



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

PRODUÇÃO DE UM COMPÓSITO POLIMÉRICO UTILIZANDO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL VISANDO ISOLAMENTO TÉRMICO

DORIS SIPPEL DÖRR – doris.sdorr@gmail.com

Universidade de Santa Cruz do Sul
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental
Avenida Independência, 2293
96815-900, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil

PÂMELA ANDRÉA MANTEY DOS SANTOS – pamelams20@gmail.com

Universidade de Santa Cruz do Sul
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental
Avenida Independência, 2293
96815-900, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil

EDUARDA LUÍZA FINATTO – duda_finatto@yahoo.com.br

Universidade de Santa Cruz do Sul
Avenida Independência, 2293
96815-900, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil

SABRINA ARCARO – sabrinarcaro@yahoo.com.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Laboratório de Materiais Cerâmicos
Departamento de Materiais
Av. Osvaldo Aranha, 99
90035-190, Porto Alegre, RS, Brasil

ADRIANE DE ASSIS LAWISCH RODRIGUEZ – adriane@unisc.br

Universidade de Santa Cruz do Sul
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental
Departamento de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias
Avenida Independência, 2293
96815-900, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil

Resumo: *Compósitos poliméricos podem ser utilizados para isolamento térmico através da agregação de diferentes materiais para melhorar as propriedades das espumas, como também reduzir valores de fabricação. A casca de arroz é um subproduto produzido em grande escala visto a sua elevada produção e pode ser utilizada para geração de energia, produzindo cinza com alto teor de sílica. Este trabalho tem como objetivo confeccionar um isolante térmico alternativo para o reservatório térmico de um sistema de aquecimento solar de água, menos poluente e mais econômico do que os industrialmente comercializados. Para isto, a cinza da casca de arroz (CCA) provinda da indústria, foi incorporada à espuma de poliuretano. Foram utilizados poliisocianato, de base sustentável e diferente dos convencionais de origem petroquímica e tolueno diisocianato. Foram confeccionadas duas amostras através de uma mistura rápida dos reagentes com a cinza da CA, sendo que em uma das amostras foi adicionada água para atuar como agente de expansão. Foram realizadas análises de condutividade*

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

térmica, densidade e biodegradabilidade. A condutividade térmica da amostra sem água foi relativamente menor do que da amostra com água. A amostra com adição de água apresentou valores de densidade menores que a amostra sem água. O teste de biodegradabilidade apresentou bons resultados para a amostra em que adicionou-se água. Foi observada a grande contribuição da água como agente expensor nas espumas de poliuretano. Além disso, a incorporação de resíduos é de elevada importância visto que pode ser causador de impactos ambientais se descartado incorretamente.

Palavras-chave: Poliuretano, Cinza da Casca de Arroz, Isolamento Térmico, Sistemas de Aquecimento Solar de Água, Compósito Polimérico, Materiais de Enchimento.

PRODUCTION OF A POLYMERIC COMPOSITE USING AGROINDUSTRIAL WASTE FOR THERMAL INSULATION

Abstract: Polymeric composites can be used for thermal insulation by adding different materials to improve the properties of foams, as well as reduce manufacturing values. Rice bark is a byproduct produced on a large scale and can be used for power generation, producing high silica ash. This work aims to make an alternative thermal insulation for the boiler of a solar water heating system, less polluting and more economical than the industrially commercialized ones. Rice husk ash (RHA) from was incorporated into the polyurethane foam. Polyol was used, with a sustainable basis and was different from conventional petrochemical and toluene diisocyanate. Two samples were prepared by a rapid mixing of the reagents with RHA, and in one of the samples water was added to act as the blowing agent. Analyzes of thermal conductivity, density and biodegradability were carried out. The thermal conductivity of the sample without water was relatively lower than that of the sample with water. The sample with water addition had lower density values than the sample without water. The biodegradability test showed good results for the sample in which water was added. The great contribution of water as blowing agent in the polyurethane foams was observed. In addition, the incorporation of waste is very important since it can cause environmental impacts if discarded incorrectly.

Keywords: Polyurethane, Rice Husk Ash, Thermal Insulation, Solar Water Heating Systems, Polymer Composite, Filling Materials

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios das sociedades modernas é crescer economicamente sustentável. Devido a fenômenos como a escassez dos combustíveis fósseis e o aquecimento global, os países vêm procurando possibilidades ponderadas para converterem as políticas públicas, conciliando questões de como utilizar racionalmente os recursos energéticos, tratar o meio ambiente e aumentar a competitividade.

Poliuretano é um polímero com um vasto campo de aplicação, apresentando uma composição química variada conforme os reagentes químicos utilizados. Algumas de suas propriedades são a alta capacidade de absorção de energia e a baixa condutividade térmica das espumas de poliuretano (DA SILVA *et al.*, 2013; SAINT-MICHEL *et al.*, 2006). Através da reação

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

entre um poliols e um isocianato, obtêm-se o polímero que é fabricado em grandes quantidades na forma de espumas flexíveis e rígidas, sendo a primeira utilizada em colchões e móveis e a segunda para transportes, na indústria de construção e em embalagens (SINGH & JAIN, 2009; OUSHABI *et al.*, 2017). No setor de construção, uma característica relevante do poliuretano é a sua utilização como isolante, reduzindo assim o consumo de energia das edificações.

A incorporação de diferentes materiais no poliuretano, como fibras, partículas metálicas e minerais, na matriz polimérica formando compósitos, tem a capacidade de reforçar e modificar as suas propriedades físicas, como também reduzido o preço de fabricação (SAINT-MICHEL *et al.*, 2006; COSTA *et al.*, 2012). Esta alteração na matriz do polímero pode levar a um aumento da capacidade de absorção de energia apresentando também uma densidade conveniente. A granulometria e o tipo de material incorporado são parâmetros importantes que devem ser considerados (SAINT-MICHEL *et al.*, 2006).

Para a obtenção de uma boa espuma polimérica, a interação entre o material de incorporação e a matriz polimérica deve ser forte, podendo ser otimizadas com um material de alta área superficial e boa afinidade química (COSTA *et al.*, 2012). Alguns tipos de materiais utilizados são carbonato de cálcio (SAINT-MICHEL *et al.*, 2006; COSTA *et al.*, 2012; HATAKEYEMA *et al.*, 2005), fibras de vidro (COSTA *et al.*, 2012), sulfato de bário (HATAKEYEMA *et al.*, 2005), borracha (pneu) (CACHAÇO *et al.*, 2013) e casca de arroz (DA SILVA *et al.*, 2013; NAVARRO *et al.*, 2012). A casca de arroz, que representa 20% do grão de arroz, é um subproduto produzido em grande escala visto a elevada produção de arroz. Sua destinação final é um problema pois muitas vezes é disposto de forma errada prejudicando o meio ambiente. Assim, a casca de arroz é utilizada para geração de energia produzindo cinza com alto teor de sílica, podendo ser incorporada em diversos materiais com o objetivo de melhorar as características (FOLETTI *et al.*, 2005).

Neste trabalho foram avaliadas as características dos compósitos de poliuretano produzidos através da análise da densidade, da condutividade térmica e da biodegradabilidade. A ação da água como agente expensor foi também analisada.

2. ESTADO DA ARTE

O novo pensamento de preservar o meio ambiente e de utilizar produtos naturais vem contribuindo para um maior interesse na utilização de materiais derivados da biomassa. Os polímeros são muito utilizados por possuírem excelentes características como, por exemplo, baixa densidade, fabricação acessível, processabilidade, ótima durabilidade, assim como valores econômicos reduzidos. O que estimula o estudo desses polímeros é o aumento das aplicações desses materiais, através do desenvolvimento de novas metodologias de fabricação, mantendo as características que melhorem suas propriedades físico-químicas.

De acordo com Siqueira (2009), o aquecimento de água para utilização em residências é uma aplicação prática da energia solar, portanto, é importante ter-se um incentivo ao uso desta energia, para que seus benefícios ambientais, sociais e econômicos possam ocupar cada vez mais um lugar em destaque no cenário energético brasileiro.

Os reservatórios (boiler) são denominados “alternativos” quando são constituídos por materiais de baixo custo, melhorando assim a relação custo/benefício nas etapas de aquisição e montagem do sistema.

O isolamento térmico baseia-se na proteção de superfícies, por meio da aplicação de materiais com baixa condutividade térmica, visando reduzir fluxos de calor. Desse modo, quanto menor a condutividade térmica do material, menor será a espessura do mesmo, necessitando-se assim de uma menor quantidade de produto (KREITH, 1977; MORAN *et al.*, 2000).

O polímero poliuretano (PU), sendo expandido ou não, é extremamente versátil. Com mudanças das condições de reação de polimerização e da formulação atingem-se características de termofixo, fibras, termoplástico ou elastômero. Ele é fabricado a base de diisocianato de tolueno,

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



comercialmente conhecido por TDI 2-4 ou TDI 2-6, e de um poliálcool. A reação através destas substâncias resulta em um polímero caracterizado pela repetição de um agrupamento molecular, denominado uretano. A produção das espumas de poliuretano consiste na introdução de um agente de sopro ou de expansão, em proporções compatíveis a reação química. Devido à ação gerada na reação de polimerização, o agente passa por evaporação mantendo-se fisicamente encapsulado dentro do polímero gerando as bolhas da espuma. Sua expansão nesta reação também é causada pela presença de umidade e água nos materiais (CANEVAROLO Jr, 2002).

A valorização, o reaproveitamento e a reciclagem de resíduos estão incorporados dentro da política industrial e econômica. A ISO 14001 orienta as empresas que desejam programar um sistema de gestão ambiental, garantindo ininterruptamente a busca por maneiras de valorizar e reutilizar resíduos de indústrias (ROCHA & CHERIAF 2003). Neste contexto, o Vale do Rio Pardo possui muitas indústrias arroseiras que descartam uma quantidade abundante de cascas de arroz e cinza de casca de arroz, a qual é rica em sílica (Tabela 1), que poderiam ser reutilizadas em diversas finalidades como, por exemplo, compostagem, agregação em materiais, fonte de energia, dentre outros.

Tabela 1 - Pesquisa bibliográfica onde analisamos a composição da cinza obtida por diversos autores.

	De Souza et al. (2000)	Della et al. (2006)	Menezes et al. (2008)	Fernandes et al. (2014)	Pereira et al. (2015)
SiO ₂ (%)	99,69	96,91	95,02	96,5	92,99
Al ₂ O ₃ (%)	0,06	0,43	0,45	0,13	0,18
Fe ₂ O ₃ (%)	0,05	0,02	0,1	0,07	0,43
CaO (%)	0,05	0,07	0,51	0,56	1,03
Na ₂ O (%)	0,01	0,07	0,13	0,08	0,02
K ₂ O (%)	0,1	0,01	1,9	1,37	0,72
MnO (%)	0,001	0,01	0,34	0,17	-
TiO ₂ (%)	0,01	0,01	0,02	-	-
MgO (%)	0,03	0,05	0,42	-	0,35
P ₂ O ₅ (%)	-	0,02	0,55	0,42	-

A análise de biodegradabilidade é realizada durante um mês em condições ambientes para que seja possível observar o comportamento do material. De acordo com a norma ASTM D 883, polímeros biodegradáveis são polímeros degradáveis nos quais a degradação resulta primariamente da ação de microrganismos tais como bactérias, fungos e algas de ocorrência natural (ROSA & PÂNTANO FILHO, 2003). Segundo Tio (2006), a biodegradação é um processo pelo qual compostos orgânicos em contato com o meio ambiente são convertidos em compostos mais simples, mineralizados e redistribuídos através de ciclos elementares como o do carbono, nitrogênio e enxofre. Desta forma, o estudo da biodegradabilidade no material proposto é tido como fundamental, uma vez que há a necessidade do gerenciamento que controla a decomposição e a transformação de materiais isolantes que estão cada vez mais presentes nos dias de hoje.

3. METODOLOGIA

3.1. Preparação das amostras

A casca de arroz “*in natura*” foi disponibilizada por uma indústria arroseira da região. O material foi lavado 3 vezes com água corrente e 1 vez com água destilada. Após a lavagem, o material foi colocado para secar em estufa a 100 °C por 24 horas. Depois de seca, a casca de arroz vai para o forno a 700 °C durante 2 horas, a uma taxa de aquecimento de 8 °C.min⁻¹. Posteriormente a queima foi obtida a cinza da casca de arroz (CCA) que foi moída em almofariz e peneirada em uma peneira de malha 60 mesh para a sua incorporação ao poliuretano. As amostras foram preparadas utilizando CCA, água e polioliol e TDI. Para comparação do comportamento da água como agente de expansão, em uma das amostras foi adicionado 0,5 g de água, enquanto a outra, não continha água. Desta maneira, foram então preparadas duas diferentes amostras (Amostra 1 e Amostra 2) através de uma mistura rápida dos reagentes (água, polioliol, TDI e cinza de casca de arroz). O polioliol utilizado apresenta base sustentável, diminuindo os impactos causados no meio ambiente e, assim como o TDI foram gentilmente cedidos pela empresa PURCOM. As amostras foram mantidas em temperatura ambiente durante 24 horas para o processo de cura do compósito. As quantidades utilizadas estão descritas na Tabela 2.

Foram realizados testes de Difração de Raios X e Fluorescência de Raios X nas amostras de CCA visando à caracterização estrutural e química respectivamente do material.

Tabela 2- Composição das amostras de compósito.

Amostra	Polioliol (g)	TDI (g)	CCA (g)	Água (g)
1	8,6	8,2	1,85	0
2	8,6	8,2	1,85	0,5

3.2. Densidade aparente

A densidade foi medida através do ensaio de densidade aparente, no qual as amostras foram seccionadas em um formato definido e medidos para aferição do volume e após pesadas em balança analítica, de acordo com a norma ASTM 3574 (2001).

3.3. Análise de condutividade térmica

A condutividade térmica (*k*) foi medida por meio do equipamento TCi Thermal Conductivity Analyzer (C-Therm Technologies). A medida é realizada em temperatura ambiente e baseada na norma ASTM D 7984. Utiliza-se um sensor de refletância de calor de apenas um lado da amostra, onde se aplica uma fonte de calor constante e momentânea. As amostras tiveram as faces lixadas e polidas. Foram realizadas 5 medidas em cada face das amostras 1 e 2.

3.4. Análise de biodegradabilidade

O teste de biodegradabilidade foi adaptado de Ojeda (2009) que o realizou para amostras de polietilenos (BEZERRA, 2004). O teste analisou o CO₂ produzido através da incubação das amostras de poliuretano misturadas com composto orgânico, oriundo da estação de resíduos da Universidade de Santa Cruz do Sul, e perlita a uma temperatura de 25 °C durante 55 dias.

4. RESULTADOS

4.1 Preparação da casca de arroz

Na Figura 1 é possível observar a casca de arroz antes e após a queima. A mudança de coloração de amarelo para branco se dá devido à queima de matéria orgânica presente na casca, restando apenas óxidos de metais. Observa-se uma redução média de 80 % em massa da casca para a cinza devido à queima do carbono.

Através de análise de Fluorescência de Raios X (FRX) da cinza de casca de arroz utilizada no trabalho (Tabela 3), podemos observar que a CCA apresentou elevado teor de dióxido de silício (93%), compatível com valores da literatura descritos na Tabela 1. As características da CCA podem estar associadas a diferentes fatores, entre eles destacam-se a composição da casca e a condição da queima, como pode ser observado na Tabela 1. Como a reatividade da sílica está relacionada com o polimorfismo dos silicatos, o conhecimento básico destas transformações torna-se bastante interessante, uma vez que contribui para o direcionamento na escolha de temperaturas para realização da queima. Contudo, de Sensale (2006) observou que as cinzas são predominantemente de natureza silicosa e que, os teores de sílica estão entre 87 e 95%.

Figura 1 – Fotografias de (a) casca de arroz como recebida e (b) cinza da casca de arroz após a queima.



Tabela 3 – Caracterização da cinza de casca de arroz através de FRX.

	SiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	SO ₃ (%)	P ₂ O ₅ (%)	MnO (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	NiO (%)
CCA	93,63	2,37	0,00	1,01	1,09	0,85	0,51	0,32	0,00	0,13	0,09

A análise de Difração de Raios-X da cinza de casca de arroz (Figura 2) apresenta pico em 22°, o qual é característico de um sólido amorfo.



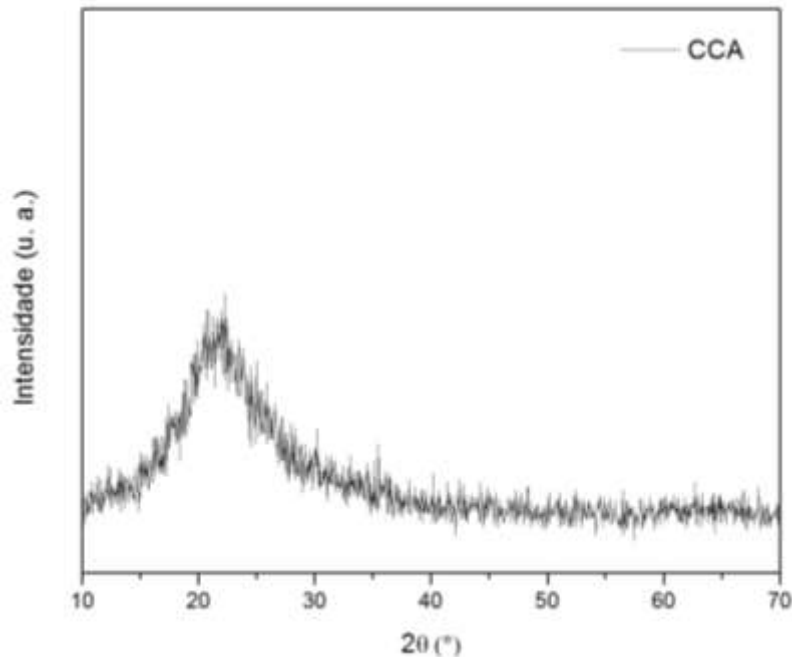
11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Figura 2 – Difratoograma da cinza de casca de arroz.



4.2. Densidade aparente

A densidade aparente do compósito produzido com CCA e poliuretano sem água foi de $61,3 \text{ kg.m}^{-3}$, enquanto que para o compósito com 0,5 g de água foi de $30,14 \text{ kg.m}^{-3}$. Foi possível observar que o compósito com adição de água obteve densidade inferior ao compósito com água, caracterizando-a como melhor resultado, uma vez que além de ter maior volume contém menor quantidade de TDI.

Segundo Sharma (2006) o nível de absorção da água é uma importante característica a ser considerada nos compósitos, pois avalia o potencial desse material para certas aplicações. A água que, quando reage com a mistura e principalmente com o polioli produz dióxido de carbono, dá origem à espuma, assim, a quantidade de água adicionada controla diretamente a densidade da espuma (DIETERICH & UHLIG, 1992). Dentre os diversos resultados da absorção da água estão o favorecimento da biodegradabilidade e a modificação das propriedades mecânicas.

4.3. Análise de condutividade térmica

A condutividade térmica depende de vários fatores como, por exemplo, o tamanho das células. Para os testes de condutividade térmica, quanto menor o valor obtido melhor a propriedade de isolamento térmico do material.

O compósito sem adição de água apresentou valor de condutividade térmica de $0,044 \pm 0,03 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ enquanto que o compósito com adição de água apresentou condutividade térmica de $0,054 \pm 0,03 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Foi possível observar que os compósitos produzidos apresentaram valores de condutividade térmica muito próximos, não havendo diferença significativa em relação à adição de água. Os valores encontrados na literatura ($0,018 - 0,023 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) são mais baixos, entretanto, são valores de condutividade térmica para materiais em que não ocorreu a incorporação de resíduos sólidos, isto ocorre devido à sílica apresentar uma condutividade elevada (VILAR, 1998).

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

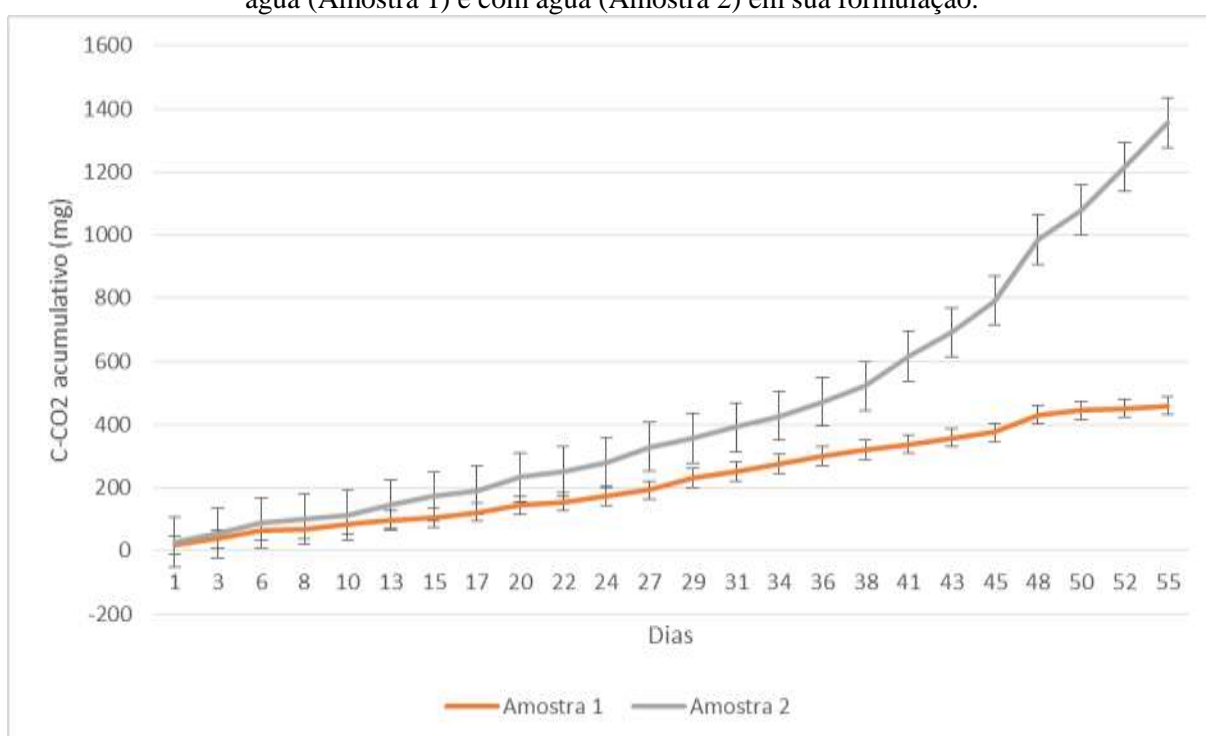
qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



4.4. Análise de biodegradabilidade

É possível observar na Figura 4, que o material compósito que mais degradou foi aquele que continha água (Amostra 2) em sua formulação pois produziu um valor significativamente maior durante o mesmo período que não continha água (Amostra 1). Este fato é devido a maior interação da amostra contendo água com o composto orgânico, facilitando assim o processo de degradação da amostra quando disposta em aterros sanitários. Espera-se uma degradação contínua das amostras para períodos superiores a 55 dias, porém, a degradação não será completa (a conversão de carbono à CO_2 não será 100%) pois uma parte do carbono é também transformada em biomassa, em substâncias orgânicas e em outros gases.

Figura 4 – Emissão de CO_2 em amostra de poliuretano incorporados com cinza de arroz sem água (Amostra 1) e com água (Amostra 2) em sua formulação.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A casca de arroz é um importante resíduo agroindustrial e a sua cinza, subproduto de seu uso após a geração de energia, foi alvo deste trabalho para verificar a sua capacidade de incorporação em espumas poliméricas para aplicações como isolante térmico de sistemas de aquecimento solar de água. A CCA utilizada neste trabalho apresentou alto teor de sílica. Duas diferentes formulações de compósitos poliméricos contendo polioli, TDI e CCA foram preparadas, uma contendo água e outra sem água, o qual atuou como agente expensor. Foi possível observar que os valores de condutividade térmica dos compósitos preparados foram muito próximos e ligeiramente mais elevados aos encontrados na literatura, valendo ressaltar que, os valores encontrados na literatura são de materiais sem a incorporação de resíduos. Ainda, através das análises de biodegradabilidade foi possível verificar que a formulação contendo água apresentou maior capacidade de decomposição de acordo



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

com as suas emissões de CO₂, apresentando, portanto maior biodegradabilidade e capacidade de decomposição quando disposta em aterros sanitários.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem à empresa PURCOM que gentilmente cedeu os reagentes polioliol e TDI para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, A.M., **Como funciona um aquecedor solar de água**. 2004.

CACHAÇO, A.G.; AFONSO M.D.; PINTO M.L. **New applications for foam composites of polyurethane and recycled rubber**. Journal of Applied Polymer Science, 2013. 129(5): p. 2873-2881.

CANEVAROLO Jr, S.V., **Ciência dos polímeros**. Artiber editora, São Paulo, 2002.

COSTA, A.P.O., et al., **Synthesis and characterization of soybean-oil-based polyurethane composites containing industrial and agricultural residual wastes as fillers**. Journal of Applied Polymer Science, 2012. 123(3): p. 1370-1376.

DA SILVA, V.R., et al., **Polyurethane foams based on modified tung oil and reinforced with rice husk ash I: synthesis and physical chemical characterization**. Polymer Testing, 2013. 32(2): p. 438-445.

DE SENSALE, G.R., **Strength development of concrete with rice-husk ash**. Cement and concrete composites, 2006. 28(2): p. 158-160.

DIETERICH, D.; UHLIG, K. **Polyurethanes**. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A21, 1992.

FOLETTTO, E.L., et al., **Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz**. Química Nova, 2005. 28(6): p. 1055.

HATAKEYEMA, H., et al., **Bio-based polyurethane composite foams with inorganic fillers studied by thermogravimetry**. Thermochimica acta, 2005. 431(1-2): p. 155-160.

KREITH, F. **Princípios da Transmissão de calor**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1977. 197.

MORAN, M.J., SHAPIRO H.N.; BOETTNER D.D. **Princípios de termodinâmica para engenharia**. 2000: Grupo Gen-LTC.

NAVARRO, M.V., et al. **Use of rice husk as filler in flexible polyurethane foams**. Wiley Online Library.

OJEDA, T.F.M., et al., **Abiotic and biotic degradation of oxo-biodegradable polyethylenes. Polymer degradation and stability**, 2009. 94(6): p. 965-970.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

OUSHABI, A., et al., **An experimental investigation on morphological, mechanical and thermal properties of date palm particles reinforced polyurethane composites as new ecological insulating materials in building.** Case studies in construction materials, 2017. 7: p. 128-137.

ROCHA, J.C.; CHERIAF, M. **Aproveitamento de resíduos na construção.** Coletânea Habitare, 2003. 4: p. 72-93.

ROSA, D.S.; PÂNTANO FILHO, R. **Biodegradação: um ensaio com polímeros.** 2003: Moara.

SAINT-MICHEL, F.; CHAZEAU, L; CAVAILLE, J.-Y. **Mechanical properties of high density polyurethane foams: II Effect of the filler size.** Composites Science and Technology, 2006. 66(15): p. 2709-2718.

SHARMA, S.C., et al., **Studies on the weathering behavior of glass coir polypropylene composites.** Journal of reinforced plastics and composites, 2006. 25(9): p. 925-932.

SINGH, H.; JAIN, A.K. **Ignition, combustion, toxicity, and fire retardancy of polyurethane foams: a comprehensive review.** Journal of Applied Polymer Science, 2009. 111(2): p. 1115-1143.

SIQUEIRA, D.A., **Estudo de Desempenho do Aquecedor Solar de baixo custo.** Uberlândia: UFU, 2009. 143 p. 2009.

TIO, J.D.E.L. **Celulose e Celulignina de Bagaço de Cana: Obtenção e Estudo da Biodegradabilidade de Compósitos com Polipropileno.** 2007.

VILAR, W.D., **Química e tecnologia dos poliuretanos.** 1998: Vilar consultoria.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375