

ANÁLISE E AVALIAÇÃO COMPARATIVA DA DEGRADAÇÃO DAS SACOLAS TRADICIONAIS E OXIBIODEGRADÁVEIS

Vitória Irma Gonçalves Lopes de Faria Freitas¹

Nínive Bastos Oliveira

Gabriele Lorrany Carvalho Soares

Danilo Couy

Wilmara Ferreira de Souza Gangá

RESUMO

As sacolas plásticas, são materiais mais utilizados para o atendimento das necessidades de armazenamento e transporte de produtos. Entretanto, as mesmas são responsáveis por grande parte da contaminação do meio ambiente, enquanto se decompõem. A fim de reduzir esses impactos foi lançado no mercado um modelo de sacolas que se degrada mais rapidamente, as chamadas sacolas oxibiodegradáveis. Diante do exposto, observa-se a necessidade de verificação da degradabilidade dessas sacolas quando expostas a intempéries, bem como, a viabilidade ambiental das mesmas, ainda foi realizada uma pesquisa de opinião com a população de Teófilo Otoni, abrangendo 250 pessoas, com o objetivo de conhecer o comportamento do consumidor frente ao uso das sacolas plásticas e avaliar o comportamento dos mesmos em relação ao meio ambiente. Como metodologia aplicada para realizar a análise, foram utilizadas 240 sacolas tradicionais e 240 oxibiodegradáveis, as mesmas foram expostas na água doce, enterradas, sobre a terra e expostas em água salgada, por um período de 245 dias. Referente os resultados da pesquisa de opinião, a população possui senso de percepção ambiental, mas ainda precisa ser trabalhada de forma efetiva para que ocorram mudanças no hábito. Quanto à perda de massa das sacolas podemos destacar que os percentuais das amostras não ultrapassaram os 17% em nenhum dos dois tipos de sacolas. Esses índices de resultados contrapõem a proposta da NBR 15448-1 que declara que todos os materiais oxibiodegradáveis devem ter no mínimo 90% do material degradado em seis meses.

Palavras-chave: Impacto Ambiental. Sacolas Plásticas. Oxibiodegradáveis.

INTRODUÇÃO

Um dos artefatos mais utilizados pela indústria para produção de bens de consumo é o polímero. Utilizado para a confecção de roupas, meios de transporte,

¹ Faculdade Doctum de Teófilo Otoni

embalagem de alimentos, produção de tintas, eletroeletrônicos e sacolas plásticas, se tornando indispensável para o ser humano. No entanto, o impacto causado pelo descarte inadequado do plástico atinge os mais diversos lugares, resultando em poluição visual e até a morte de diversos animais (DE PAOLI, 2008).

A fim de reduzir esses impactos, foi lançado no mercado um modelo de sacolas que de acordo com sua composição deve-se degradar mais rapidamente, as chamadas sacolas oxibiodegradáveis. Esta nova tecnologia produz plástico que se degrada através de um processo de oxidação, ou seja, pela ação do oxigênio, que oxida o material fazendo com que ele se degrade por quebra de moléculas oxidadas (oxidação). Tipicamente, esses plásticos são projetados para degradar em pequenos pedaços imperceptíveis no período de alguns meses, dependendo do método de descarte (PIVA, ORIKASSA, 2014).

Semelhante a tantos outros municípios, em Teófilo Otoni-MG é preocupante o uso indiscriminado das sacolas de plástico nos supermercados, uma vez que não há políticas públicas voltadas para a Educação Ambiental no que tange a sensibilização da população quanto à produção de resíduos sólidos bem como o seu descarte correto. A busca de informações sobre a perspectiva que a população desse município tem sobre o uso de sacolas plásticas é de fundamental importância para a busca de alternativas que possam contribuir para a adoção de novas práticas, bem como direcionar a elaboração de estratégias mitigadoras para os problemas ambientais gerados pelo seu uso. Diante do exposto, observa-se a necessidade de verificação da degradabilidade dessas sacolas quando submetidas a intempéries. E a partir dos resultados obtidos, o estudo poderá contribuir com a comunidade abordando o assunto de uma forma prática e ainda discutindo a viabilidade ambiental das mesmas com o comércio local.

Dessa forma, buscou-se entender, se quando as sacolas oxibiodegradáveis são submetidas sob intempéries as mesmas realmente se degradam conforme descrito na NBR 15448-1, e ainda quanto à viabilidade ambiental dessas sacolas, se os consumidores de Teófilo Otoni realmente estão fazendo uma boa escolha.

1 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

O presente trabalho será realizado no município de Teófilo Otoni MG, que se encontra localizado na região nordeste da capital do estado, pertencente ao Vale do Mucuri, cujo clima é caracterizado, segundo o IBGE de 2010, como tropical quente semiúmido.

Foi realizada uma pesquisa de opinião com a população da região, abrangendo 250 pessoas, com perguntas objetivas relacionadas aos hábitos cotidianos dos moradores, sem nenhum tipo de intervenção por parte dos entrevistadores, pois procurou-se obter a resposta que transmite a realidade dos entrevistados, de modo a ser possível analisar a percepção ambiental dos mesmos por meio de gráficos. As entrevistas foram realizadas no período de 08 a 14 de novembro de 2018, nos principais hipermercados da cidade localizados nas seguintes coordenadas geográficas 17° 51' 53.9" S e 41° 30' 59.5" W, 17° 52' 05.3" S e 41° 30' 25.5" W, 17° 51' 07.0" S e 41° 30' 16.0" W. Área experimental escolhida foi em função da facilidade operacional.

Para realizar análise da decomposição foram adquiridas 480 sacolas da mesma fábrica sendo, 240 tradicionais brancas e 240 oxibiodegradáveis verdes, como ilustrado na figura 1. As mesmas foram devidamente pesadas e numeradas (1 a 243 tradicionais e 1 a 243 oxibiodegradáveis), respectivamente: 1 (um) a 60 expostas na água doce, 61 a 121 enterradas, 122 a 182 sobre a terra e 183 a 243 expostas em água salgada, com o intuito de simular o rio, aterro sanitário, vertedouro a céu aberto e mar respectivamente. A figura 2 exibe tipo de etiquetas utilizadas para referenciar as sacolas.

FIGURA 1: Sacolas utilizadas no estudo, branca (tradicional) e verde (oxibiodegradável)



Fonte: Acervo da própria pesquisa

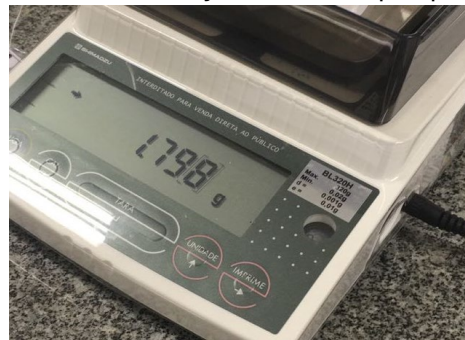
FIGURA 2: Etiquetas utilizadas para identificação as sacolas



Fonte: Acervo da própria pesquisa

Para realizar a pesagem das sacolas utilizou a balança digital de precisão da marca SHIMADZU modelo BL 320, capacidade de pesagem de 0,02g a 320g. Figura 3 exibe a balança aplicada no estudo.

FIGURA 3: Balança utilizada na pesquisa



Fonte: Acervo da própria pesquisa

Na figura 4 pode-se observar o canteiro constituído por 110 tijolos para depositar as sacolas, o mesmo foi dividido em quatro partes. As sacolas mergulhadas foram acondicionadas em quatro baldes de 54L, nos mesmos foram instaladas pequenas bombas de aquário com a finalidade de movimentar a água para que ocorresse a troca de oxigênio entre o recipiente e a atmosfera, renovando o oxigênio da água (FIGURA 5). Para as amostras expostas em água salgada, o recipiente era mantido fechado no período chuvoso, para que não houvesse perda das propriedades da mesma. O canteiro e os baldes ficaram na residência de um dos componentes da pesquisa.

FIGURA 4: Canteiro onde foram acondicionadas as sacolas



Fonte: Acervo da própria pesquisa

FIGURA 5: Baldes onde foram acondicionadas as sacolas



Fonte: Acervo da própria pesquisa

No local de estudo foi fixado um termômetro e um pluviômetro para monitorar a temperatura e a precipitação no decorrer do experimento. Para que os dados obtidos tenham mais veracidade foi realizado uma verificação assídua, todos os dias as 17 horas.

O termômetro que se utilizou na pesquisa é da marca WalMu® realiza a medição máximo e mínimo de 0°C a 40°C e 0°C a 50°C na escala Celsius (FIGURA 6).

FIGURA 6: Termômetro utilizado para medição



Fonte: Acervo da própria pesquisa

Na figura 7 demonstra o pluviômetro que foi utilizado, é analógico e tem capacidade de medir entre 0 a 150mm da marca Incoterm modelo 4755.

FIGURA 7: Aparelho para a medição pluviométrica



Fonte: Acervo da própria pesquisa

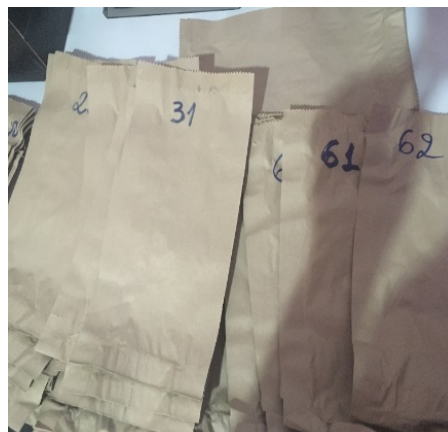
Durante o período experimental, estando ao ar livre, as amostras receberam ações de intempéries. Para verificação da perda de massa, as sacolas foram removidas dos baldes e do canteiro com auxílio de uma pinça (FIGURA 8), colocadas em embalagens e levadas para o laboratório (FIGURA 9), onde foram lavadas para as devidas análises.

FIGURA 8: Processo de retirada das sacolas no canteiro



Fonte: Acervo da própria pesquisa

FIGURA 9: Embalagens utilizadas para o transporte das sacolas



Fonte: Acervo da própria pesquisa

O processo de lavagem foi realizado primeiramente com a reutilização das pinças para lavar e retirar o excesso de resíduos (terra e coliformes fecais de animais), com água corrente. Após esse primeiro processo, as sacolas foram submersas em 54 litros de água destilada, onde as amostras que foram expostas na água doce e salgada permaneceram em repouso por 12 horas, já as que ficaram sobre a terra e enterrada ficaram por 36 horas visto que, havia um maior acúmulo de resíduos. Como pode ser observado na figura 10.

FIGURA 10: Amostras submersas em água destilada



Fonte: Acervo da própria pesquisa

Para a secagem das sacolas, utilizou-se varais como suporte durante 24 horas para as amostras expostas em água doce e salgada e para as amostras enterradas e sobre a terra o tempo de permanência para a secagem foi em um período de 48 horas (visto que algumas sacolas tiveram maior fragmentação, foi necessário utilizar peneiras como método de secagem) ilustrado na figura 11 e 12. Observou-se que as sacolas enterradas e sobre a terra absorveu mais água que as outras, sendo assim necessário permanecer por um maior período no suporte e nas peneiras.

FIGURA 11: Processo de secagem utilizando varais



Fonte: Acervo da própria pesquisa

FIGURA 12: Processo de secagem utilizando peneiras



Fonte: Acervo da própria pesquisa

Após este processo, as sacolas foram levadas ao dessecador. As amostras expostas em água doce e salgada permaneceram por 24 horas e as sacolas enterradas e sobre a terra 48 horas (FIGURA 13). Logo após passar pela secagem, aferiu suas respectivas massas, para posterior comparação em função dos diferentes tipos de exposição.

FIGURA 13: Amostras no dessecador



Fonte: Acervo da própria pesquisa

Obtidas as massas de cada uma das amostras, as degradações das mesmas puderam ser expressas pelo percentual de perda de massa (Equação 1). Em que,

W_0 é a massa inicial e W_1 é a massa após a degradação (CASARIN; SOUZA JÚNIOR; AGNELLI, 2013).

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

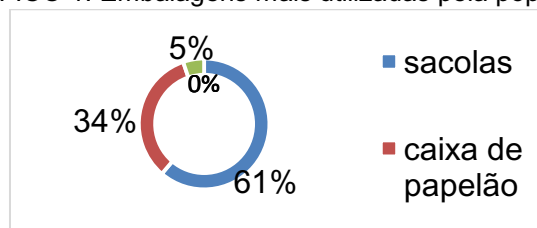
As análises estatísticas foram realizadas pelo programa computacional RStudio, que é um software de desenvolvimento integrado, com uma linguagem de programação para gráficos e cálculos estatísticos (VITAL, 2015). Os resultados apontaram a diferença entre a degradação dos dois modelos e, onde se constatou a maior perda de massa dentre as quatro intempéries.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultado da Pesquisa de Opinião

Referente às questões que trataram sobre uso das sacolas, inicialmente questionou-se quais os tipos de embalagens são utilizados para transportar as compras até a residência, 61% responderam que utiliza sacolas plásticas, 34% caixas de papelão e 5% utiliza outros. O Gráfico 1 apresenta os resultados desse questionamento.

GRÁFICO 1: Embalagens mais utilizadas pela população



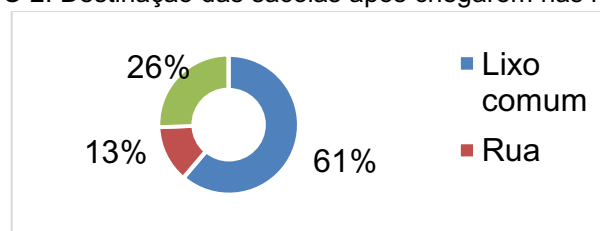
Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

De acordo com a pesquisa de Santos, Freire e Costa (2012) 70% dos respondentes optou por sacolas retornáveis, 20% utilizam caixas de papelão e 10% declararam que usa outro tipo de meio de transporte. Sendo as sacolas retornáveis consideradas pelos entrevistados a melhor opção, em termos ambientais, para o transporte de produtos, uma vez que esse tipo de material, normalmente, apresenta longa

vida útil sendo reutilizado por diversas vezes. No estudo feito por Oliveira *et al* (2012), 70% dos entrevistados que fazem suas compras em supermercados adotam o uso das sacolas plásticas, 30% preferem utilizar outros meios de transporte.

Foi questionado também qual a destinação das sacolas plásticas após chegarem na residência, 61% responderam que utilizam para acondicionar lixo, sendo assim essas sacolas são lançadas no lixo comum do município, 13% lançam na rua e 26% dão outra destinação (queimam, doam para pessoas na feira), como mostra no gráfico abaixo.

GRÁFICO 2: Destinação das sacolas após chegarem nas residências

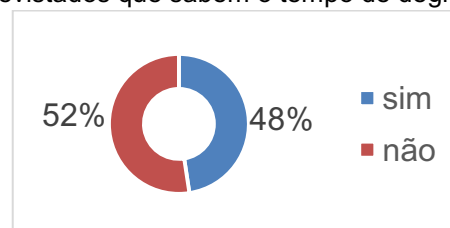


Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

Almeida (2008) aponta os seguintes destinos dados pelos respondentes sobre as sacolas plásticas após serem utilizadas, 90% utilizam para acondicionar lixo, 4% lançam na rua e 6% escolhem outra destinação. Informações semelhantes verificara-se que na pesquisa conduzida por Oliveira *et al* (2012), a maior parte dos entrevistados (94%) reutilizam as sacolas plásticas, para acondicionar lixo doméstico, enquanto que apenas 6% reutilizam como outras embalagens.

Considerando a percepção dos entrevistados acerca das questões ambientais, eles foram questionados a respeito de quanto tempo as sacolas plásticas demoram para degradar na natureza. Do total de entrevistados, 52% sabem a permanência da sacola no meio e 48% diz não saber (GRÁFICO 3).

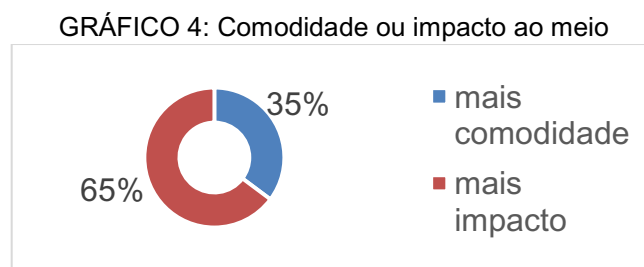
GRÁFICO 3: Entrevistados que sabem o tempo de degradação das sacolas



Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

Sobre o tempo que leva uma sacola plástica para decompor-se na natureza, o estudo realizado por Tonello *et al* (2011) verifica-se que 75% dos entrevistados não sabem quanto tempo leva uma sacola plástica comum para deteriorar-se no meio ambiente contra 25%. Em relação ao estudo realizado por Barbetta (2010), verificou que 60% dos entrevistados desconhece quantos anos são necessários para que uma sacola se degrade no meio ambiente. E 40% conhece o tempo necessário para degradação.

Ainda considerando a percepção dos entrevistados acerca das questões ambientais, 65% dos entrevistados acreditam que as sacolas trazem mais impacto a natureza e apenas 35% acreditam trazer mais comodidade pela facilidade de levar as compras, eles afirmam que é mais fácil dividir o peso utilizando sacolas, do que outro meio de transporte, por exemplo, as caixas de papelão. Como é demonstrado no gráfico 4.



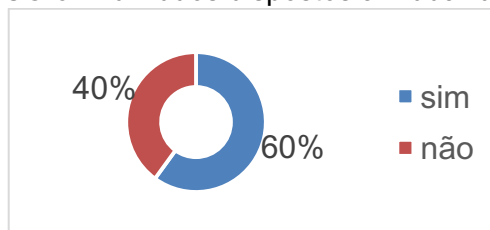
Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

Com base nos dados da pergunta, que leva em consideração se as sacolas trazem mais comodidade ou mais impacto no ambiente, 53% dos entrevistados admitem que ao levarem sacolas para casa, acabam por agredindo o meio ambiente e 47% acreditam trazer mais comodidade (SANTOS *et. al*, 2013). Em relação à consciência ambiental verificou-se através do estudo de Almeida *et al* (2008), que 78% acham abusiva a utilização de sacolas plásticas, ou seja, causando mais impacto do que comodidade, 22% declaram não ter conhecimento de algum problema ambiental causado pelas sacolas plásticas, acreditando assim, que as mesmas trazem mais comodidade.

Por fim, procurou identificar se o consumidor está disposto a mudar o modo de transportar suas compras (sacolas plásticas), tendo como objetivo proteger o meio ambiente. Dos entrevistados 60% afirmaram que estão dispostos a mudar o

modo de utilizar sacos plásticos para evitar prejuízos ao meio ambiente e 40% acham desprezível a mudança de hábitos (GRÁFICO 5).

GRÁFICO 5: Indivíduos dispostos a mudar de hábito



Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

Referente à questão se o consumidor está disposto a diminuir o consumo de sacolas plásticas tradicionais, tendo como objetivo proteger o meio ambiente. Santos, Freire e Costa (2012) constatou que 90,5% dos entrevistados estão dispostos a diminuir o consumo de sacos plásticos para evitar prejuízos ao meio ambiente e apenas 9,5% não pretendem diminuir o consumo. Oliveira *et al* (2012), por sua vez, também verificou que a maioria da população (93,5%) estão dispostos a utilizar outra forma de embalagem.

Com respeito aos dados obtidos, a população possui um senso de percepção ambiental, mas ainda precisa ser estudada e trabalhada de forma efetiva para que ocorram mudanças em sua atual visão sobre o meio ambiente.

3.2 Resultado da Temperatura e Pluviometria

No período de exposição das amostras, a temperatura média máxima foi de 32°C e mínima de 15°C e o índice pluviométrico teve máxima de 57mm não havendo maior índice de precipitação no estudo.

Segundo os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de 2018 durante o período em que as sacolas estiveram expostas as intempéries, a temperatura média máxima foi de 31°C e a mínima de 16°C e os índices de precipitação apontam para uma máxima de 40mm.

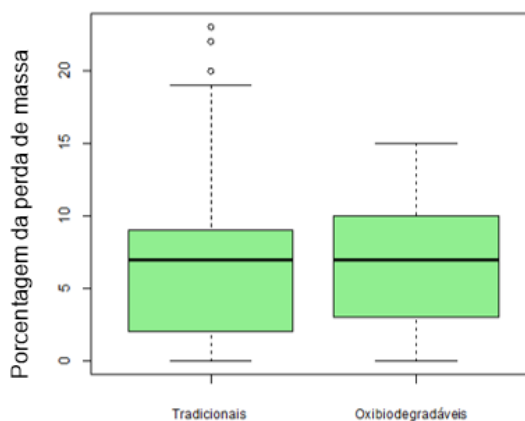
Sendo assim, a climatologia está diretamente ligada ao processo de degradação gradual no período de exposição às intempéries.

3.3 Resultado da degradação das sacolas tradicionais e oxibiodegradáveis

As percepções da degradação natural das amostras foram realizadas em função de suas respectivas perdas de massas. Ao longo do processo de degradação de 245 dias em exposições às intempéries, aferiu-se novamente as massas de cada amostra. Para essa pesquisa foi adotado nível de significância 0,05 e hipótese nula como a média das diferenças de massa antes e depois é igual a zero.

O gráfico 6 exibe a comparação das sacolas tradicionais e oxibiodegradáveis submetidas a exposição em água salgada. Os resultados do teste estatístico T indicam que as sacolas tradicionais obtiveram média de degradação de 7,33%, desvio padrão de 5,69%, índice mínimo de degradação de 0%, primeiro quartil 2%, mediana 7%, terceiro quartil 9%, índice máximo de degradação 23% e p-valor de 0,0001121. As sacolas oxibiodegradáveis obtiveram média de 6,78%, desvio padrão de 3,95%, índice mínimo de degradação de 0%, primeiro quartil 3%, mediana 7%, terceiro quartil 10%, índice máximo de degradação 15% e p-valor de 0,04122. Sendo assim, pode-se observar maior grau de degradação nas sacolas tradicionais. Como tanto o p-valor das sacolas tradicionais e oxibiodegradáveis foram menores que 0,05, é rejeitada a hipótese nula, dando 95% de confiabilidade ao resultado.

GRÁFICO 6: Comparação da degradação das sacolas expostas em água salgada em %



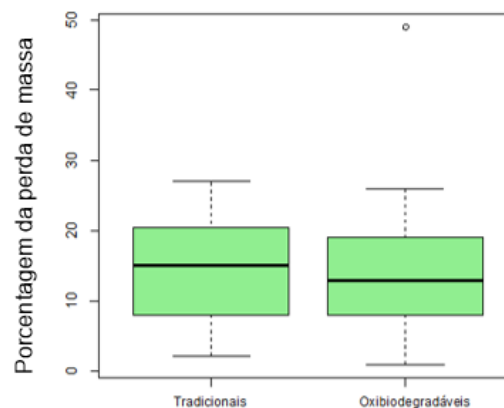
Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

Sobral, Frias e Martins (2011) acreditam que, a degradação fotooxidativa é uma das principais causas da degradação do material plástico, seu mecanismo consiste na oxidação auto catalítica com formação de uma carbonila. Já Torres (2007) afirma que a degradação que ocorre no ambiente marinho se dá principalmente aos sais que se apresentam dissolvidos na água do mar, que são: Cloreto de sódio,

cloreto de magnésio, sulfato de magnésio, sulfato de cálcio, cloreto de cálcio, cloreto de potássio, sulfato de potássio e bicarbonato de cálcio.

As amostras submetidas em água doce obtiveram os seguintes resultados: Sacolas Tradicionais média de 14,3%, desvio padrão 7,08%, índice mínimo de degradação 2%, primeiro quartil 8%, mediana 15%, terceiro quartil 20,25%, índice máximo de degradação 27% e p-valor de 0,01912. Para as sacolas oxibiodegradáveis os resultados foram: Média 13,8%, desvio padrão 8,07%, índice mínimo de degradação 1%, primeiro quartil 8%, mediana 13%, terceiro quartil 19%, índice máximo de degradação 49% e p-valor de 0,0002299. Neste ensaio, as sacolas tradicionais também obteve maior índice de degradação, e o p-valor das amostras permaneceram abaixo de 0,05, portanto, mantiveram a credibilidade no resultado final (GRÁFICO 7).

GRÁFICO 7: Comparação da degradação das sacolas expostas em água doce em %



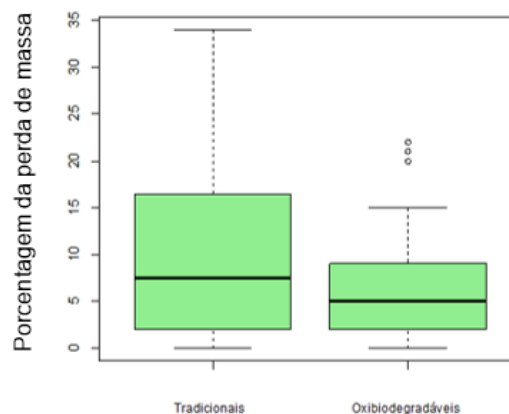
Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

Em um estudo similar Zanella *et al.* (2018), também não alcançaram uma significativa degradação, visto que a exposição em água doce não promoveu alterações significativas na integridade física aparente das embalagens plásticas oxibiodegradáveis, ao término do experimento de 90 dias, as mesmas degradaram apenas 2,59%. Por meio de sua pesquisa científica Miranda e Seo (2015) submergiram as amostras em água da chuva, e percebeu que ao longo do experimento a sua massa foi diminuindo, sendo que no final do tempo de exposição não houve uma diminuição significativa, em 90 dias as sacolas tradicionais degradaram 4% enquanto as oxibiodegradáveis 3%. Constatando que em ambos os

estudos as amostras oxibiodegradáveis não possui um significativo grau de degradação.

O gráfico 8 exibe a degradabilidade das amostras enterradas, onde as sacolas tradicionais atingiram uma média de 9,58%, desvio padrão 8,51%, índice mínimo de degradação 0%, primeiro quartil 2%, mediana 7,5%, terceiro quartil 16,25%, índice máximo de degradação 34% e p-valor 0,0004063. As sacolas oxibiodegradáveis alcançaram a média de 6,56%, desvio padrão 5,42%, índice mínimo de degradação 0%, primeiro quartil 2%, mediana 5%, terceiro quartil 9%, índice máximo de degradação 22% e p-valor de 1,77e-05. As amostras tradicionais obtiveram maior degradação. P-valor manteve abaixo de 0,05, atendendo o padrão de credibilidade do estudo.

GRÁFICO 8: Comparação da degradação das sacolas enterradas em %



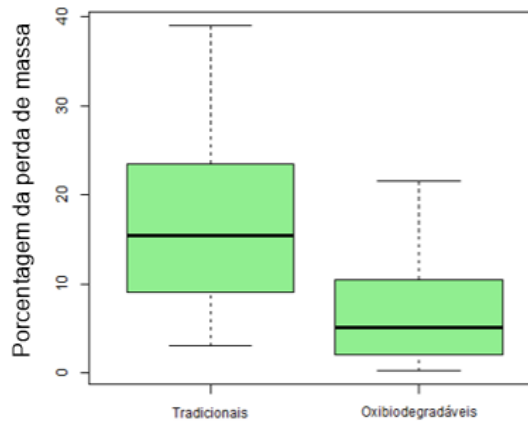
Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

Uma pesquisa realizada por Follman *et. al* (2017) contrapõe esse resultado. O seu teste expôs as sacolas plásticas enterradas por um ano, obtiveram cerca de 55% para os dois modelos de sacolas em seis meses. Os estudos de Pereira (2017) demonstram compatibilidade com os resultados obtidos no presente estudo, tendo em vista que o percentual de perda de massa das sacolas oxibiodegradáveis não chegaram a 10% em 151 dias.

O gráfico 9 exibe a comparação das sacolas tradicionais e oxibiodegradáveis expostas sobre solo, onde as tradicionais apresentaram média de 16,51%, desvio padrão 8,07%, índice mínimo de degradação 3%, primeiro quartil 9%, mediana 15,5%, terceiro quartil 23,25%, índice máximo de degradação 39% e p-valor de 0,4564. Sacolas oxibiodegradáveis obtiveram média de 6,87%, desvio padrão 5,54,

índice mínimo de degradação 0,3%, primeiro quartil 2,08%, mediana 5,1%, terceiro quartil 10,46%, índice máximo de degradação 21,59% e p-valor 3,532e-05. Nesta intempérie as sacolas tradicionais também obtiveram maior grau de degradação. Os p-valores mantiveram abaixo do nível de significância, conservando os 95% de confiabilidade.

GRÁFICO 9: Comparação da degradação das sacolas exposta sobre solo em %

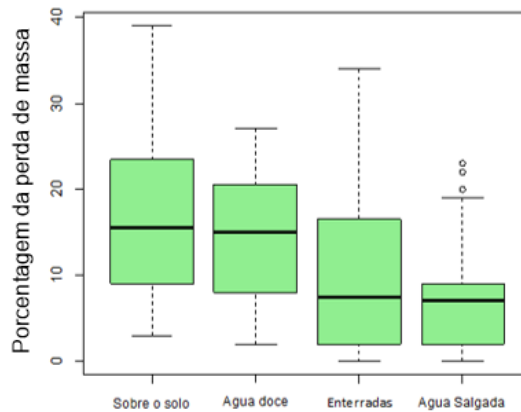


Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

De acordo Pereira (2017) os resultados da perda de massa obtidos na intempérie sobre o solo foi de 19,10% para as sacolas oxibiodegradáveis após 151 dias, já o presente trabalho contrapõe, visto que o valor obtido foi de 6,87% em 245 dias. Casarin, Souza Júnior e Angelli (2013) fez o experimento em tubos de plásticos biodegradáveis e encontrou um valor superior a 90% de degradação em 90 dias, mas, o material plástico não continha o mesmo aditivo das sacolas plásticas.

O gráfico a seguir caracteriza em ordem decrescente a porcentagem de degradação das sacolas tradicionais. Notou-se que as sacolas expostas sobre solo sofreram maior índice de degradação (16,51%), pois provavelmente, receberam diretamente a radiação solar em conjunto com micro-organismos presentes no solo. Seguida das amostras exposta em água doce, enterradas e salgada, com 14,3%, 9,58% e 7,33% respectivamente (GRÁFICO 10).

GRÁFICO 10: Exibe a degradação incluindo todas as intempéries das sacolas tradicionais em %

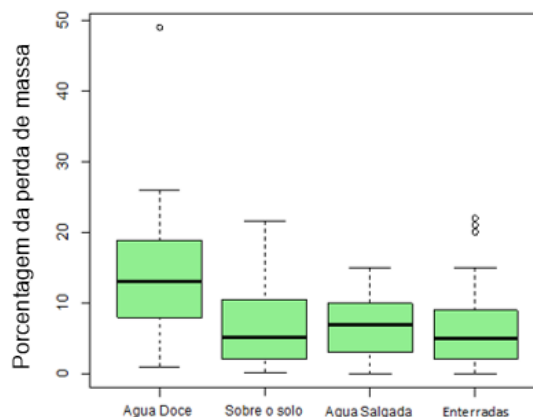


Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

Estudos realizados por Borsato e Miranda (2009) constatou que após 12 semanas em exposição às intempéries, sob condições de aceleração de envelhecimento artificial dos materiais das sacolas tradicionais apresentaram significativos índices de degradabilidade. Experimento semelhante desenvolvido por Mothé, Dias e Mothé (2009) avaliaram a degradação térmica de sacolas tradicionais, submetidos a temperaturas de até 800°C por um período de 180 dias, os autores notaram que a perda de massa dos materiais foi em torno de 98%.

Referente às sacolas oxibiodegradáveis, o gráfico 11 expõem em ordem decrescente os valores obtidos por todas as quatro intempéries. Observou-se que as amostras expostas em água doce sofrem maior degradabilidade (13,8%), seguidas por expostas sobre solo, expostas na água salgada e enterradas, com 6.87%, 6.78% e 6.56%.

GRÁFICO11: Refere-se a degradação das sacolas oxibiodegradáveis mediante as quatro intempéries em %

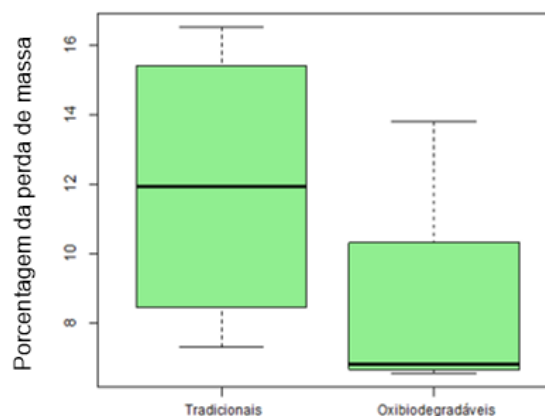


Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

Fator que pode influenciar na degradação é a presença de cloro (Cl), pois a água utilizada para a experiência já possuía tratamento sanitário. Os resultados obtidos por Amaral *et al* (2009), em um ensaio de exposição ao envelhecimento acelerado mostraram que as embalagens plásticas oxidegradáveis sofreram rapidamente alterações devido à exposição ao intemperismo artificial, após os 42 dias do experimento o processo foi interrompido, pois o material já se encontrava todo fragmentado e deteriorado. Ainda de acordo com os autores, estas alterações não provam a degradação do polímero, mas o parâmetro de alterações visuais pode ser utilizado como uma primeira indicação de degradação. Já a avaliação experimental realizada por Shimomoto (2016), constou a fragmentação das sacolas oxibiodegradáveis quando submetidas a intempereis (vento, chuva e radiações solares) após 26 semanas de ensaio. A autora ainda ressalta que a fragmentação não resolve à problemática, pois as fragmentações não sofrem biodegradação e nem desaparecem por completo da natureza, continuando a causar impactos no ambiente.

Por fim, o gráfico 12 explana a diferença total de degradação dos tipos de sacolas, sendo possível observar que as sacolas tradicionais tiveram maior grau de degradabilidade alcançando uma média de 11,93%, já as sacolas oxibiodegradáveis atingiu apenas 8,50% de degradação em 245 dias.

GRÁFICO 12: Estabelece a comparação dos dois tipos de sacolas quando submetidas as quatro intempéries em %



Fonte: Souza, Soares e Gangá (2018)

Em estudos realizados por Santos, Patrício e Aroeira (2013) avaliou a degradação de sacolas de polietileno tradicional, biodegradável, oxibiodegradável e reciclada em condições controladas de laboratório, não obtiveram uma degradação significativa para nenhuma das sacolas estudadas em um período de incubação de 180 dias. Experiência similar realizada por Miranda e Seo (2015) verificou que no período de exposição das embalagens plásticas oxibiodegradáveis e tradicionais em função da temperatura, em meio com água de chuva e chorume, a degradação das mesmas não foram significativas. Resultados também observados no presente estudo.

De forma geral, os resultados analisados demonstram que as sacolas oxibiodegradáveis não apresenta degradação mais rápida do que as sacolas tradicionais. Observou-se ainda, que as sacolas oxibiodegradáveis, quando expostas a intempereis artificiais possuem um tempo de degradação maior que as convencionais, porém, quando submetidas à intempereis naturais as mesmas não apresentam essa capacidade de aceleração. Dessa forma, trazendo os mesmos transtornos que as sacolas tradicionais, indicando assim, uma necessidade de um estudo contínuo e de maior duração, para verificar os efeitos da incorporação do aditivo em tempo maior de exposição.

CONCLUSÃO

Conclui-se que, houve degradação das sacolas oxibiodegradáveis e tradicionais em exposição às quatro intempéries, porém, as sacolas oxibiodegradáveis não apresentam comportamento mais acelerado na degradação quando comparadas ao processo de degradação das sacolas tradicionais nessas condições de estudo. Também foi possível concluir que as sacolas oxibiodegradáveis ao final do experimento não degradaram totalmente e também não alcançaram os 90% de degradabilidade estabelecidos pela NBR- 15.448/01, sendo assim contrapondo-a.

Pode-se inferir a contribuição social da pesquisa, uma vez que o trabalho visa a o posicionamento da população frente ao uso das sacolas de plástico e os impactos que as mesmas causam ao meio ambiente, essa reflexão possibilita a discussão de problemas ambientais que afetam a todos de maneira direta. Outro

ponto a considerar é a contribuição acadêmica advinda com esse estudo, permitindo a reflexão dessa temática e o crescimento do acervo bibliográfico, dando margem para novos estudos que trabalhem o tema.

Sendo assim, a educação ambiental é a base para despertar a consciência ecológica na população. É praticamente impossível uma mudança imediata do cenário atual sem uma intervenção governamental, acompanhado de medidas educacionais e culturais, visando à conscientização em longo prazo.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15448-1. Embalagens Plásticas degradáveis ou renováveis**. 2008.

ALMEIDA, S. R et al. Meio ambiente e sacolas plásticas: A atitude do cliente do varejo na cidade de São Paulo. **V Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, Rio de Janeiro-RJ, 2008.

AMARAL, F. et al. Estudo da Degradação de Embalagens Plásticas Oxibiodegradáveis ao Envelhecimento Acelerado. **Congresso Brasileiro de Polímero**, 10., 2009.

BORSATO, Raquel; MIRANDA, Leila F. de. Influência de Aditivos Biodegradáveis nas Propriedades do PP E Do PE. In: **Congresso Brasileiro de Polímeros**, 9., 2009, Consolação-SP, 2009. p. 1 - 12.

CASARIN, S. A.; SOUZA JÚNIOR, O.F.; AGNELLI, J.A.M. Avaliação da Biodegradação de Sacolas Plásticas. **Revista SODEBRAS**, 2013;8:26-29. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/24176>> Acesso em: 20 mar. 2018.

DE PAOLI, M. A. Degradação e Estabilização de Polímeros. (2008). **Chemkeys 2ª versão on-line**. Disponível em:<<http://www.chemkeys.com/blog/wp-content/uploads/2008/09/polimeros.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2018.

FOLLMANN, Andrise Janaina et al. Degradação De Sacolas Plásticas Convencionais e Oxibiodegradáveis. **Ciência e Natura**, [s.l.], v. 39, n. 1, p.187-192, 29 dez. 2016. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460x24176>. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/viewFile/24176/pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=316860>. Acesso em: 12 maio 2018.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

MIRANDA, Caio da Silva; SEO, Emília Satoshi Miyamaru. Degradação de Embalagens Plásticas Oxi-Biodegradáveis e Comuns. **Holos Environment**, Rio Claro-SP, v. 15, n. 2, p.171-180, dez. 2015. Disponível em: <<https://www.ceau-unesp.org.br/holos/article/view/10503>>. Acesso em: 14 dez. 2018.

MOTHÉ, C. G.; DIAS F. T. G.; MOTHÉ, M. G. N. Avaliação térmica e mecânica da degradação de Materiais poliméricos na proteção ao meio Ambiente. In: **Congresso Brasileiro De Polímeros**, 10, CBPOL, 2009.

OLIVEIRA, Luzibênia Leal de et al. Impactos Ambientais Causados Pelas Sacolas Plásticas: O Caso Campina Grande – PB. BIOFAR: **Revista de Biologia e Farmácia, Campina Grande**, v. 7, n. 1, p.88-104, maio 2012. Disponível em: <http://sites.uepb.edu.br/biofar/download/v7n1-2012/impactos_ambientais_causados_pelas_sacolas_plasticas.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2018.

PEREIRA, Pedro Henrique Rodrigues. **Análise da Degradação de Sacolas Plásticas Oxibiodegradáveis**. 2017. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia, Instituto Ensinar Brasil - Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni, Teófilo Otoni-MG, 2017.

PIVA, Carla dal; ORIKASSA, Taciana Noriko Fernandes. Sacolas Plásticas: Sua utilização na visão de diferentes autores. **Revista de Ciências Gerenciais**. Campo Grande, v. 16, n. 24, p.9-18, 05 maio 2014. Disponível em: <<http://pgsskroton.com.br/seer/index.php/rcger/article/viewFile/1933/1837>>. Acesso em: 26 maio 2018.

SANTOS, A.S.F.; FREIRE, F.H.O.; COSTA, B.L.N. Sacolas plásticas: destinações sustentáveis e alternativas de substituição. **Polímeros**, v.22, n.3, p.228-237, 2012.

SANTOS, Sabrina C. et al. A Influência da Utilização das Sacolas Compostáveis no Comportamento do Consumidor de Belo Horizonte. **Ambiente & Sociedade**, [s.l.], v. 16, n. 4, p.1-18, dez. 2013. Fap. UNIFESP (SCIELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1414-753x2013000400002>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2013000400002>. Acesso em: 10 maio 2018.

SANTOS, V. P; PATRÍCIO, P. S. O; AROEIRA, B. M. Estudo comparativo da degradação em solo de diferentes tipos de sacolas plásticas. In: **Congresso Brasileiro De Polímeros**, 12, CBPOL. 2013. p. 22-26.

SHIMOMOTO, Bruna Mayumi Secco. **Degradabilidade de sacolas Plásticas**. 93 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Ambiental, Engenharia, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2016.

SOBRAL, P.; FRIAS, J.; MARTINS, J. Microplásticos nos oceanos - um problema sem fim à vista. **Ecologia**. Portugal. 3: 12-21 p. 2011.

TORRES, Amelia Angélica Ulloa. **Envelhecimento Físico Químico de Tubulações de Polietileno de Alta Densidade Empregadas em Redes de Distribuição de Derivados de Petróleo**. 19 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Materiais e Metalurgia, Ciência dos Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO), Rio de Janeiro, 2007.

TONELLO, D. et al. A polêmica da redução e extinção do uso das sacolas plásticas nos supermercados. Fórum Ambiental. **Alta Paul.**, v.7, n.4, p.709-725, 2011.

VITAL, Marcos Vinícius Carneiro. O teste T de Student. In: VITAL, Marcos Vinícius Carneiro. **Introdução ao uso do software R para as Ciências Biológicas**. Alagoas, 2015. p. 1-55.

ZANELLA, Fábio et al. Sacolas Oxibiodegradáveis: Degradação em Decorrência da Condição de Descarte. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Lourenço do Oeste - SC, v. 5, n. 9, p.133-140, fev. 2018.