0, 5 e 10% de biomassa seca de *Eleocharis spp.*

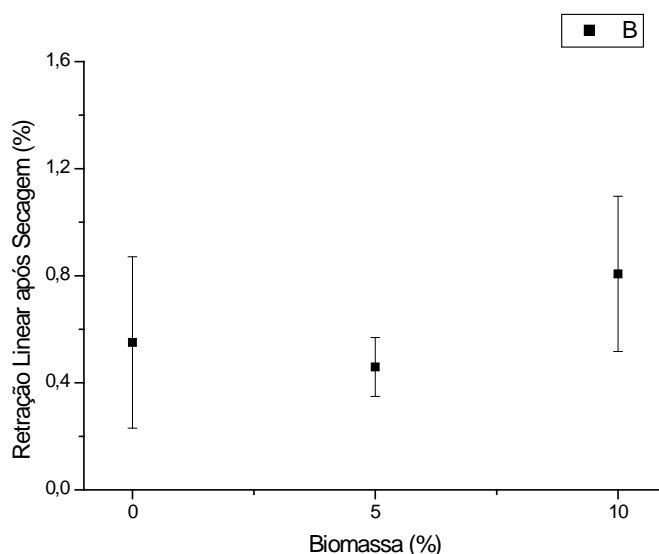


Figura 3: Retração linear nos blocos cerâmicos sintetizados em 0%, 5% e 10% de biomassa seca de *Eleocharis spp.* com seus respectivos desvios padrões ($n = 6$), sendo que B é a média dos valores obtidos.

Pela Figura 3 foi possível notar que os resultados obtidos para a retração linear nos blocos foram inferiores a 1%. De maneira geral, a porcentagem de biomassa seca de *Eleocharis spp.* não influenciou em um aumento na retração linear. O valor recomendado para retração linear após secagem para cerâmica vermelha não pode ultrapassar 7,96%. Desta forma, os blocos testados atenderam a esta recomendação [11].

MASSA ESPECÍFICA APARENTE

Na Figura 4 são apresentados os resultados de massa específica aparente em função do percentual de biomassa seca de *Eleocharis spp.* adicionada após realizado os cálculos pela Equação 4.

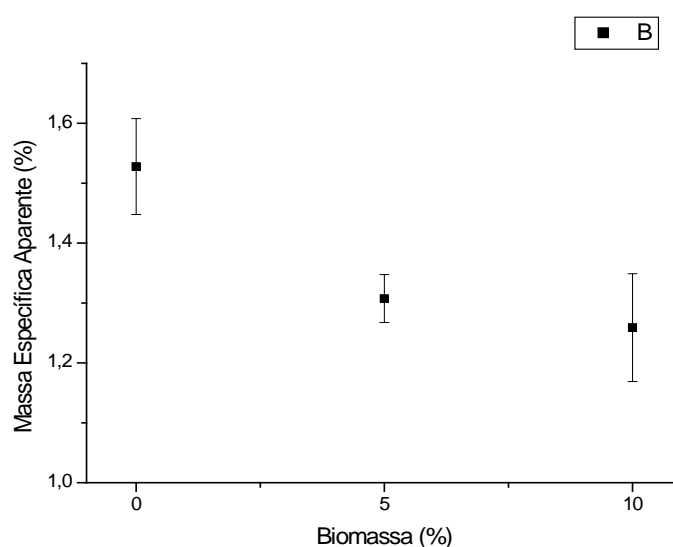


Figura 4: Massa específica aparente dos blocos cerâmicos sintetizados em 0%, 5% e 10% de biomassa seca de *Eleocharis spp.* com seus respectivos desvios padrões ($n = 6$), sendo que B é a média dos valores obtidos.

Pela Figura 4 pode se notar que há tendência de decréscimo da massa específica aparente com o aumento do percentual de macrófita inserida e, assim, diminuição da densidade em relação ao bloco que não contém biomassa vegetal.

LIMITE DE LIQUIDEZ, LIMITE DE PLASTICIDADE E INDICE DE PLASTICIDADE

Na figura 5 estão representados os dados obtidos para o teor de umidade do solo que indica a transição entre a fase em que o mesmo pode sofrer deformações sem a variação no volume (estado plástico) para o estado em que não possui uma forma definida (estado líquido).

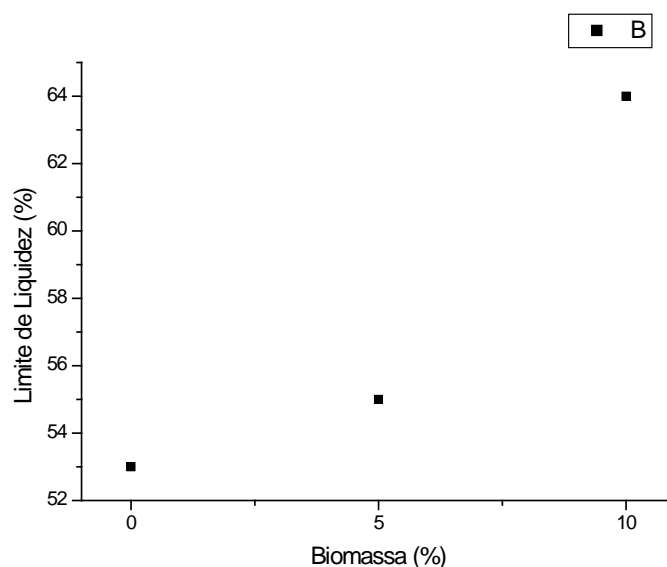


Figura 5: Limite de Liquidez dos blocos cerâmicos sintetizados em 0%, 5% e 10% de biomassa seca de *Eleocharis spp.*, sendo que B é a média dos valores obtidos.

As figuras 6 e 7 representam, respectivamente, o limite de plasticidade e o índice de plasticidade dos corpos de prova testados.

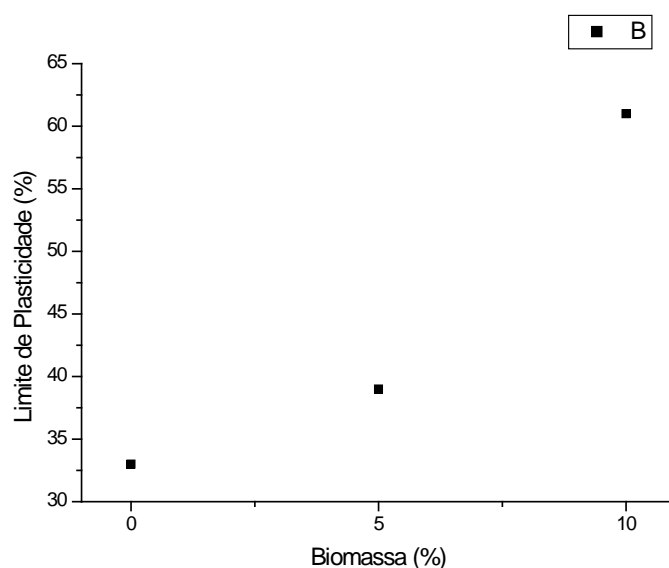


Figura 6: Limite de Plasticidade dos blocos cerâmicos sintetizados em 0%, 5% e 10% de biomassa seca de *Eleocharis spp.*, sendo que B é a média dos valores obtidos.

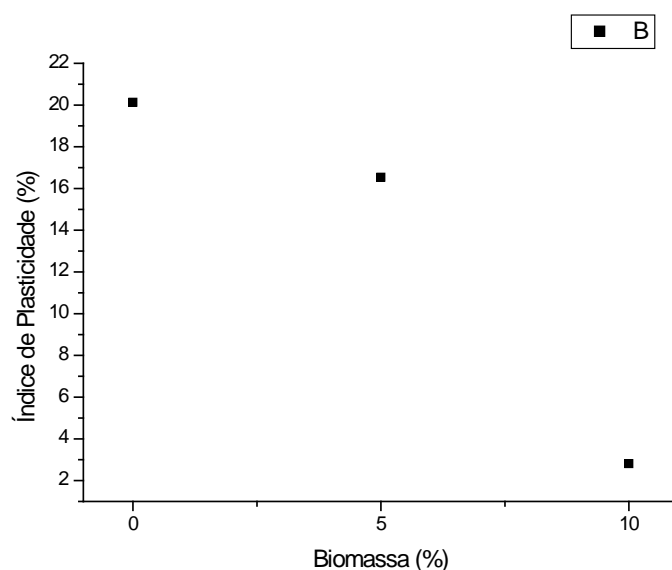


Figura 7: Índice de Plasticidade dos blocos cerâmicos sintetizados em 0%, 5% e 10% de biomassa seca de *Eleocharis spp.*, sendo que B é a média dos valores obtidos.

Através dos dados obtidos nos ensaios é possível notar que houve diminuição da plasticidade na massa argilosa com o aumento da biomassa incorporada à mesma. Tal resultado não ocorreu em um estudo realizado com a macrófita *Commelina nudiflora* L. como resíduo [12], que indicou para a amostra com 5% divergência em relação às amostras de 10% de biomassa e relata uma possível quantidade limite de biomassa responsável pelo aumento da plasticidade, o que não ocorre no presente trabalho.

CONCLUSÕES

Após o término de todos os testes realizados para o ensaio deste trabalho que se utilizou da espécie vegetal *Eleocharis spp.* como possível resíduo na incorporação à massa argilosa para fabricação de blocos cerâmicos, constatou-se que é possível realizar tal procedimento como um destino sustentável.

A espécie não mostra bons índices para os ensaios de absorção de água, tanto nos corpos de prova de 5% quantos nos de 10% de biomassa seca; e quanto à perda ao fogo, os resultados indicam bons índices somente para os blocos com incremento de 5%. No entanto, com relação à retração linear, os testes foram satisfatórios para todos os corpos de prova.

Através dos índices de plasticidade, os blocos com 5% e sem macrófita, foram classificados como altamente plásticos e de 10% como média ou baixa plasticidade.

Com os resultados obtidos, nota-se que é necessário realizar mais ensaios para verificar a quantidade ideal de biomassa seca de *Eleocharis spp.* para incorporação na fabricação de blocos cerâmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PIRES, F.R., SOUZA, C.M., SILVA, A.A., PROCÓPIO, S.O., FERREIRA, L.R., Fitorremediação de solos contaminados com herbicidas. Planta Daninha, Viçosa-MG, 2003.
2. COUTINHO, H. D.; BARBOSA, A. R. Fitorremediação: considerações gerais e características de utilização. Silva Lusitana, 15: 103-117, Lisboa. Portugal, 2007.
3. GHOSH, M.; SINGHI, S. P. A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of it's by products. Biomass and Waste Management Laboratory, School of Energy Environmental Studies, Faculty of Engineering Sciences, Devi Ahilya University, Indore – 452017, India. Asian Journal on Energy and Environmental, 2005.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270 – 3: componentes cerâmicos – parte 3: blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.
5. ____ ABNT NBR 6459: solo – determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984.
6. ____ ABNT NBR 7180: solo – determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.
7. ____ ABNT NBR 6457: amostras de solo – preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.
8. ____ ABNT NBR 8792: Determinação de resistência à compressão e da absorção de água. 1984.
9. INSTITUTO DE PESQUISAS TÉCNICAS – IPT. Ensaio de argila visando à utilização em cerâmica vermelha. São Paulo: IPT, 1985.
10. ____ ABNT NBR 7171: Bloco cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1992.
11. HOLANDA, José N. F.; VIEIRA, Carlos M. F. Análise da situação Atual e Perspectivas de Crescimento do Setor de Cerâmica Vermelha Estrutural de Campos dos Goytacazes-RJ. Mundo Cerâmico, São Paulo, n. 82, p. 29-31, 2002.
12. ALBUQUERQUE, Felipe P.; LIMA, Sônia B.; Souza, Débora C. Qualidade de blocos cerâmicos produzidos com incremento de biomassa seca de *Commelina nudiflora*. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 16.; 2011, Ponta Grossa.