

Análise comparativa da degradabilidade de copos descartáveis utilizando o método G160 da ASTM

Comparative analysis of the degradability of disposable cups using the ASTM G160 method

Teofanes Foresti, mestra, UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

tf.foresti@gmail.com

Branca Freitas de Oliveira, doutora, UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

branca@ufrgs.br

Jocelise Jacques de Jacques, doutora, UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

jocelisej@gmail.com

Resumo

O descarte mais comum do copo plástico ao meio ambiente leva cerca de 250 a 400 anos para sua decomposição, prejudicando a natureza, aumentando significativamente o lixo que é descartado, poluindo também às águas e o solo. Este artigo apresenta o resultado de um estudo experimental, a fim de analisar a degradabilidade dos materiais que compõe os copos plásticos descartáveis. O objetivo desta análise é verificar qual dos copos analisados apresenta o menor impacto ambiental, percebido através da degradabilidade dos seus materiais, causada pelo efeito de ações oxidativas simuladas em ambiente de laboratório. Tendo como base a composição e a estruturação dos materiais mais comuns utilizados para fabricação do copo plástico descartável, consideramos amostras do poliestireno (isopor), polipropileno (plástico) e o amido de milho. Utilizou-se como método a análise fotográfica para evidenciar os resultados e também análise em microscópio ótico para dar ênfase maior a observação realizada. O processo de análise dos copos descartáveis está configurado conforme prescreve a norma G160 da ASTM *International - Standard Practice for Evaluating Microbial Susceptibility of Nonmetallic Materials By Laboratory Soil Burial*, que trata de avaliar em laboratório a decomposição de materiais não metálicos em contato com o ambiente natural, como o solo. Ao final, pretende-se demonstrar qual dos materiais que compõe o copo plástico descartável é o mais indicado em relação a minimização do impacto ambiental causado pelo seu descarte.

Palavras-chave: Copos descartáveis; Sustentabilidade; Impacto ambiental.

Abstract

The most common disposal of the plastic cup to the environment takes about 250 to 400 years for its decomposition, damaging nature, significantly increasing the waste that is discarded, also polluting the waters and the soil. This article presents the result of an experimental study in order to analyze the degradability of the materials that make up disposable plastic cups. The purpose of this analysis is to verify which of the analyzed cups has the least environmental impact, perceived through the degradability of its materials, caused by the effect of simulated oxidative actions in the laboratory environment. Based on the composition and structuring of the most common materials used to manufacture the disposable plastic cup, we consider samples of polystyrene (styrofoam), polypropylene (plastic) and cornstarch. Photographic analysis was used as a method to evidence the results and also analysis under an optical microscope to give greater emphasis to the observation made. The analysis process of disposable cups is configured as prescribed by the ASTM International G160 standard - Standard Practice for Evaluating Microbial Susceptibility of Nonmetallic Materials By Laboratory Soil Burial, which tries to evaluate in the laboratory the decomposition of non-metallic materials in contact with the natural environment, like the soil. In the end, it is intended to demonstrate which of the materials that make up the disposable plastic cup is the most suitable in relation to minimizing the environmental impact caused by its disposal.

Keywords: *Disposable cups; Sustainability; Environmental impact.*

1. Introdução

A utilização de copos descartáveis já é uma prática comum nos dias atuais, seja no inverno com aumento do consumo de café ou no verão pelo consumo de água, os copos descartáveis já fazem parte do cotidiano do ser humano. Entretanto, percebe-se atualmente, um movimento de popularização da preocupação com o impacto ambiental dos copos descartáveis.

Por um lado, emergem iniciativas de diminuição do uso de copos ambientes de trabalho por exemplo, por outro, aparecem pesquisas de novos materiais e processos de fabricação para os copos, buscando a sustentabilidade como fim (BORGES, 2011).

O fato é, que o copo plástico descartável tem sido o resíduo urbano menos reciclado do planeta, sendo um dos motivos da sua não reciclagem o baixo custo pago pelo resíduo as cooperativas e ou catadores. Diante deste contexto, a motivação para realização deste estudo tem como foco comparar a ação da degradabilidade nos diferentes materiais utilizados para fabricação dos copos plásticos, verificando como se comportam estes materiais no processo de degradação, principalmente no sentido da sustentabilidade (KAZAZIAN, 2005).

Sabe-se que a principal matéria prima de uso na fabricação dos copos plásticos são materiais sintéticos, derivados de petróleo e formados pela união de grandes cadeias moleculares chamadas polímeros (poly = muitos, meros = partes). As propriedades dos plásticos são definidas a partir do tamanho e da estrutura das moléculas desses polímeros (resinas) (FARIA, 2009).

Os copos geralmente são fabricados com resinas termoplásticas, com ou sem a incorporação de aditivos e/ou pigmentos, a critério do fabricante. As resinas termoplásticas, empregadas na fabricação dos copos devem obedecer às exigências da NBR 14865 (07/2002). Os copos devem ser homogêneos, isentos de materiais estranhos, bolhas, rachaduras, furos e deformações, não devem apresentar sujidade, interna ou externamente, isentos de bordas afiadas e rebarbas, devendo suportar o calor do café sem deformar-se.

Os copos devem ainda estar de acordo com a norma da ABNT NBR 14865 (07/2002) – Copos Plásticos Descartáveis, Portarias do Inmetro no 453 (01/12/2010) e no 125, publicada em 2002, tendo sido definidos, na ocasião, os critérios mínimos para assegurar a qualidade do produto oferecido ao consumidor.

Existe uma grande quantidade de consumo e descarte de materiais plásticos, que gera muito lixo, e isso acarreta em muitos problemas ambientais (SILVA, 2010). O aumento do consumo de produtos que utilizam matérias primas retiradas da natureza, como os copos descartáveis, vem ultrapassando as capacidades biológicas da Terra, trazendo graves consequências ao meio ambiente (KAZAZIAN, 2005).

Para se ter uma idéia, a produção de um copo descartável chega a consumir 500 ml de água, enquanto a lavagem de um reaproveitável feita na pia utiliza 400 ml e na máquina ‘lava copo’ apenas 100 ml, isto é, apenas 20% do que é gasto para se produzir um copinho plástico. Sendo que estes são geralmente descartados logo após o primeiro uso gerando maiores custos de coleta e necessitando de destinação adequada (KERPEN, 2014).

De acordo com Kerpen (2014), a produção de plásticos biodegradáveis seria uma solução para os produtos compostos de materiais plásticos, diminuindo os resíduos que demoram para decompor-se, onde a degradação neste caso é resultado da ação de micro-organismos naturais como bactérias, fungos e algas. Esse tipo de plástico é considerado ecologicamente correto, uma vez que não se acumula no meio ambiente (MARTINS e SANTANA, 2014).

Nota-se nos copos descartáveis pesquisados a inexistência de informações ao consumidor final quanto à degradabilidade do material ou informações referentes ao processo de descarte do mesmo. Dentre os copos plásticos descartáveis pesquisados no mercado, selecionou-se os copos mais comuns encontrados e utilizados tanto para condicionamento de líquidos quentes e frios.

Foram selecionados os copos de plástico (PP), isopor (EPS) e de amido de milho (biopolímero) que possuem funcionalidades e propriedades semelhantes em relação a sua usabilidade e posterior descarte. Assim, tem-se como objetivo compreender as particularidades e diferenças entre os copos descartáveis encontrados no mercado brasileiro, e desta forma desencadear um processo de conscientização no sentido de que novas posturas sejam adotadas para minimizar impactos ao meio ambiente e favorecer mudanças nos padrões de consumo.

1.1 Biopolímeros e Polímeros

Os polímeros, em sua maioria, são hoje sintéticos, fabricados tendo como base matérias-primas derivadas do petróleo. Após a transformação em produtos petroquímicos de primeira geração, como o eteno e o propeno, dão origem aos polímeros na segunda geração petroquímica, como o polietileno e o propileno. A reação química que conduz a formação de polímeros é a polimerização. Os plásticos, cujo termo deriva do grego “plastikos”, que significa maleável, são materiais cujo componente principal é um polímero orgânico sintético, sendo possível moldar pela ação do calor e pressão (COUTINHO et al., 2004).

Por sua vez, os biopolímeros são classificados como polímeros naturais sintetizados por organismos vivos, sob as mais diversas condições ambientais, com diferentes composições de monômeros, estrutura macromolecular e diferentes propriedades físicas. Constituem exemplos de biopolímeros o amido, as proteínas, além dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), cujos respectivos monômeros são os açúcares, os aminoácidos e os ácidos nucleicos (EPOBIO, 2006).

Conforme descrito por Gomes (2014), a maioria dos biopolímeros é biocompatível (não produz efeito tóxico) e biodegradável (decompondo-se em curto espaço de tempo, em ambientes microbiologicamente ativos). A maioria (cerca de 90%) se decompõe no prazo de seis meses. No entanto, plásticos sintéticos também podem ser biodegradáveis e a maioria dos que são assim definidos, tem como base o petróleo.

Na definição da American Society Testing and Materials (ASTM), biodegradável é o material “capaz de sofrer degradação em dióxido de carbono, metano água, compostos inorgânicos ou biomassa no qual o mecanismo predominante é a ação enzimática de

microorganismos, que pode ser medida por testes padronizados, em um período especificado de tempo...” (DOTY, 2005).

Portanto, plásticos biodegradáveis podem ser obtidos de polímeros naturais ou sintéticos, e podem ser produzidos por fontes renováveis ou ainda não renováveis. De todo modo, cabe ressaltar que, apesar das características interessantes dos biopolímeros tais como a biodegradabilidade e o uso de recursos renováveis, muitos ainda não apresentam propriedades físicas idênticas aos polímeros petroquímicos (por exemplo, maior fragilidade e decomposição muito rápida) e, em especial tem seu custo de produção elevado, se comparado ao processo tradicional de polímeros (COUTINHO et al, 2004).

2 Materiais e métodos

Para os testes, foram escolhidos 3 tipos de copos descartáveis, com uso voltado principalmente às bebidas quentes, de acordo com seu material: polipropileno (pp), Isopor (EPS) e o biopolímero (amido de milho).

O objetivo central é analisar e comparar a degradabilidade dos materiais dos copos plásticos. Seguindo às orientações da Norma G160 da ASTM, utilizou-se também uma garrafa de água potável com PH 7, sob condições de temperatura ambiente. Também foram utilizados vidros para acondicionar os copos descartáveis imersos na água.

As amostras foram observadas em períodos que totalizaram 40 dias de imersão, a cada período era feito o registro fotográfico do aspecto formal de degradabilidade ou deformações observadas, e posterior documentado as alterações percebidas.

Para uma identificação melhor do processo de degradabilidade dos copos plásticos descartáveis, utilizou-se ao final dos 40 dias o microscópio ótico onde as imagens do estágio de decomposição dos copos plásticos podem ser melhores percebidas e avaliadas.

O método de análise foi dividido em etapas:

1º - Levantamento das informações técnicas de cada produto selecionado conforme processo de fabricação estabelecido na NBR 14865.

2º - Identificação dos materiais de cada amostra

3º - Imersão das amostras dos copos em vidros contendo água com teor de PH=7 conforme determinação da norma G160 da ASTM.

4º - Análise dos copos descartáveis em ambiente natural durante o período de 7, 15, 30 e 40 dias.

3 Características do estudo de degradabilidade

As características verificadas neste estudo, tem por finalidade analisar e comparar os resultados de degradabilidade dos copos plásticos descartáveis produzidos em poliestireno

(isopor), polipropileno (plástico) e o amido de milho sob condições naturais do meio ambiente, conforme norma G160 da ASTM aplicada para análise em laboratório.

3.1 Caracterização das amostras

As amostras apresentam informações de materiais com base nos fabricantes e fornecedores de cada material, e estão descritas nas Tabela 1.

CARACTERÍSTICAS	Copo PP - Polipropileno	Copo EPS - Isopor	Copo Amido de Milho
MATERIAL	PLÁSTICO (PP)	ISOPOR (EPS)	Amido de Milho e Polipropileno
TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO	250 A 400 ANOS	250 A 400 ANOS	180 DIAS
AMBIENTE DE DECOMPOSIÇÃO	Não existente	Não existente	Pode ser descartado juntamente com lixo orgânico

Tabela 1: Ciclo de vida das embalagens biodegradáveis. Fonte: Martins e Santana, 2014.

Na imagem seguinte Figura 2, estão representadas a estrutura e o aspecto formal das amostras (A, B e C) dos copos descartáveis utilizados para o experimento.

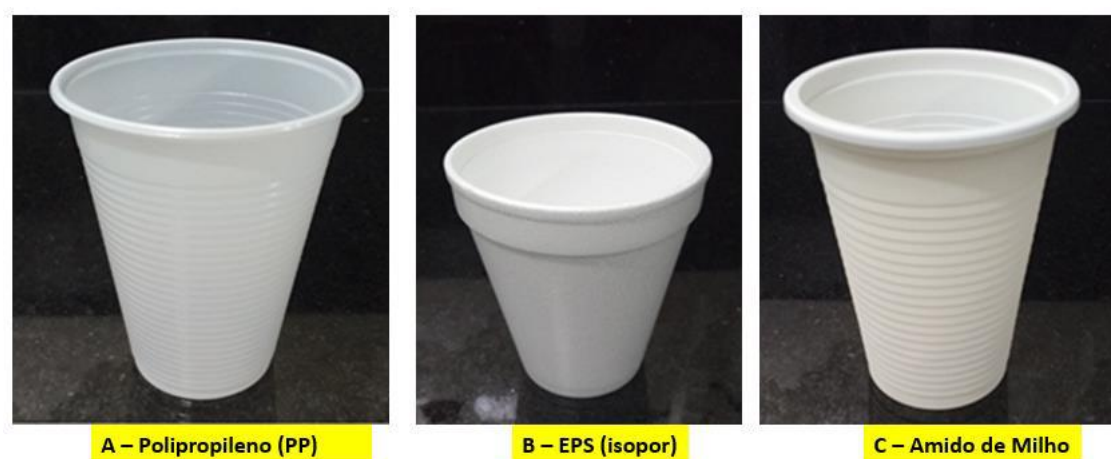


Figura 1: Amostras (A- polipropileno; B- EPS; C- amidos de milho) dos copos descartáveis. Fonte: Elaborada pelas autoras.

Tendo como base as informações publicadas na norma NBR 14865, no que se refere a fabricação de copos descartáveis e das informações técnicas em relação a propriedade de cada material, foi possível a identificação e caracterização das amostras.

3.2 Amostra A- polipropileno (PP)

Verificou-se que a amostra A é composta por PP, ou seja, Polipropileno. Sendo um termoplástico, podendo ser moldado utilizando apenas aquecimento, tem baixo custo, elevada resistência química e a solventes. O PP é uma parafina da família das olefinas e é um homopolímero, termoplástico e semicristalino, tem ponto de fusão em torno de 170°C.

3.3 Amostra B- isopor (EPS)

A amostra B é composta por poliestireno (PE) sendo este um termoplástico que se caracteriza pela dureza, facilidade de processamento e baixo custo, também trata-se de um material que queima facilmente.

3.4 Amostra C- amido de milho

A amostra C é composta de um termoplástico produzido a partir do amido de milho, sendo 90% amido de milho e 10% de Polipropileno. Sob pressão e temperatura junto com um plastificante o conteúdo é gelatinizado e pode ser moldado

3.5 Condições requeridas conforme normativa G160 da ASTM

Existem condições para aplicação e uso da Norma G160 da ASTM a principal delas é que esta norma se aplica apenas a materiais plásticos, não podendo ser utilizado mesmo procedimento para materiais metálicos ou condutores de eletricidade.

O campo de atuação da norma limita-se ao método de condução de uma avaliação microbiológica de susceptibilidade de um material não metálico, em contato com o ambiente natural do solo sob condições de utilização. Esta prática é pretendida para uso em espécie de ensaio de materiais sólidos que são não maiores do que cerca de 2 cm (0,79 pol.) de espessura e 100 cm² (15,5 em tamanho)

Uma grande variedade de propriedades pode ser afetada pelo ataque microbiano de acordo com as características do material ou item. Métodos padrão (quando disponível) devem ser utilizados para cada propriedade diferente para ser avaliada.

Os métodos de teste devem, contudo, ser apropriado para o material que está sendo testado. Neste caso podem ser observados alterações de cor, textura, forma ou volume.

Materiais destinados para uso em aplicações de sepultamento do solo são frequentemente sujeitos a períodos de exposição à radiação solar e outros elementos do clima por algum tempo antes de serem enterrados. Porque essas exposições podem alterar a capacidade de um material para resistir aos efeitos dos microrganismos com origem no solo, recomenda-se que esta prática ser combinados com as exposições adequadas ambientais (por exemplo,

dispositivos de simulação de intemperismo solares, os efeitos hidro líticas de contato aquosa prolongada, ou nutrientes exógenos) neste caso a exposição será hidro lítica em solução aquosa prolongada.

3.6 Procedimento experimental

As amostras dos copos foram imersas em água mineral com PH de 7,2, durante 40 dias, entre os dias 28 de novembro de 2015 até o dia 07 de janeiro de 2016. O teste foi realizado em ambiente não controlado, porém neste período as temperaturas não ultrapassam uma média de 25°C (conforme o Instituto Nacional de Metrologia), na cidade de Caxias do Sul, RS, onde os testes foram desenvolvidos. Pode-se verificar essas médias dos meses de novembro de 2015 a 07 de janeiro de 2016 nos gráficos abaixo (Figuras 2, 3 e 4).

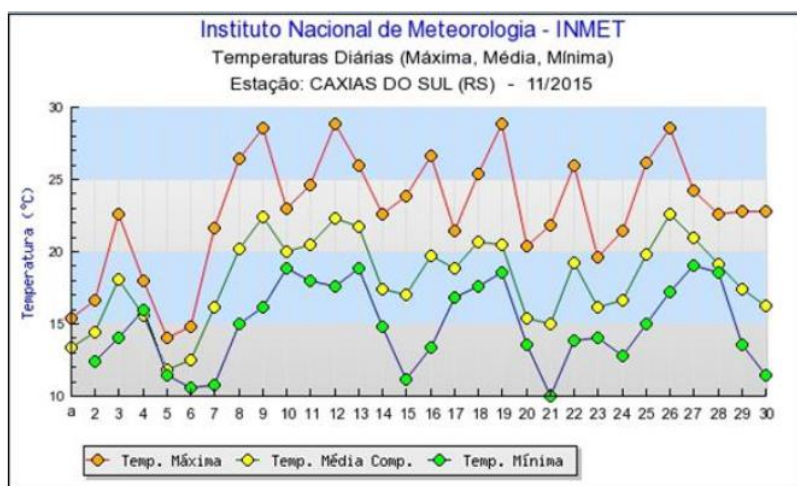


Figura 2: Temperaturas registradas para o mês de novembro de 2015 em Caxias do Sul/RS. Fonte: http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php, acessado em 08/01/2016.

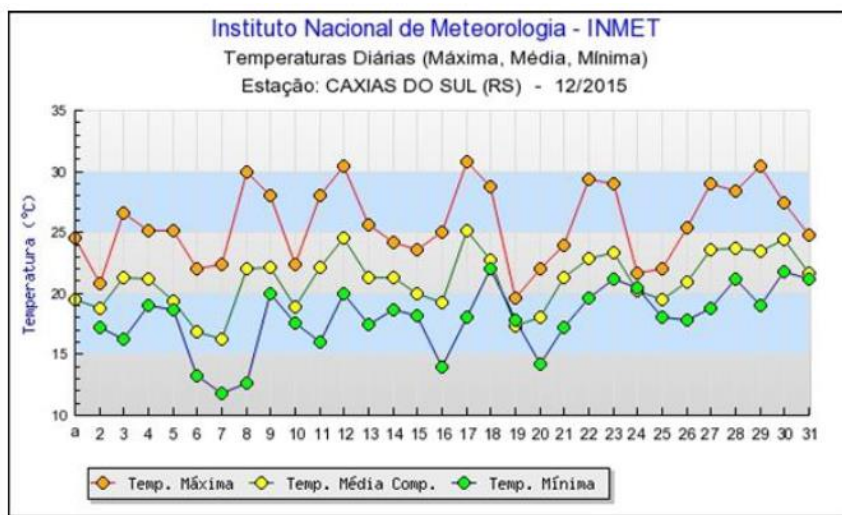


Figura 3: Temperaturas registradas para o mês de dezembro de 2015 em Caxias do Sul/RS. Fonte: http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php, acessado em 08/01/2016.

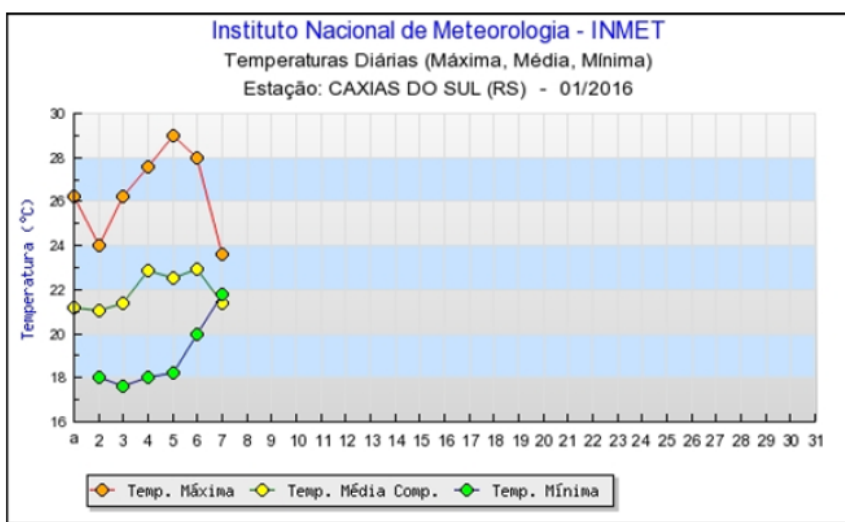


Figura 4: Temperaturas registradas para o mês de janeiro de 2016 em Caxias do Sul/RS. Fonte: http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php, acessado em 08/01/2016.

Desta forma tem-se um parâmetro das temperaturas em que as amostras do experimento ficaram expostas.

4 Resultados

Estes resultados podem ser utilizados para comparar a susceptibilidade de materiais quando expostos a este procedimento de teste.

As amostras foram analisadas nos períodos de 7 dias, 15 dias, 30 dias e 40 dias. Após os 40 dias as amostras foram retiradas da imersão e registradas as alterações.

Na figura 5 se pode observar as amostras após 7 dias, em análise visual não se observou modificação na coloração ou textura dos materiais.



Figura 5: Amostras após 7 (sete) dias. Fonte: Elaborada pelas autoras.

Em 15 dias as amostras foram novamente registradas, as imagens das amostras foram analisadas e nesta observa-se visualmente uma alteração de cor na água em que a amostra C está submersa, como se pode observar na Figura 6.

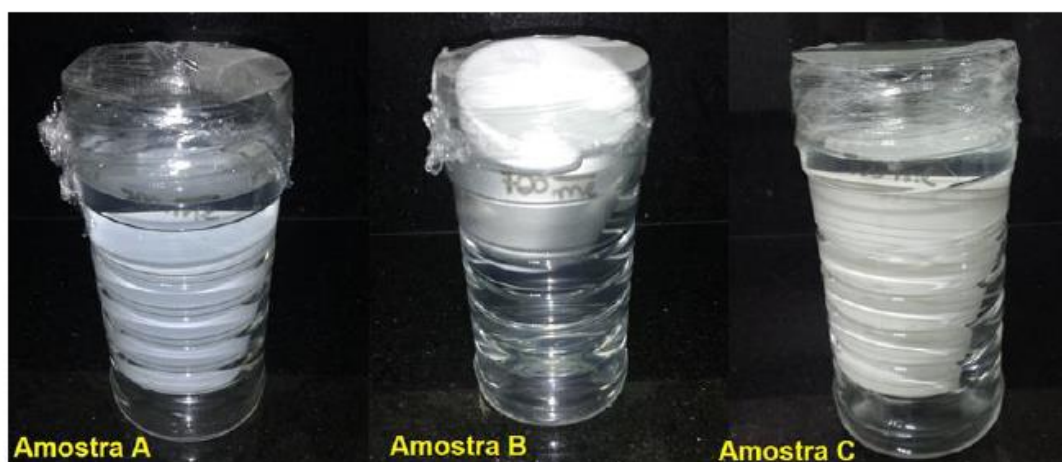


Figura 6: Amostras após 15 (quinze) dias. Fonte: Elaborada pelas autoras.

Após 30 dias foram registradas novamente as amostras e se pode observar na Figura 7, que a amostra C está submersa em água na qual a cor está mais turva que as demais amostras e também foi possível observar pequenos pontos escuros na amostra C. As demais amostras não apresentaram alterações visíveis à olho.

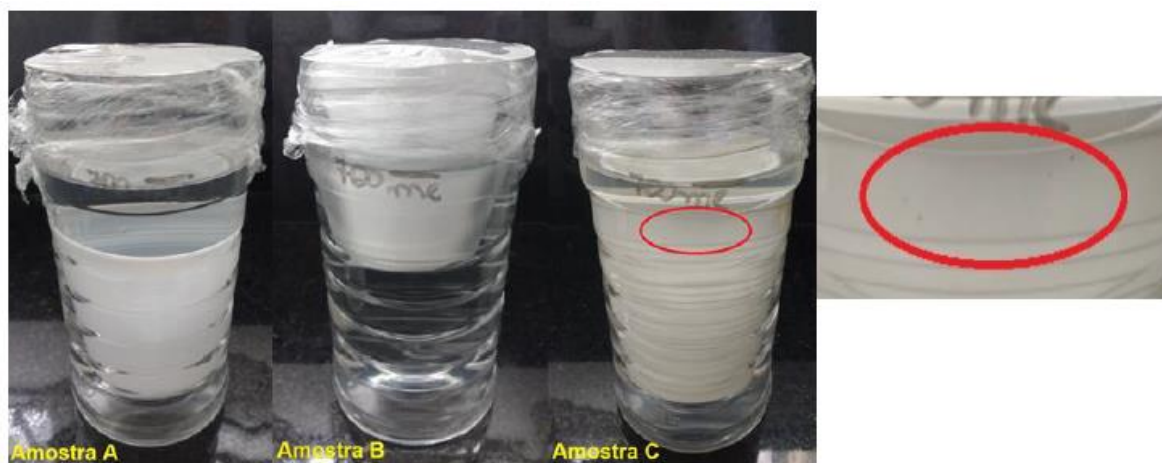


Figura 7: Amostras após 30 (trinta) dias. Fonte: Elaborada pelas autoras.

As amostras após 40 dias foram retiradas da submersão de água com PH 7,2 e foram analisadas visualmente. As amostras A e B não apresentaram alterações perceptíveis em análise visual. Porém a amostra C apresentou alterações na superfície como alteração de cor, textura e componentes de degradação como é possível observar na Figura 8.



Figura 8: Amostras após 40 (quarenta) dias. Fonte: Elaborada pelas autoras.

A parte interna do copo da amostra C apresentou uma viscosidade na superfície e pontos de decomposição. Além das análises visuais foram realizadas análises via microscópio ótico, que serão apresentadas na sequência.

4.1 Análise de degradabilidade no microscópio ótico

Para o desenvolvimento do experimento foram avaliadas amostras em microscópio. O modelo de microscópio utilizado foi o Olympus BX41M-LED, através deste foi possível analisar a estrutura das amostras A, B, e C. As amostras foram analisadas com um aumento de 50 vezes em relação ao tamanho normal da estrutura. Abaixo seguem as figuras 9, 10 e 11 relativas as amostras A, B e C respectivamente.

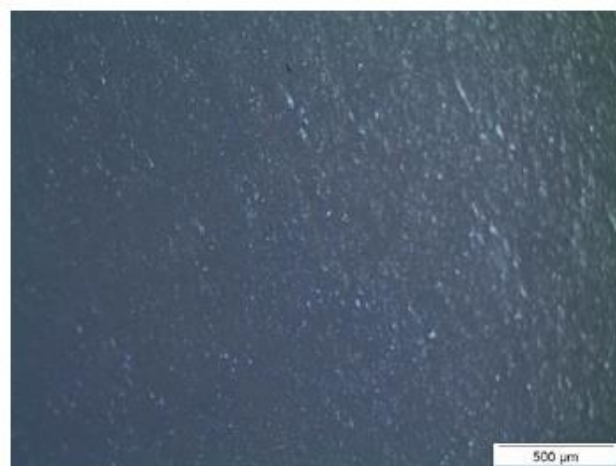


Figura 9: Amostra A, aumentada 50 vezes em relação ao tamanho natural da estrutura. Fonte: Elaborada pelas autoras.

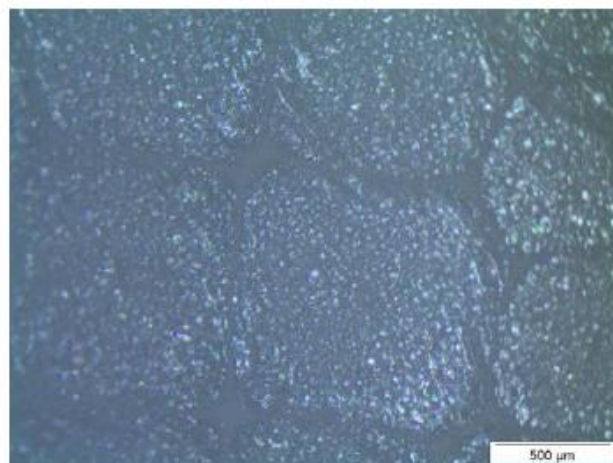


Figura 10: Amostra B, aumentada 50 vezes em relação ao tamanho natural da estrutura. Fonte: Elaborada pelas autoras.



Figura 11: Amostra C, aumentada 50 vezes em relação ao tamanho natural da estrutura. Fonte: Elaborada pelas autoras.

Pode-se perceber que as amostras A e B, mostram estruturas homogêneas, não sendo perceptível nenhuma alteração na estrutura das amostras. Porém na amostra C é perceptível, após os 40 dias de submersão, algumas alterações na estrutura. Sendo possível na imagem 10 a observação dessa alteração. Percebe-se o início de uma decomposição da estrutura orgânica que compõem a amostra C.

Na Figura 11 tem-se a mesma estrutura da Figura 12, aumentada 200 vezes do tamanho normal, nesta é possível observar que existe um princípio de deterioração do material.



Figura 12: Amostra C, aumentada 200 vezes em relação ao tamanho natural da estrutura. Fonte: Elaborada pelas autoras.

Portanto, após a observação em microscópio ótico, foi possível retratar as imagens de forma a evidenciar a transformação da estrutura das amostras, podendo ter parâmetros claros de que a amostra C teve um início de decomposição.

5 Conclusão

A respeito dos tipos de copos testados, podem ser extraídas algumas conclusões relevantes quanto a suas propriedades, entre as quais verificou-se que os materiais biodegradáveis compostos por amido de milho, mesmo contendo uma porcentagem pequena de polipropileno, é degradável em ambiente não controlado.

Trazendo um exemplo para os consumidores de que esses produtos são realmente biodegradáveis e que podem ser uma alternativa viável de consumo e minimização de riscos e danos ao meio ambiente.

Pois como foi possível demonstrar as amostras A e B, polipropileno e poliestireno não sofreram qualquer tipo de alteração em suas estruturas.

A utilização de análise visual foi importante para a percepção de que o copo composto por amido de milho, amostra C, cria uma viscosidade na superfície, deixando a água na qual estava submerso turva. Isso não ocorreu com as amostras A e B.

Já o uso do microscópio ótico possibilitou a visualização das estruturas das amostras, confirmando a visualização. As amostras A e B não apresentaram nenhuma alteração na estrutura dos materiais que as compunham. Já a amostra C apresentou pontos de início de decomposição. Sendo as informações dos fabricantes verídicas e confiáveis.

É importante frisar que os copos descartáveis utilizados neste experimento atendem os critérios prescritos na NBR 14865 em relação a fabricação e comercialização destes produtos.

Por fim, o presente estudo contribui para a prática do consumo consciente, ao mesmo tempo em que demonstrou as diferenças do impacto ambiental causado por cada material que constitui o copo descartável utilizado no dia a dia. A conscientização só é possível quando as pessoas tiverem acesso a informações que mostrem o quanto prejudicial é o consumo deste produto para a saúde e principalmente para o meio ambiente.

A substituição de copos descartáveis por copos e/ou garrafas individuais, podem ser uma das alternativas para contribuir na mudança de padrões de consumo e consequentemente na redução de resíduos, e na sustentabilidade ambiental.

Referências

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM G 160 – 03. Standard practice for Evaluating Microbial Susceptibility of Nonmetallic Materials By Laboratory Soil Burial. V.14.04, 2004.

ASTM D5338-98: Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Controlled Composting Conditions, 1998(2003).

ASTM D6400-04 Standard Specification for Compostable Plastics, 2004.

BORGES, Juliana. Agora, na Starbucks, o vilão é o copo. EXAME, Fev. 2011.

COUTINHO, F. M.B., MELLO, I. L., SANTA MARIA, L. C. De, Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações, Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 13, nº 1, p. 1-13, 2003.

COUTINHO, B. C.; MIRANDA, G. B.; SAMPAIO, G. R.; SOUZA, L. B. S. de; SANTANA, W. J. A importância e as vantagens do polihidroxibutirato (plástico biodegradável)”. Holos, ano 20, dez. 2004.

DOTY, L. F. Uma breve visão geral sobre plásticos biodegradáveis. Edmonton: Oxobiodegradable Plastics Institute (OPI), jan. 2005.

EPOBIO. Foundation paper for the biopolymers agship. Epobio workshop “Products from plants – the biorenergy future”, Wageningen International Conference Centre, 22-24 May 2006.

FARIA, A. U. de Biodegradação de Polipropileno (PP) de Polihidroxibutirato (PHB) e da Belenda PP/PHB (1:1) por Microrganismos de Rio Poluído e Efluente Bruto de Refinaria de Petróleo. Dissertação UEP, Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 2009 .

GOMES, R. de O., Caracterização de Propriedades Mecânicas de Plásticos Biodegradáveis à Base de Amido, Trabalho Final de Graduação, UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.

HÄKKINEN, Tarja.; VARES, Sirje. Environmental impacts of disposable cups with special focus on the effect of material choices and end of life. Journal of Cleaner Production, v. 18, p. 1458-1463, 2010.

INMETRO. Lista de copos descartáveis. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/Jw1kLj>>

KERPEN, F. S., Influência da Presença de Nanopartículas de Talco na Sorção de Água em Compósitos Biodegradáveis de Amido de Milho. UFRGS, Porto Alegre, 2014.

MARTINS, A. B., SANTANA, R. M. C., Tecnologias de Obtenção de Polímeros Biodegradáveis de Fontes Vegetais. Artigo publicado no 4º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves, 2014.

SILVA, M. L. V. J., Tecnologia para Produção de Superfícies Hidrofóbicas em filmes de Amido de Milho Termoplásticos por Plasma, Rio de Janeiro, UFRS, 2010.