



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

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



TEMA
meio ambiente,
política & economia

CARACTERIZAÇÃO DE SOLO COMPOSTADO E AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Adriana da Silva Moura – adrimoura10@gmail.com – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Harumi Suwa Bressan – harumi.bressan@acad.pucrs.br – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Claudio Luis Crescente Frankenberg – claudio@pucrs.br – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Resumo: O crescimento populacional está diretamente relacionado com a grande quantidade de resíduos plásticos produzidos e descartados em aterros sanitários. Este é um problema que demanda atenção na área de inovação tecnológica de materiais que atendam às necessidades e ainda sejam sustentáveis. O desenvolvimento de compósitos poliméricos reforçados com fibras vegetais e oriundas de resíduos agroindústrias se mostra como uma boa alternativa, para substituir polímeros de origem fóssil. A partir desses fatores, foi proposto um estudo de caracterização de solo compostado e avaliação da degradação de compósitos poliméricos, em que as matrizes utilizadas foram o polipropileno e o polihidroxibutirato, e os reforços foram a casca de arroz e o pó de Itaúba. Para a caracterização do solo foram realizadas análises químicas, e a avaliação da degradação dos compósitos foi verificada através de um acompanhamento da perda de massa dos corpos de prova. O pH do solo apresentou uma faixa neutra, sendo comprovado pelos resultados da baixa acidez, assim como a ausência de metais, resultado esse confirmado pela análise de toxicidade. A condutividade elétrica do solo estimou uma baixa salinidade do mesmo, e a perda de massa indicou uma grande degradação do compósito polimérico de polihidroxibutirato reforçado com casca de arroz.

Palavras-chave: solo, degradação, polímeros

Realização



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

CHARACTERIZATION OF COMPOSITE SOIL AND EVALUATION OF POLIMERIC COMPOSITES DEGRADATION

Abstract: Population growth is directly related to the large amount of plastic waste produced and disposed of in landfills. This is a problem that demands attention in the area of technological innovation of materials that meet the needs and are still sustainable. The development of polymeric composites reinforced with fibers derived from agroindustrial residues is shown as a good alternative, besides also serving as an appropriate destination option for such residues. From these factors, a study of the characterization of composted soil and evaluation of the degradation of polymeric composites was proposed, in which the polypropylene and polyhydroxybutyrate matrices were used, and the reinforcements were the rice husk and the Itaúba powder. For the characterization of the soil, chemical analyzes were performed, and the evaluation of the degradation of the composites was verified through a follow-up of the mass loss of the same. The pH of the soil presented a neutral range, being verified by the results of the low acidity, as well as the absence of metals, a result confirmed by the toxicity analysis. The electrical conductivity of the soil estimated a low salinity of the soil, and the loss of mass indicated a great degradation in the polymeric composite of polyhydroxybutyrate reinforced with rice husk.

Keywords: soil, degradation, polimers

1. INTRODUÇÃO

O contexto atual em que o mundo se encontra demanda inovações tecnológicas nas mais diversas áreas, ainda mais no que diz respeito ao desenvolvimento de materiais. Devido à crescente dependência de matérias primas de fontes renováveis, a sociedade civil e científica passou a dar atenção ao desenvolvimento de materiais mais amigáveis ao meio ambiente.

O grande crescimento populacional é um dos principais desencadeadores de um grave problema ambiental: degradação de plásticos. As características de durabilidade e resistência, que são atribuídas aos plásticos tornam-se um empecilho quando se trata da degradação, pois isso faz com que os mesmos levem anos para se degradar. Tais plásticos convencionais acabam não obedecendo a critérios de compostabilidade, não podendo ser tratados com matéria orgânica, o que faz com que seu destino final seja, geralmente, aterros sanitários.

O grande problema do acúmulo de plásticos em aterros sanitários é que esses locais não poderão ser usados futuramente para construção ou agricultura, já que contaminam o solo e os lençóis freáticos. A cada dia, a quantidade de lixo produzido aumenta e lugares como este se tornam mais escassos de encontrar, fazendo com que os mesmos fiquem cada vez mais longe dos centros urbanos, aumentando, assim, o custo da atividade (“Polímeros: Poluição e Lixo. Polímeros e problema do lixo - Alunos Online”, [s.d.]).

A partir de 1960 começaram os transtornos entre plásticos e meio ambiente, pois antes desta época as embalagens utilizadas para produtos eram feitas de papel, papelão, latas ou vidro. As embalagens plásticas substituíram essas últimas devido às próprias características de impermeabilidade e resistência dos plásticos, mas também devido ao baixo custo (“Plásticos | CEMPRE”, 2018)

As propriedades mais atrativas nos plásticos, como a durabilidade, também são suas maiores desvantagens, pois os impactos ambientais causados por plásticos não se resumem somente à aterros sanitários. No oceano são acumuladas toneladas de plásticos, que além de poluírem os mares, causam a morte de diversos animais marinhos e aves. A superfície de muitos plásticos que vão parar nos oceanos é capaz de absorver substâncias químicas perigosas, e quando são ingeridos por animais

Realização



Correalização



Informações:

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

marinhos, acabam afetando toda a cadeia alimentar (“Polímeros: Poluição e Lixo. Polímeros e problema do lixo - Alunos Online”, [s.d.]).

No Brasil, cerca de 2,5 toneladas de resíduos plásticos gerados por ano, somente 20% é reutilizado ou reciclado, esses fatores fizeram com que a atenção à busca fosse voltada à materiais que possuam menor tempo de degradação. Os impactos ambientais causados em aterros sanitários e vertedouros devido ao acúmulo de resíduos gerados pela demora na degradação desses plásticos acabam demandando inovações nesta área. Materiais de biodegradáveis parecem ser uma boa opção, contudo eles apresentam obstáculos econômicos, o que leva a uma busca por novas possibilidades de arranjo para esses materiais (“Impacto das embalagens no meio ambiente”, [s.d.]).

Compósitos poliméricos provenientes de fontes renováveis são uma nova tendência no desenvolvimento de materiais sustentáveis, pois além de boas propriedades mecânicas, apresentam baixo custo e são uma ótima alternativa para materiais não renováveis (MOURA, 2015). Desta maneira, polímeros bio-obtidos e degradáveis aliados a fibras vegetais oriundas de resíduos agroindustriais se mostraram como uma boa alternativa, como insumos para produção de um novo material, pois eles podem agregar boas propriedades, substituir reforços e ainda se degradam através da ação de microrganismos presentes no solo, quando descartados (MARINHO; SILVA; MALMONGE, [s.d.]).

O objetivo deste trabalho foi simular a degradação de compósitos poliméricos em aterro sanitário e caracterizar o solo compostado, para esta degradação. O estudo propõe uma comparação entre compósitos com matrizes poliméricas diferentes: convencional (polipropileno PP) e biodegradável (polihidroxibutirato PHB), juntamente com os reforços vegetais derivados de resíduos agroindustriais.

O PHB compõe a matriz polimérica biodegradável, sendo este um poliéster produzido por processos biossintéticos através de bactérias específicas, neste caso a *Ralstonia eutropha*, por ser um material sintetizado por bactérias, ele possui uma estrutura regular que o torna cristalino e quebradiço. Entretanto, ao receber reforços, formando compósitos, as características do polímero podem ser melhoradas (KRISHNAPRASAD *et al.*, 2009).

A matriz polimérica convencional é formada pelo polipropileno (PP), o qual origina-se de uma resina termoplástica produzida a partir do gás propileno, que é um subproduto da refinação do petróleo. Dentre suas características se destacam a boa resistência química, baixa absorção de umidade, boa resistência ao impacto, baixo custo, leveza e fácil usinagem. Além disso, este polímero termoplástico é muito utilizado em embalagens e é reciclável (ISHIZAKI *et al.*, 2006).

O Brasil possui uma produção de arroz considerável, sendo que o Rio Grande do Sul contribui com 64% da produção nacional. Os resíduos agroindustriais provenientes da prática da monocultura, como a casca de arroz (CA), necessita de um aproveitamento ou descarte adequado.

A casca de arroz apresenta vantagens se comparada com a fibra de vidro (fibra sintética), podendo ser usada como reforço de materiais poliméricos. Algumas vantagens destas são: baixa densidade, baixo custo, disponibilidade como matéria prima, boa compatibilidade com matrizes poliméricas, boa resistência mecânica e aumento da rigidez (CONAB, 2016).

Outro resíduo, a ser considerado, é oriundo da exploração florestal, relacionado à extração de madeira. O Brasil é um dos maiores consumidores dos recursos naturais com potencial renovável. Desta maneira, a Itaúba (*Mezilaurus itauba*), é uma árvore nativa do Brasil, cultivada e extraída em parte da região amazônica e no Mato Grosso, sendo de grande importância econômica para a indústria naval e moveleira, mostra-se como alternativa para utilização como reforço. Sabe-se que cerca de 50% do volume da madeira extraído tem finalidades menos nobres ou é considerado resíduo, que será degradado no meio ambiente. Assim, devido ao fato de a madeira ser um composto polimérico, com 90% de massa lignocelulósica, em que cerca de 40% é celulose, o grau de cristalinidade da celulose pode definir as propriedades mecânicas da madeira (POLETTO *et al.*, 2012).

Realização



Correalização



Informações:

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

2. METODOLOGIA

O Polihidroxitirato (PHB) foi fornecido em pó pela Universidade de Campina Grande (UFCG), e é procedente da empresa PHB Industrial – localizada na cidade de Serrana no estado de São Paulo -, enquanto que o polipropileno (PP) foi fornecido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e é procedente da empresa Brasken. O pó de Itaúba (ITA) é originário da indústria moveleira da serra gaúcha e foi cedido pela Universidade de Caxias do Sul (UCS), já a casca de arroz (CA) é originária da safra de 2012 da cidade de Uruguaiana, no Rio Grande do Sul.

Os corpos de prova utilizados no estudo foram produzidos na concentração 70/30, em que 70% é polímero e 30% é fibra, em proporções mássicas.

O solo compostado utilizado no estudo foi preparado segundo a norma ASTM 6400 (PAOLI, 2008) e esteve na condição de intemperismo por aproximadamente 6 meses, sendo que os compósitos poliméricos ficaram enterrados no solo durante este mesmo período de tempo. Foram realizadas análises químicas com o solo compostado a fim de caracterizá-lo, e também houve um acompanhamento da degradação dos compósitos poliméricos neste solo compostado.

A análise de pH foi realizada com duas metodologias diferentes, uma delas utilizando como solvente a água destilada esterilizada, e a outra utilizando o Cloreto de Potássio (KCl) 1N como solvente. Para a metodologia com água, foi preparada uma solução com cerca de 10 gramas de solo compostado e 25 mililitros de água esterilizada, a qual ficou agitando por 15 minutos em mesa agitadora e depois ficou repousando por 30 minutos. Após esse tempo foi possível fazer a leitura do pH com o auxílio do pHmetro PG 1800, cujo eletrodo entrou em contato com a solução e o pH foi determinado a partir da primeira estabilização do equipamento. A metodologia que utiliza o cloreto de potássio segue o mesmo procedimento da metodologia anterior, porém coloca-se 25 mililitros de cloreto de potássio ao invés de água destilada esterilizada.

A condutividade elétrica foi determinada através de análises realizadas em triplicada, que consistiram no preparo de soluções compostas por aproximadamente 10 gramas de solo compostado e 10 mililitros de água destilada esterilizada. As soluções foram agitadas em intervalos de 30 minutos durante 2 horas e permaneceram em repouso por mais 30 minutos para serem filtradas posteriormente. A condutividade elétrica do solo compostado foi determinada através da leitura da condutividade do filtrado no condutímetro Analion C708.

A acidez trocável do solo pôde ser verificada através do procedimento de preparo de uma solução contendo cerca de 10 gramas de solo e 50 mililitros de cloreto de potássio 1N, a qual permaneceu em constante agitação por 30 minutos e em seguida repousou por mais 30 minutos para que pudesse ser filtrada. Ao filtrado foram adicionadas algumas gotas do indicador fenolftaleína e a amostra foi titulada com hidróxido de sódio 0,1M até aparecimento de coloração rosada.

A toxicidade foi determinada através do crescimento de raízes de cebolas. Foram preparadas quatro soluções com concentrações massa/volume de solo compostado e água deionizada diferentes: 0%, 10%, 25% e 50%. Tais soluções permaneceram em agitação por 24 horas em mesa agitadora e em seguida foi montado o sistema em que as cebolas, previamente higienizadas, tiveram suas raízes em contato com as soluções. Foi realizado um acompanhamento do crescimento das raízes por 10 dias, em que eram medidas três raízes da cebola com o auxílio de um paquímetro.

A perda de massa dos compósitos poliméricos teve um acompanhamento desde o momento em que os mesmos foram enterrados no solo compostado. No início do estudo, os compósitos eram retirados do solo, limpos com o auxílio de um pincel e em seguida eram pesados em balança analítica, porém, a medida que os corpos de prova foram degradando, foi necessário adaptar o método. Os corpos

Realização



Correalização



Informações:

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

de prova eram, então, retirados do solo compostado, limpos com um pincel cuidadosamente e colocados na estufa por 24 horas à 60°C. Depois de retirados da estufa, os compósitos poliméricos eram colocados no dessecador até esfriarem e por último eram pesados em balança analítica.

4. RESULTADOS

A determinação do pH apresentou resultados numa faixa de valores com característica mais neutra, entre 6 e 8. A Figura 1 apresenta os resultados médios de pH utilizando a metodologia com água destilada esterilizada, cuja média geral foi de 7,41, enquanto que a Figura 2 apresenta os resultados de pH utilizando como solução o cloreto de potássio (KCl), cuja média geral foi 7,12.

Tais resultados de pH indicam que é possível ocorrer o crescimento de microrganismos no solo, e isso é um fator muito determinante, pois os microrganismos beneficiam-se da degradação dos compósitos poliméricos, e os mesmos só podem se desenvolver em ambientes que não possuam pH ácido.

A metodologia de análise do pH utilizando água destilada esterilizada é necessária, pois a água destilada não interfere nos resultados de pH como aconteceria se fosse utilizada água deionizada. No caso da solução de cloreto de potássio, o uso da mesma se faz necessário neste experimento devido ao fato de a solução conseguir corrigir os sais presentes no solo quando é realizada sua alcalinização, fazendo com que os resultados sejam mais precisos (CLAESSEN, MARIE ELISABETH CHRISTINE; BARRETO, WASHINGTON DE OLIVEIRA; PAULA, JOSÉ LOPES; DUARTE, 1997).

Figura 1 – Análise de pH com água destilada esterilizada.

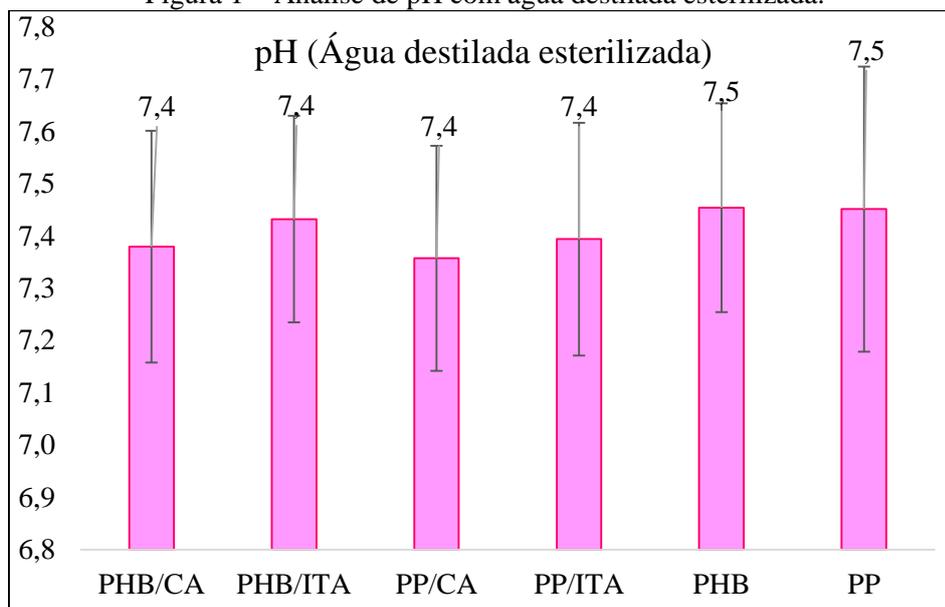
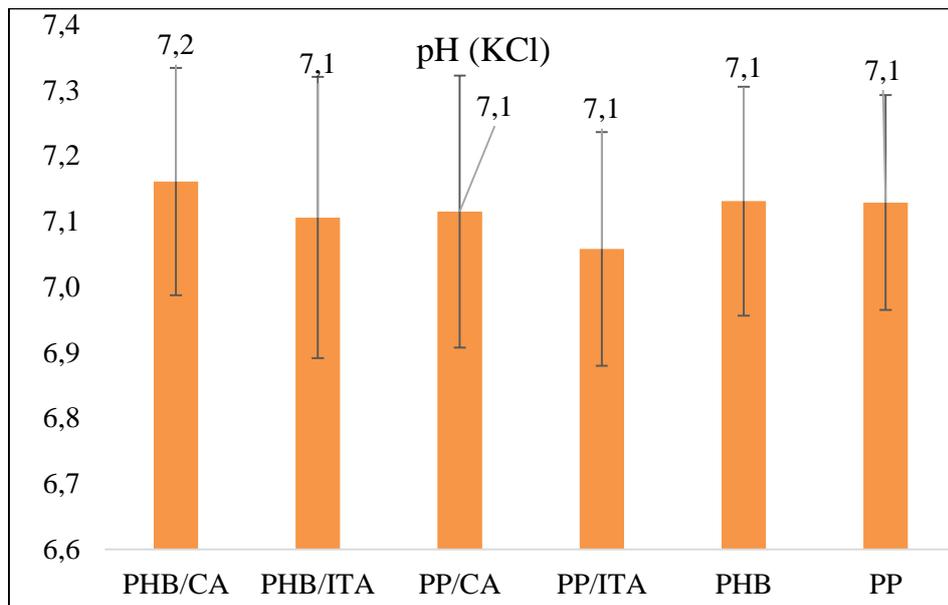
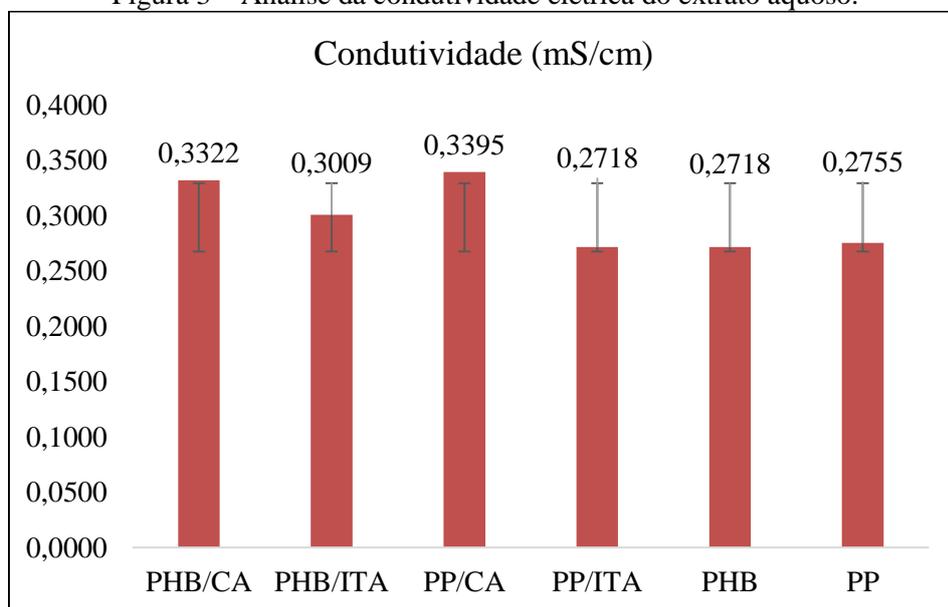


Figura 2 – Análise de pH com solução de cloreto de potássio.



A determinação da condutividade elétrica do extrato aquoso apresentou uma média de resultados conforme mostrado na Figura 3. A média geral da condutividade foi 0,2986mS/cm, que está abaixo dos valores expostos por ABREU JUNIOR, C. H., *et al.* A condutividade elétrica é aproximadamente proporcional à quantidade de sal da solução, desta maneira, o objetivo da análise é estimar a salinidade do solo compostado. (DE *et al.*, 2009).

Figura 3 – Análise da condutividade elétrica do extrato aquoso.

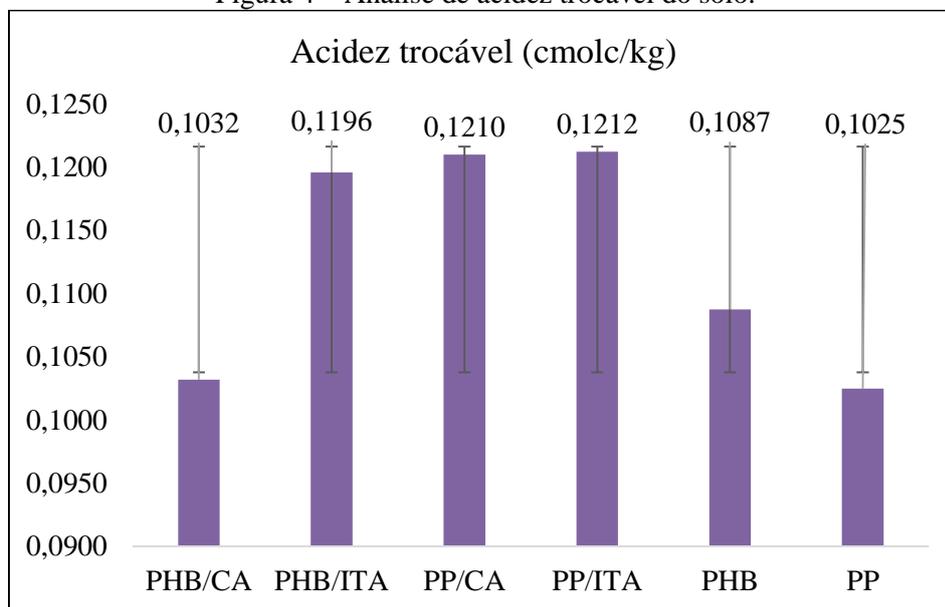


A acidez trocável é determinada pela troca de íons que está ocorrendo no solo, já que quando os polímeros degradam, eles liberam íons. É extremamente importante que os valores de acidez sejam baixos, para que o solo compostado não seja ácido, caso contrário prejudicaria a formação de microrganismos (NICOLODI; ANGHINONI; GIANELLO, 2008).



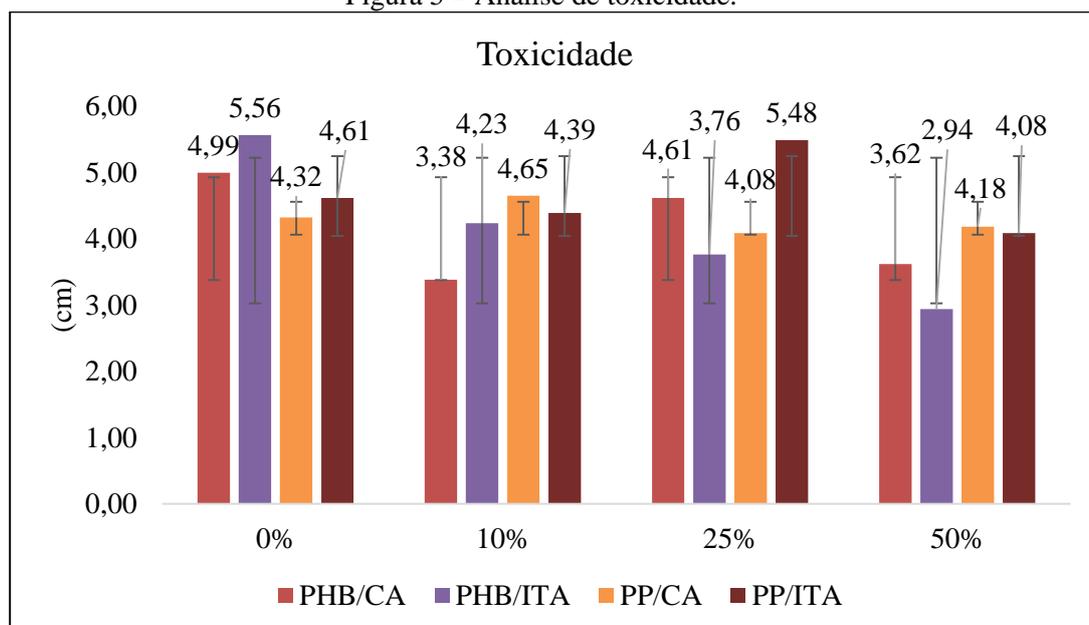
Os resultados obtidos, os quais estão apresentados na Figura 4, mostram que a acidez se manteve baixa, sendo que o valor médio geral foi de 0,1127cmolc/kg. Estes resultados também indicam a ausência de metais pesados.

Figura 4 – Análise de acidez trocável do solo.



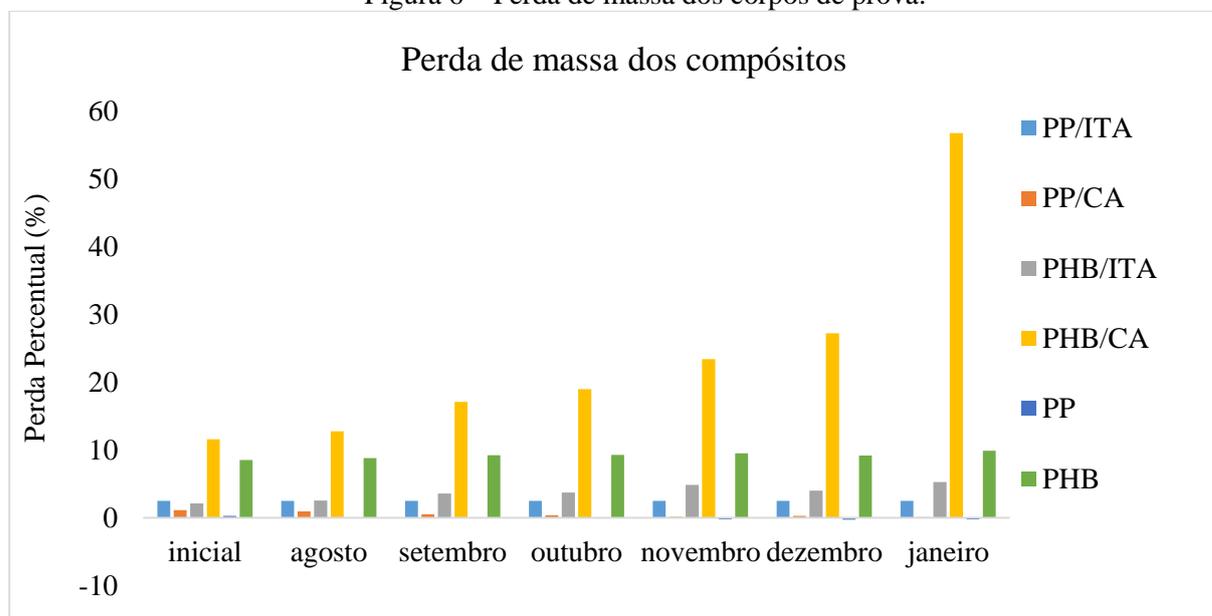
A toxicidade do solo foi determinada através da verificação do crescimento de raízes de cebola que estiveram em contato com soluções preparadas em diferentes concentrações. A média de resultados para a solução de 0% foi de 4,87cm, a média para a solução de 10% foi 4,16cm, para 25% foi 4,48cm e para 50% foi 3,70cm, conforme a Figura 5. O crescimento das raízes de cebola indica a ausência de metais pesados no solo.

Figura 5 – Análise de toxicidade.



A perda de massa dos compósitos poliméricos mais relevante foi a do polihidroxitirato reforçado com casca de arroz, conforme apresentado na Figura 6. O polihidroxitirato sofre degradação hidrolítica e quando combinado com a casca de arroz se torna mais quebradiço.

Figura 6 – Perda de massa dos corpos de prova.



5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente produção de resíduos poliméricos e acúmulo dos mesmos em aterros sanitários mostra o quão importante é a inovação tecnológica na área do desenvolvimento de novos materiais que sejam amigáveis do meio ambiente. A enorme quantidade de resíduos agroindustriais gerados também chama a atenção de ambientalistas e cientistas, o que faz com que os mesmos precisem de um destino adequado. Tais fatores motivaram este estudo apresentado, que teve por objetivo caracterizar solo compostado e avaliar a degradação de compósitos poliméricos.

Os resultados obtidos na análise de pH do solo compostado indicam que o solo tem uma característica neutra, o que também pode ser verificado na análise de acidez, que apresentou valores muito baixos. A toxicidade também corrobora tais resultados, pois houve crescimento das raízes das cebolas, indicando ausência de metais no solo, que também é uma consequência da baixa acidez. A condutividade elétrica apresentou valores baixos e estimulou a salinidade do solo.

A maior perda de massa dentre os compósitos poliméricos estudados foi a do polihidroxitirato reforçado com casca de arroz. E a degradação do mesmo é realizada através da ação de microrganismos, os quais tiveram condições de desenvolvimento comprovado pelos resultados obtidos na determinação de pH.

Agradecimentos

Os autores deste estudo agradecem ao LAPOL – UFRGS, pelo processamento dos compósitos e a estrutura disponibilizada do LAPA – laboratório de Processos Ambientais da PUCRS, para compostagem dos compósitos e demais experimentos.

Realização



Correalização



Informações:

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

6. REFERÊNCIAS

CLAESSEN, MARIE ELISABETH CHRISTINE; BARRETO, WASHINGTON DE OLIVEIRA; PAULA, JOSÉ LOPES; DUARTE, M. N. Manual de métodos de análise de solo. [S.l.]: [s.n.], 1997, p. 212p.

CONAB, C. N. De A. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos**. [S.l.]: [s.n.], 2016.

DE, C. *et al.* **Métodos de análise química e física de solos do instituto agrônomo de campinas**. [S.l.]: [s.n.], 2009.

Impacto das embalagens no meio ambiente. [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/impacto-das-embalagens-no-meio-ambiente>>. Acesso em: 6 maio 2018.

ISHIZAKI, M. H. *et al.* Caracterização mecânica e morfológica de compósitos de polipropileno e fibras de coco verde: influência do teor de fibra e das condições de mistura. **Polímeros**, 2006. v. 16, n. 3, p. 182–186. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282006000300006&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 15 jan. 2017.

KRISHNAPRASAD, R. *et al.* Mechanical and thermal properties of bamboo microfibril reinforced polyhydroxybutyrate biocomposites. **Journal of polymers and the environment**, 26 jun. 2009. v. 17, n. 2, p. 109–114. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10924-009-0127-x>>. Acesso em: 14 mar. 2017.

MARINHO, E.; SILVA, D.; MALMONGE, S. M. Estudo da degradação hidrolítica de biomateriais poliméricos. [s.d.]. Disponível em: <<http://ic.ufabc.edu.br>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

MOURA, A. S. . S. R. M. C. . L. L. P. F. C. EFECTO del tratamiento termo químico de la fibra de coco en el desempeño mecanico de biocomposites. [S.l.]: PROCEEDINGS CONAMET SAM 2015, 2015. Disponível em: <<http://www.concepcionweb.cl/portfolio/conamet-sam-2015/>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

NICOLODI, M.; ANGHINONI, I.; GIANELLO, C. RELAÇÕES entre os tipos e indicadores de acidez do solo em lavouras no sistema plantio direto na região do planalto do rio grande do sul (1). 2008. v. 32, p. 1217–1226. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a30v32n3.pdf>>. Acesso em: 6 maio 2018.

PAOLI, M. De. **Degradação e estabilização de polímeros**. [S.l.]: [s.n.], 2008. V. 2.

Plásticos | cempre. [S.l.], 2018. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/4/plasticos>>. Acesso em: 3 maio 2018.

POLETTI, M. *et al.* Thermal decomposition of wood: influence of wood components and cellulose crystallite size. 2012.

Polímeros: poluição e lixo. polímeros e problema do lixo - alunos online. [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/quimica/polimeros-poluicao-lixo.html>>. Acesso em: 6 maio 2018.

Realização

 ABES-RS



Correalização



Informações:

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