



DEGRADAÇÃO DE SACOLAS PLÁSTICAS CONVENCIONAIS E OXI-BIODEGRADÁVEIS SUBMETIDAS AOS PROCESSOS DE HIDRÓLISE ÁCIDA E BÁSICA

W. M. de Souza*, L. R. Coelho

FASA - Faculdade Santo Agostinho, Montes Claros, MG, Brasil.

Article history: Received 14 August 2019; Received in revised form 25 September 2019; Accepted 29 September 2019; Available online 30 September 2019.

RESUMO

O aumento da utilização de sacolas plásticas gerou um grande problema em seu descarte, que muitas vezes é feito em locais inapropriados. Tem sido bastante discutido como alternativa para esse problema a reciclagem química de materiais poliméricos via despolimerização por hidrólise, que consiste na reação do polímero com excesso de água na presença de um catalisador e aquecimento, resultando na recuperação dos monômeros de partida. O presente estudo teve como principal objetivo analisar a degradação das sacolas plásticas convencionais e oxi-biodegradáveis pós-consumo através da reação de hidrólise em meio ácido e básico. O experimento foi composto por um esquema fatorial 2 x 4, onde respectivamente corresponde ao tipo de sacola versus diferentes reagentes, e 4 x 3, onde respectivamente corresponde a diferentes reagentes versus diferentes concentrações, totalizando 24 amostras. Na primeira semana as soluções contendo as amostras ficaram acondicionadas em temperatura ambiente, já na segunda semana as mesmas foram acondicionadas em uma estufa e mantidas a 70°C, após esse período as amostras foram retiradas da estufa e lavadas com água destilada, para que fosse feita a secagem dos reagentes. O melhor resultado foi observado no ensaio N13, onde o percentual de perda de massa foi de 27,08%. Já o pior resultado ocorreu na amostra B18, que obteve o ganho de massa de 110,14%. Com esse trabalho conclui-se que a degradação foi significativa apenas nas sacolas convencionais e que é possível a utilização dessa técnica na criação de alternativas tecnológicas que combatam o crescente descaso com o meio ambiente.

Palavras-chave: Sacolas; Hidrólise; Ácida; Básica; Degradação.

DEGRADATION OF CONVENTIONAL AND OXYBIODEGRADABLE PLASTIC BAGS SUBMETTEED TO ACID AND BASIC GIDROLYSIS PROCESSES

ABSTRACT

The increased use of plastic bags has created a major problem in their disposal, which is often done in inappropriate places. As an alternative to this problem, the chemical recycling of polymeric materials via depolymerization by hydrolysis, which consists in the reaction of the polymer with excess water in the presence of a catalyst and heating, resulting in the recovery of the starting monomers, has been widely discussed. The present study aimed to analyze the degradation of conventional and post-consumer oxy-biodegradable plastic bags through the hydrolysis reaction in acidic and basic medium. The experiment was composed by a 2 x 4 factorial scheme, where respectively corresponds to the bag type versus different reagents, and 4 x 3, where respectively corresponds to different reagents versus different

* wesleym@fasa.edu.br

concentrations, totaling 24 samples. In the first week the solutions containing the samples were conditioned at room temperature, while in the second week they were stored in a greenhouse and kept at 70°C, after this period the samples were removed from the greenhouse and washed with distilled water, to be made. drying of reagents. The best result was observed in test N13, where the percentage of mass loss was 27.08%. The worst result was in sample B18, which obtained a mass gain of 110.14%. With this work it is concluded that the degradation was significant only in conventional bags and that it is possible to use this technique in the creation of technological alternatives that combat the growing neglect with the environment.

Keywords: Bags; Hydrolysis; Acidic; Basic; Degradation.

INTRODUÇÃO

Anteriormente as embalagens eram de papéis, papelão, latas e vidros, sendo reaproveitadas na maioria das vezes. Na atualidade, as embalagens produzidas a partir de polímeros conquistaram um grande espaço e são muito utilizadas por possuírem grande durabilidade, leveza, transparência, assepsia, maleáveis e por atender a um mercado em expansão em um curto espaço de tempo. O aumento da utilização desse tipo de embalagens gerou um grande problema em seu descarte, que muitas vezes é feito em locais inapropriados.

A substituição do papel pelo polietileno (PE) na fabricação de sacolas tem promovido ampla discussão ambiental. A produção das sacolas de PE, usualmente denominadas “sacolas plásticas”, iniciou-se, no Brasil, na década de 70 e, em poucos anos, o artefato produzido com o polímero sintético tornou-se praticamente uma exclusividade, relativo ao concorrente em celulose, salvo algumas aplicações restritas (BABETTO, 2015).

A consequência foi o aumento significativo do descarte deste material no ambiente e em aterros sanitários, visto que este produto é fabricado para uso único. O PE é um polímero termoplástico e, por isto, pode ser reciclado mecanicamente, mas em função das características geométricas do produto (sacola), a reciclagem deste artefato, após o uso, não é viável. Apesar de ser uma embalagem de uso único, uma grande parcela das sacolas de PE é, após o

uso, reutilizada para embalar resíduos sólidos. A maioria das “sacolas plásticas” são destinadas aos aterros sanitários ou lixões e uma pequena parcela, mas significativa, é descartada no meio ambiente (BABETTO, 2015).

A constatação de alterações e agressões ao meio ambiente é visível nos meios urbanos, mudando significativamente as paisagens naturais, gerando reflexos que assumem proporções malélicas à saúde pública e ao ambiente. O lixo produzido pelo homem interfere no equilíbrio da natureza, poluindo e modificando o meio ambiente. A alta produção dos resíduos sólidos urbanos (R.S.U.) causa uma saturação das áreas de disposição final, o que provoca a necessidade de novas áreas e são considerados atualmente como as formas de degradação ambiental que mais afetam a qualidade de vida nas cidades, (LÓPES; BARZACCONI, 2014).

O polietileno de baixa densidade é o material utilizado na fabricação dos sacos plásticos convencionais pelo fato dele apresentar boa flexibilidade e ser de muito fácil processamento, além de apresentar baixo custo. Dentre seus principais métodos de fabricação estão: moldagem por sopro, moldagem por injeção e extrusão (CANEVAROLO, 2010).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2016) cerca de 1,5 milhão de sacolas plásticas são distribuídas por hora no Brasil e entre 500 bilhões e 1 trilhão das

mesmas são consumidas anualmente no mundo inteiro.

Com isso, tem-se um problema ambiental, pois a fabricação das sacolas plásticas e o refino do petróleo para a sua produção consomem água, energia e liberam efluentes emitindo gases poluentes (PLASTIVIDA, 2011).

Os plásticos convencionais, que são sinteticamente derivados do petróleo, não são naturalmente biodegradáveis e são considerados prejudiciais ao meio ambiente devido à grande geração de resíduos. Estes, em sua maioria, são bastante duráveis e apresentam um sério risco ambiental, especialmente nos centros urbanos.

As sacolas oxi-biodegradáveis possuem fabricação diferenciada, apresentam aditivos pró-degradantes que aceleram o processo de degradação. Quando estes aditivos são incluídos no processo de manufatura normal, eles causam a decomposição do plástico em água, dióxido de carbono e uma pequena quantidade de biomassa, através de uma combinação qualquer de luz, calor e estresse (POLIFILME, 2013; BRITO *et al.*, 2011).

Segundo WIEBECK (2014), a forma mais recomendada para lidar com esse problema é a de transformar o lixo plástico em nova matéria-prima, reintegrando-o ao processo produtivo.

Também, tem sido bastante discutido a reciclagem química de materiais

poliméricos via despolimerização por hidrólise, que consiste na reação do polímero com excesso de água na presença de um catalisador e aquecimento, resultando na recuperação dos monômeros de partida (CURTI e RUVOLO FILHO, 2016).

A hidrólise permite a recuperação dos monômeros de partida através de uma reação com água e um catalisador. Levando em consideração as sacolas, a hidrólise pode ser catalisada por ácidos ou bases (ROSMANINHO *et al.*, 2005).

A palavra hidrólise, conforme teoriza Barcza:

“significa decomposição pela água, mas são raros os casos em que a água, por si mesma, sem outra ajuda, pode realizar uma hidrólise completa. Neste caso é necessário operar a temperaturas e pressões elevadas. Para que a reação seja rápida e completa é sempre indispensável um agente acelerador, qualquer que seja o mecanismo da reação. Os mais importantes são álcalis, ácidos e enzimas” (BARCZA, 2010, p.3).

O presente estudo teve como principal objetivo analisar a degradação das sacolas plásticas convencionais e oxi-biodegradáveis pós-consumo através da reação de hidrólise em meio ácido e básico a fim de observar o comportamento das soluções nos diferentes tipos de sacolas a fim de observar em qual a degradação é mais acentuada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Neste experimento foram utilizados como amostras, dois tipos diferentes de sacolas plásticas, que estão apresentadas na Figura 1. Ambas produzidas com polietileno de alta densidade (PEAD), as quais são utilizadas por comerciantes do norte de Minas Gerais, sendo: sacolas oxi-biodegradáveis e sacolas convencionais. A

diferença entre as duas é que a sacola oxi-biodegradável é fabricada com aditivos pró-degradantes (d2w) e a convencional é uma sacola cuja indicação do rótulo é de apenas ser de PEAD (matéria prima proveniente do petróleo). Essa metodologia foi baseada em Rosmaninho *et al.* (2009) e Follmann *et al.* (2015) e passou por algumas adaptações.



Figura 1: Sacola normal e oxi-biodegradável.

Método

O experimento foi realizado na Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho - FACET, Campus JK de Montes Claros - MG, especificamente no Laboratório de Microbiologia. Refere-se à degradação de sacolas plásticas convencionais e oxi-biodegradáveis submetidas aos processos

de hidrólise ácida e hidrólise básica e teve duração de 16 dias.

O ensaio foi composto por um esquema fatorial 2 x 4, onde respectivamente corresponde ao tipo de sacola versus reagentes ácidos e básicos, e 4 x 3, onde respectivamente corresponde a reagentes ácidos e básicos versus diferentes concentrações, totalizando 24 amostras.

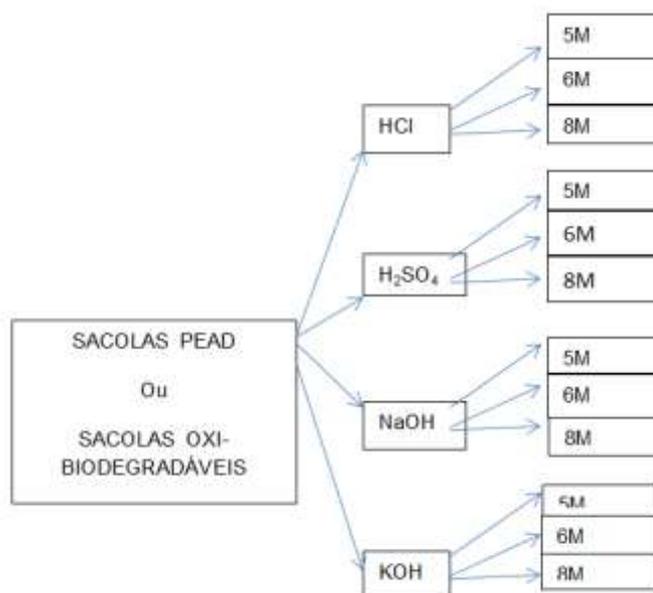


Figura 2: descrição dos procedimentos

Na primeira semana as soluções contendo as amostras ficaram acondicionadas em temperatura ambiente, já na segunda semana as mesmas foram acondicionadas em uma estufa e mantidas a 70°C, para aumentar a energia cinética das partículas e facilitar a hidrólise das amostras, após esse período as amostras

foram retiradas da estufa e lavadas com água destilada, onde a mesma foi colocada dentro do erlenmeyer. Agitou-se manualmente para que os resíduos das soluções pudessem se desprenderem das amostras, logo depois as mesmas foram secas e dispostas em placas de petri como mostra a Figura 2, e novamente foram

colocadas na estufa por 48 horas a 30°C para que fosse feita a secagem dos

reagentes que ainda continham nas amostras.



Figura 3: Amostras dispostas em placas de petri para a secagem na estufa.

Preparação das amostras de sacolas

As sacolas plásticas coletadas foram fabricadas recentemente, as quais foram cortadas em pequenos quadrados com área superficial de 0,1 m² cada e separadas em

duas amostras de 12 partes cada (CONVENCIONAL x OXI-BIODEGRADÁVEL) como mostra a Figura 3.



Figura 4: Sacolas cortadas em pequenos quadrados.

As amostras foram pesadas em uma balança semi-analítica digital (BG-400, marca GEHAKA) apresentada na Figura 4, onde se aferiu suas respectivas massas

iniciais e finais, após a degradação, para posterior comparação em função dos diferentes reagentes e suas variadas concentrações.



Figura 5: Balança semi-analítica digital utilizada na pesagem das amostras.

Preparação das Vidrarias

As vidrarias foram esterilizadas em autoclave a 120°C. Utilizou-se 24 erlenmeyer de volume de 50 ml, onde cada

um foi identificado conforme a Tabela 1. Utilizou-se também 2 bastões de vidro para a mistura da amostra com as soluções dentro do erlenmeyer.

Tabela 1: Identificação das vidrarias conforme as soluções, e os tipos de sacolas pertencentes.

REAGENTES	SACOLAS PEAD			SACOLAS OXI-BIODEGRADÁVEIS		
	5M	6M	8M	5M	6M	8M
HCl	N1	N2	N3	B4	B5	B6
H ₂ SO ₄	N7	N8	N9	B10	B11	B12
NaOH	N13	N14	N15	B16	B17	B18
KOH	N19	N20	N21	B22	B23	B24

Nota: (M = concentração molar; N = sacolas PEAD e B = sacolas oxi-biodegradáveis)

Preparação das Soluções

Para cada tipo de sacola foram preparadas 12 soluções (24 soluções), como mostra a Figura 5, com

concentrações diferentes. As concentrações utilizadas foram de 5M; 6M e 8M, conforme mostra a Tabela 2.

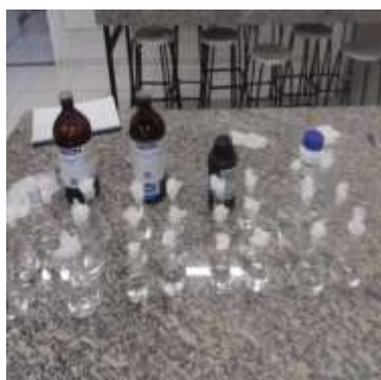


Figura 6: Preparação das soluções em diferentes concentrações.

Tabela 2: Concentrações utilizadas para diferentes reagentes em dois tipos de sacolas.

REAGENTES	SACOLAS PEAD			SACOLAS OXI-BIODEGRADÁVEIS		
	5M	6M	8M	5M	6M	8M
HCl	5M	6M	8M	5M	6M	8M
H ₂ SO ₄	5M	6M	8M	5M	6M	8M
NaOH	5M	6M	8M	5M	6M	8M
KOH	5M	6M	8M	5M	6M	8M

Obtenção das amostras dopadas com H₂SO₄, HCl, NaOH e KOH em diferentes concentrações

Para a obtenção das amostras das sacolas dopadas com H₂SO₄, HCl, NaOH e KOH e nas concentrações referidas, as mesmas foram previamente pesadas e

adicionadas, cada uma em um erlenmeyer como mostra a Figura 7, contendo as respectivas soluções, na qual ficaram em repouso durante 16 dias. Após o tempo estipulado as mesmas foram observadas e retiraram-se várias fotografias para que fosse possível a caracterização visual.



Figura 7: Amostras das sacolas submergidas nos erlenmeyer com diferentes soluções e diferentes concentrações.

Caracterização Visual

Durante todo o processo foram retiradas várias fotos, de modo que foi

possível acompanhar visualmente o estado de degradação das amostras, como é possível observar na Figura 7.



Figura 8: Amostra começando a perder as cores dentro dos erlenmeyer com soluções.

Caracterização por massa

Para proceder à verificação do nível de degradação das amostras depois de 16 dias, foi analisada a degradação de cada amostra em porcentagem. Após a obtenção das massas de cada uma das amostras, a

degradação das mesmas foi expressa pelo percentual de perda de massa (Equação 1), onde tiveram sua massas aferidas com a mesma balança semi-analítica digital, utilizada no início do experimento.

$$\text{Perda de massa (\%)} = \frac{(W_0 - W_1)}{W_0} \times 100\% \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

W_0 = Massa inicial em (g)

W_1 = Massa após a degradação (g)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das hidrólises podem ser observados através da comparação das massas aferidas na Tabela 3 onde aferiu-se a massa inicial das amostras antes de serem emergidas nas soluções e comparando-a

com a Tabela 4, onde constam os valores da pesagem das amostras após o período em que as amostras estiveram submergidas nas soluções.

A Tabela 4 esboça os valores aferidos das amostras após o período em

que as mesmas estiveram em repouso durante os 16 dias.

Tabela 3: Resultado da pesagem das amostras antes de serem colocadas nas soluções.

	SACOLAS NORMAIS			SACOLAS BIODEGRADÁVEIS			
	5 MOL	6 MOL	8 MOL	5 MOL	6 MOL	8 MOL	
HCl	0,128g	0,127g	0,130g	HCl	0,100g	0,103g	0,109g
H₂SO₄	0,140g	0,128g	0,131g	H₂SO₄	0,107g	0,124g	0,122g
NaOH	0,144g	0,139g	0,119g	NaOH	0,122g	0,099g	0,069g
KOH	0,129g	0,131g	0,132g	KOH	0,137g	0,131g	0,117g

Tabela 4: Resultado da pesagem das amostras após os 16 dias.

	Sacolas Normais			Sacolas Biodegradáveis			
	5 MOL	6 MOL	8 MOL	5 MOL	6 MOL	8 MOL	
HCl	0,108g	0,111g	0,112g	HCl	0,101g	0,103g	0,112g
H₂SO₄	0,131g	0,109g	0,130g	H₂SO₄	0,099g	0,122g	0,114g
NaOH	0,105g	0,134g	0,115g	NaOH	0,133g	0,123g	0,145g
KOH	0,123g	0,098g	0,134g	KOH	0,127g	0,142g	0,105g

Através da comparação entre a Tabela 3 e a Tabela 4, notou-se a redução nas massas das amostras, o que demonstra que houve degradação. A degradação foi pouca, porém muito significativa.

Follmann (2010) relata que os fatores climáticos têm influência direta na degradação das sacolas convencionais e oxi-biodegradáveis e a fotodegradação é uma das formas mais intensas de

degradação. Todavia, as degradações realizadas em laboratórios não obtiveram resultados significativos em nenhum dos tipos de sacolas.

Caracterização Visual

O primeiro indício observado foi à descoloração das amostras que pode ser observada na Figura 8.



Figura 9: Amostras que sofreram descoloração.

Observou-se também que algumas amostras começaram a engrunhar, como mostra a Figura 9, possivelmente por causa da temperatura juntamente com a ação da solução. Estas alterações não provam a

presença de um processo de degradação, mas o parâmetro de alterações visuais pode ser utilizado como uma primeira indicação de qualquer processo de degradação.



Figura 10: Amostra que sofreu uma engrunhação.

Caracterização por massa

Através da caracterização por massa foi possível observar que as sacolas normais foram as que tiveram uma maior porcentagem de degradação em

comparação com as oxi-biodegradáveis, como mostra a Tabela 5, onde estão dispostos os resultados dos cálculos das perdas de massas das 24 amostras.

Tabela 5: Resultados das perdas de massas das amostras.

	SACOLAS NORMAIS			SACOLAS BIODEGRADÁVEIS			
	5 MOL	6 MOL	8 MOL	5 MOL	6 MOL	8 MOL	
HCl	15,62%	12,59%	13,84%	HCl	-1%	0%	-2,75%
H₂SO₄	6,42%	14,84%	0,76%	H₂SO₄	7,47%	1,61%	6,55%
NaOH	27,08%	3,59%	3,36%	NaOH	-9,01%	-24,24%	-110,14%
KOH	4,65%	25,19%	-1,51%	KOH	7,29%	-8,39%	10,25%

O contato das amostras com os ácidos e as bases gerou uma degradação significativa na maioria das amostras.

O melhor resultado foi observado no ensaio N13, onde o percentual de perda de massa foi de 27,08%. O NaOH com concentração de 5 MOL foi o que melhor reagiu com a sacola normal tendo uma maior porcentagem de perda de massa, ou seja, onde a degradação atingiu o maior número dentre as 24 amostras observadas. Já o pior resultado ocorreu na amostra B18, que obteve a perda de massa de -110,14%, onde a concentração foi de 8MOL e a amostra de sacola era a oxi-biodegradável.

A degradação apresentou baixos valores para as sacolas oxi-biodegradáveis. Ao invés das massas diminuírem elas

aumentaram. Esse fato pode ser explicado segundo Pinto *et al.*, (2012) que define plástico biodegradável como todos os plásticos que são degradáveis através da ação de microrganismos, como por exemplo, bactérias, algas e fungos ou pela ação da luz solar. Ou seja, as amostras de sacolas oxi-biodegradáveis não sofreram alterações significativas, pois em sua composição há um aditivo pró degradante que é especialmente para os microrganismos. Esse aditivo além de não estar relacionado com a hidrólise ele pode ter interferido indiretamente na degradação.

Através dos cálculos estatísticos realizados nas sacolas foi possível identificar os valores da Correlação para as sacolas, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6: Valores dos cálculos estatísticos entre as sacolas normais e oxi-biodegradáveis

	Sacolas normais	Sacolas oxi-biodegradáveis
Correlação	0,231719	0,001057

Os cálculos foram realizados fazendo um paralelo entre as massas das amostras antes e depois da emersão em solução ácidas e básicas. A correlação das sacolas oxi-biodegradável próximo de zero indica

que as variáveis não estão relacionadas, ou seja, estão com valores mais distintos. Essa observação representa a diferença entre as massas das sacolas que existe, como observado nós Gráficos 1 e 2.

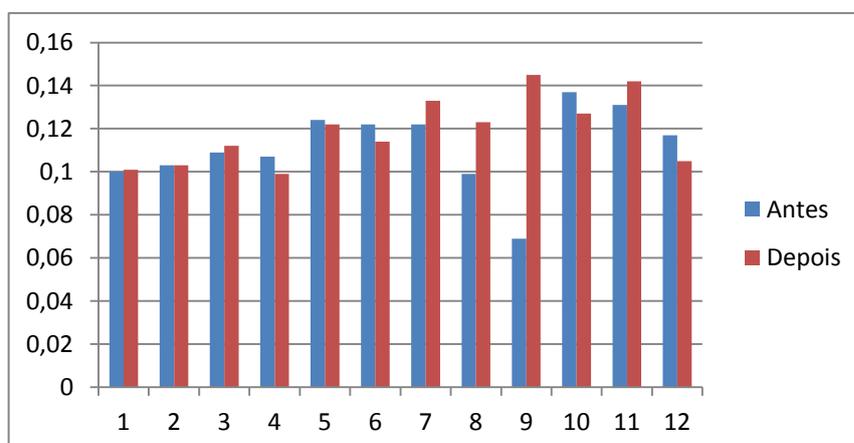


Gráfico 1: sacolas normais antes e depois das hidrólises.

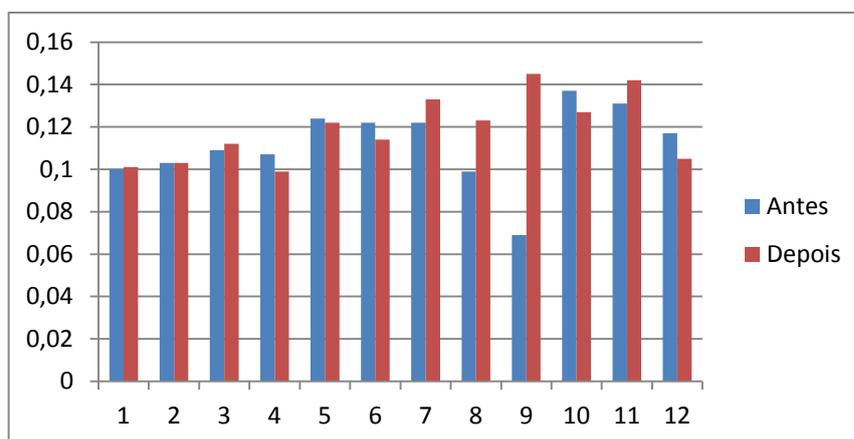


Gráfico 2: sacolas oxi-biodegradáveis antes e depois das hidrólises.

Resíduos de ácidos e bases podem ter impregnado nas amostras de sacolas oxi-biodegradáveis o que pode explicar o aumento das mesmas ao invés de sua diminuição que era esperada.

A destilação incorreta da água utilizada para a lavagem das amostras

também pode ter interferido no experimento, pois se a água não tiver passado por uma destilação correta a mesma pode conter sólidos em suspensão que podem ter impregnado nas amostras e interferido na pesagem.

CONCLUSÃO

Através deste trabalho foi possível concluir que as reações hidrolíticas vêm se mostrando de grande importância no estudo de alternativas que contribuam para o desenvolvimento sustentável. A degradação foi significativa, o que torna

admissível a utilização dessa técnica na criação de alternativas tecnológicas que combatam o crescente descaso com o meio ambiente. E por outro lado, contribuir para minimizar o impacto ambiental causado

pelos seus descartes de sacolas plásticas em lixões e locais inadequados.

Este foi um estudo preliminar de um amplo processo, sendo o presente trabalho, sugestão para posteriores pesquisas.

REFERÊNCIAS

BABETTO, A. S. **Influência de aditivos pró-degradantes nas degradações abiótica e biótica do polietileno de alta densidade.** 2015.144 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, 2015.

BARCZA, Marcos Villela. **Hidrólise.** Escola de Engenharia de Lorena, EEL. USP. Disponível em: <<http://www.dequi.eel.usp.br/~barcza/Hidrolise.pdf>>. Acesso em 15 Set. 2017.

CANEVAROLO, S. V. **“Ciência dos Polímeros- Um texto básico para tecnólogos e engenheiros”** Artliber Editora Ltda, São Paulo, SP, 2010 pag. 19-32.

CURTI, P. S, RUVOLLO FILHO, A.; Estudo Cinético da Reação Heterogênea de Despolimerização do PET Pós-Consumo em Meio Alcalino – Influência da Velocidade Agitação. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 16, n. 4, p. 276-285, 2016.

FOLLMANN, R. **Phase oscillatory network and visual pattern recognition.** *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, v. 26, n. 7, p. 1539-1544, July 2015. DOI: <10.1109/TNNLS.2014.2345572>.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/TNNLS.2014.2345572>>. Acesso em 03 abr. 2017.

LÓPEZ, I.; BORZACCONI, L. La disposición final de residuos sólidos urbanos: necesidad de un abordaje integral. *Rev. Ingeniería Química*, n.18, p.45-52, 2014.

MMA-Ministério do Meio Ambiente. **O tamanho do problema.** Brasília: MMA, 2016. Pag.137. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-](http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/saco-e-um-saco/saiba-mais)

[sustentavel/saco-e-um-saco/saiba-mais](http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/saco-e-um-saco/saiba-mais)>. Acesso em: 01 abr. 2017.

PLASTIVIDA - INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL DOS PLÁSTICOS. **Os Plásticos: Vantagens de uso. Você já imaginou o que seria do mundo sem os plásticos?.** São Paulo, SP, 2011. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/2009/Plasticos_Vantagens.aspx> Acesso em: 04 mar. 2017.

POLIFILME. **Embalagens;** Disponível em:><http://polifilme.com.br/index.php>> Acesso em: 07 fev. 2017.

ROSMANINHO, M. G.; *Transformando Dejetos de PET em Materiais de Importância Tecnológica.* 2005. 152 f Dissertação (Mestrado em Química Inorgânica), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

WIEBECK, H.; HARADA, J.; *Plásticos de Engenharia Tecnologia e Aplicações.* 1a ed., Editora-Artliber Ltda.: São Paulo, 2005, 349p.