



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**JUCIERY SAMARA CAMPOS DE OLIVEIRA**

**A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DOS BIOPOLÍMEROS – COMPREENSÃO DE  
ALUNOS SOBRE ESSE IMPORTANTE TEMA**

**Campina Grande - PB  
2017**

**JUCIERY SAMARA CAMPOS DE OLIVEIRA**

**A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DOS BIOPOLÍMEROS – COMPREENSÃO DE  
ALUNOS SOBRE ESSE IMPORTANTE TEMA**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB),  
como requisito obrigatório à obtenção do  
título de Licenciatura em Química.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Roberta de Oliveira Pinto**

**Campina Grande - PB  
2017**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

O48i Oliveira, Juciery Samara Campos de.  
A importância da utilização dos Biopolímeros [manuscrito] :  
compreensão de alunos sobre esse importante tema / Juciery  
Samara Campos de Oliveira. - 2017.  
36 p. : il. color.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) -  
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e  
Tecnologia, 2017.  
"Orientação: Profa. Dra. Maria Roberta de Oliveira Pinto,  
Departamento de Química".

1. Meio ambiente. 2. Degradação. 3. Biopolímeros. 4.  
Sacolas plásticas biodegradáveis. I. Título.

21. ed. CDD 668.9

JUCIERY SAMARA CAMPOS DE OLIVEIRA

**A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DOS BIOPOLÍMEROS –  
COMPREENSÃO DE ALUNOS SOBRE ESSE IMPORTANTE TEMA**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Universidade Estadual  
da Paraíba (UEPB), como requisito  
obrigatório à obtenção do título de  
Licenciatura em Química.

9,0 (nove e zero)

Aprovado em: 14 de Agosto de 2017

**BANCA EXAMINADORA**

Maria Roberta de Oliveira Pinto  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Roberta de Oliveira Pinto  
(Orientadora-CCT-DQ-UEPB)

Antonio N. Sousa  
Prof. M.S.c. Antônio Nóbrega de Sousa  
(Examinador)

Helionalda Costa Silva  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Helionalda Costa Silva  
(Examinador)

Á toda minha família, irmã, vó, tias e tios, e em especial à minha mãe, Socorro que sempre me guiou, e esteve ao meu lado e tornou o meu sonho também o seu sonho, e o realizou junto comigo, ao meu Pai, Joaquim (in Memoriam) que apesar de não está mais entre nós sempre esteve presente em meu coração e onde quer que ele esteja sei que torceu muito para essa realização, dedico também ao meu esposo, Marcio que em diversas vezes foi fundamental para o meu progresso acadêmico, se mostrando um verdadeiro companheiro nas horas difíceis, a Guilherme, o maior tesouro que Deus me enviou. Sem vocês eu não teria chegado até aqui.  
*DEDICO.*

## **AGRADECIMENTOS**

Antes de tudo agradeço ao nosso Deus, pelo dom da minha vida, pela força que me foi cedida por ele para enfrentar todas as dificuldades que surgiram ao longo do meu caminho.

A minha querida Mãe em especial, pois sem ela eu nada seria. Uma mãe guerreira que me provou que os estudos é o melhor bem que os pais pode deixar para seus filhos, pois deles isso ninguém consegue tirar.

Marcio, meu amado esposo que além de ótimo companheiro, também é um grande refúgio, um verdadeiro porto seguro, a ti agradeço pelos diversos ensinamentos que tive e tenho a cada dia que passa. Te amo infinitamente.

Aos meus familiares que em muito contribuíram para a minha formação, não só acadêmica, mas como pessoa, me mostrando os verdadeiros caminhos a seguir em busca da honestidade.

A minha querida orientadora Roberta de Oliveira, agradeço pela imensa paciência que teve comigo, pelos ensinamentos científicos com você adquiridos e por aceitar fazer parte da minha história acadêmica.

Aos meus amigos que formei nesta instituição. Amigos que levarei para o resto da vida, amigos que foram verdadeiros degraus, que juntos fomos cúmplices, amigos, enfim irmãos.

Obrigada a Todos!

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”  
(Cora Coralina)

## RESUMO

O meio ambiente ao longo dos últimos anos sofre grandes modificações, e enfrenta muitos problemas com a poluição em diversos aspectos tais como a degradação, pois é um processo irreversível e que altera a estrutura de um material, mudando as suas propriedades e fragmentando-o tornando um dos principais problemas enfrentados pelos ambientalistas. Com o grande crescimento da população nos grandes centros, e com o consumo de bens industrializados em alta, os processos naturais não são capazes sozinhos de resolver o problema do descarte indevido de materiais como os polímeros, mais conhecidos como plásticos. Sabe-se da importância das sacolas plásticas no nosso dia a dia, além de terem baixo custo, elas são versáteis, práticas e duráveis, e justamente essa durabilidade é o principal problema do uso dessas sacolas. Os polímeros mais importantes atualmente, do ponto de vista prático e econômico, são os sintéticos que são obtidos através da reação de polimerização, onde um monômero é transformado em um Polímero. A variação no custo do petróleo e os problemas ambientais ampliaram as linhas de pesquisa sobre a utilização de materiais biodegradáveis, ou seja, que podem ser decompostos pelos micro-organismos usuais no meio ambiente e que sejam capazes de substituir os tradicionais plásticos fabricados à base de petróleo. Os Biopolímeros ao se degradarem não agredem o meio ambiente devido a sua matéria-prima principal ser uma fonte de carbono renovável, como por exemplo a cana-de-açúcar, milho, batata, trigo e beterraba e o Amido. Este trabalho irá explanar as vantagens do uso destes biopolímeros e avaliar o nível de conhecimentos de estudantes do ensino médio sobre biodegradabilidade, meio ambiente e biopolímeros.

**Palavras-chave:** Meio ambiente, degradação, biopolímeros, plásticos.

## **ABSTRACT**

The environment over the last few years undergoes major modifications, and faces many problems with pollution in several aspects such as degradation, since it is an irreversible process and that changes the structure of a material, changing its properties and breaking it up. One of the main problems faced by environmentalists. With the great population growth in large centers and with the consumption of industrialized goods on the rise, natural processes are not alone able to solve the problem of undue dumping of materials such as polymers, better known as plastics. We know the importance of plastic bags in our day to day, besides being low cost, they are versatile, practical and durable, and precisely this durability is the main problem of the use of these bags. The most important polymers today, from the practical and economical point of view, are the synthetic ones that are obtained through the polymerization reaction, where a monomer is transformed into a Polymer. The variation in the cost of oil and the environmental problems have broadened the lines of research on the use of biodegradable materials, that is, that can be decomposed by the usual microorganisms in the environment and that are able to replace the traditional plastics manufactured with oil. Biopolymers when degraded do not harm the environment because their main raw material is a source of renewable carbon, such as sugarcane, corn, potatoes, wheat and beet, and Starch. This work will explain the advantages of using these biopolymers and evaluate the level of knowledge of high school students about biodegradability, environment and biopolymers.

Keywords: Environment, degradation, biopolymers, plastics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Formação do Polímero Sintético .....	12
Figura 2 - Distribuição das aplicações do plástico .....	14
Figura 3 - Henderson, a ilha mais poluída do mundo.....	16
Figura 4 - Degradação do plástico biodegradável.....	18
Figura 5 - Ciclo de vida ideal dos biopolímeros provenientes de fontes renováveis.....	19
Figura 6 - Processo de degradação de uma sacola Biodegradável .....	23
Figura 7 - Conhecimento sobre polímeros e sua origem. ....	26
Figura 8 - Consciência dos impactos causados pelo descarte dos polímeros. ....	26
Figura 9 - Existência de polímeros feitos de produtos naturais.....	27
Figura 10 - Conhecimento sobre o uso de sacolas plásticas e embalagens que podem ser feitas de alimentos naturais. ....	27
Figura 11 -Significado de Biodegradabilidade e o conhecimento de algum produto biodegradável.....	28
Figura 12 -Biopolímeros e seus benefícios para o meio ambiente. ....	28

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1	OBJETIVOS .....	11
1.1.1	Objetivo Geral.....	11
1.1.2	Objetivos Específicos .....	11
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>12</b>
2.1	POLÍMEROS .....	12
2.1.1	Formação e características dos Polímeros .....	13
2.2	PROBLEMÁTICA AMBIENTAL .....	15
2.3	BIOPOLÍMEROS .....	17
2.3.1	Obtenção dos Biopolímeros.....	19
2.3.2	Vantagens e Desvantagens da utilização de Biopolímeros.....	20
2.3.3	Classificação dos Biopolímeros .....	21
2.4	SACOLAS PLÁSTICAS BIODEGRADÁVEIS .....	22
2.4.1	Vantagens das sacolas ecologicamente corretas .....	23
2.5	TIPOS DE PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS .....	23
2.6	A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA SALA DE AULA.....	24
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>29</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>30</b>
	ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

A palavra polímero origina-se do grego poli (muitos) e mero (unidade de repetição). Assim, um polímero é uma macromolécula composta por muitas (dezenas de milhares) de unidades de repetição denominadas meros, ligados por ligação covalente. A matéria-prima para a produção de um polímero é o monômero, isto é, uma molécula com uma (mono) unidade de repetição (CANEVAROLO, 2002).

Hoje em dia, pode-se dizer que vivemos na chamada era dos polímeros, uma vez que fica difícil imaginarmos a vida sem os fantásticos plásticos, borrachas e fibras que nos proporciona conforto.

O aumento significativo da população nos grandes centros, também traz consigo um maior consumo de produtos industrializados, dentre esses produtos, os plásticos como sacolas de supermercado e embalagens estão sendo um dos principais problemas enfrentados pelo meio ambiente.

O descarte destes materiais poliméricos evidencia uma grande preocupação com a natureza, já que esses materiais sintéticos (derivados do petróleo) são inerentemente muito resistentes aos ataques da natureza (PRADELLA, 2006).

O mundo hoje produz 20 vezes mais plástico do que há 50 anos atrás, e consome 1 milhão de sacos plásticos por minuto, isso significa quase 1,5 bilhão por dia e mais de 500 bilhões por ano (CEMPRE, 2011).

Outro fator bastante importante para a não utilização de materiais derivados do petróleo são as limitações crescentes de disponibilidade e as altas sucessivas do preço do mesmo. Esses fatores tem impulsionados novas pesquisas no desenvolvimento de biopolímeros provenientes de recursos renováveis.

Por serem biodegradáveis os biopolímeros são bem vistos por ambientalistas, já que comparados com os polímeros tradicionais, são oriundos de uma fonte de carbono renovável (cana-de-açúcar, milho, batata, trigo e beterraba; ou um óleo vegetal extraído de soja, girassol, palma e até mesmo o amido).

Os polímeros biodegradáveis levam pouquíssimo tempo para se decompor completamente na natureza se comparados com polímeros convencionais. O produto dessa decomposição vem da sua mineralização, gerando compostos simples que são redistribuídos por ciclos elementares como do carbono, nitrogênio e enxofre. Apesar dessas vantagens quanto à preservação do meio ambiente, os polímeros biodegradáveis têm aplicações mais limitadas que os outros polímeros e

com custo mais elevado, muitas vezes chegando a ser 18 vezes mais caros que os plásticos convencionais.

O principal representante desse grupo é o poli(hidroxibutirato) – PHB. Outros exemplos são a celulose, o álcool polivinílico, o poli(ácido lático), poli( $\epsilon$ -caprolactona) e poli( $\beta$ -hidroxibutirato-co-valerato) (FRANCHETTI; MARCONATO, 2006; FECHINE, 2010).

A educação Ambiental tem um significado de Educação para o desenvolvimento sustentável ou de Educação para a sustentabilidade, tornando-se imprescindível a inserção de projetos de Educação ambiental que busquem a formação de uma sociedade consciente em face de um desenvolvimento sustentável imprescindível a inserção de projetos de Educação ambiental que busquem a formação de uma sociedade consciente em face de um desenvolvimento sustentável (PESTANA, 2010).

Preocupados com a problemática presente em nosso meio ambiente, este trabalho aborda o conhecimento de alguns alunos do Ensino Médio sobre a importância da conscientização da utilização de materiais que causam menor impacto a natureza.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Investigar como os alunos do ensino médio compreendem a importância do uso dos Biopolímeros para a natureza, como são produzidos, onde e como podem ser aplicados.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- ❖ Analisar através de questionário, o grau de conhecimento dos estudantes do Ensino Médio sobre os benefícios do uso dos biopolímeros;
- ❖ Relatar os problemas enfrentados pelo meio ambiente com a utilização dos polímeros sintéticos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 POLÍMEROS

Os Egípcios e os Romanos foram os primeiros a terem contato com materiais resinosos e graxas extraídas e até refinadas. Eles usaram esses materiais para carimbar, colar documentos e vedar vasilhames. No século XVI foram os Espanhóis e Portugueses que tiveram contato com o produto extraído da seringueira. Esse extrato que era originado da coagulação e sacagem do látex se apresentava com alta elasticidade e flexibilidade que até o momento não havia sido visto. A esse extrato foi dado o nome de borracha logo após identificarem a sua capacidade de apagar os riscos feito por um lápis.

Em meados de 1846 Christian Schönbien, químico alemão, tratou o algodão com ácido nítrico, dando origem a uma nitrocelulose ou algodão-pólvora, com isso o primeiro polímero semissintético havia acabado de ser fabricado. Em 1862, o inglês Alexander Parker dominou completamente essa técnica, patenteando a nitrocelulose (ainda é comum a cera Parquetina, nome derivado de Parker). Em 1897, Krishe e Spittler, na Alemanha, conseguiram um produto endurecido por meio da reação de formaldeído e caseína, uma proteína constituinte do leite desnatado (CANEVALORO, 2002).

No início do século XX foi comprovado que alguns materiais até então produzidos pela química incipiente eram considerados como Coloides e constituíam de fato moléculas gigantescas que assim poderiam resultar no encadeamento de centenas de átomos de carbonos. Quando essas estruturas químicas apresentam suas unidades estruturais regularmente repetidas a essas moléculas é dado o nome de macromoléculas.

Os memoráveis trabalhos de Staudinger, considerado pai dos polímeros, corroborados pelas investigações de outros pesquisadores, como Mark e Marvel, comprovaram que a natureza dessas macromoléculas era semelhante à das moléculas pequenas, já conhecidas, e possibilitaram o desenvolvimento dos materiais poliméricos de modo muito acentuado (MANO, 2000).

O primeiro polímero sintético foi produzido por Leo Baekeland em 1912, obtido pela reação entre fenol e formaldeído. Essa reação produzia um produto

sólido (resina fenólica), hoje conhecido por baquelite, termo derivado do nome de seu inventor (CANEVAROLO, 2002).

Conforme definição do SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial em uma publicação de (2003), “o plástico é uma mistura complexa de moléculas de carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos) associados à pequenas quantidades de nitrogênio, enxofre e oxigênio. A resina sintética é o aperfeiçoamento de uma resina natural não encontrada na natureza”. Os plásticos são materiais amolecíveis por calor, pois ao se encontrarem em estado plástico, trazem facilidades para serem moldados.

Polímero é qualquer material orgânico ou inorgânico, sintético ou natural, que tenha um alto peso molecular e com variedades estruturais repetitivas, sendo que normalmente esta unidade que se repete é de baixo peso molecular (MANRICH, 2005).

### 2.1.1 Formação e características dos polímeros

Os polímeros mais importantes atualmente, do ponto de vista prático e econômico, são os sintéticos. No entanto, diferentemente dos polímeros naturais, eles não são encontrados prontos para que possamos adaptá-los para o nosso uso. Eles devem, como o próprio nome diz, serem sintetizados. O processo que transforma quimicamente o monômero em polímero é chamado de polimerização (Figura 1).

Figura 1 - Formação do Polímero Sintético.



Fonte: Salvador, 2000.

Polímeros têm como principal característica a capacidade de substituírem metais, cerâmicas e materiais naturais em diversas aplicações domésticas. Eles são

constituídos por macromoléculas compostas por unidades de repetição (monômeros), ligados entre si predominantemente por ligações covalente que conferem ao material características como a de isolamento elétrico. Podemos imaginar o polímero como um novelo de lã com vários fios individuais, retirar um único fio deste novelo é muito difícil, bastante similar é o polímero onde as macromoléculas “seguram-se” firmemente entre si. Como as moléculas são compostas de vários elementos individuais, chamadas de monômeros (mono = um, meros = partes), a junção de muitos “meros” recebe o nome de polímeros (muitas partes) (IANINO, 2016).

Os primeiros materiais utilizados como elementos estruturais, de proteção e na fabricação de instrumentos foram encontrados “prontos” na natureza, como pedras, madeiras, folhas de árvores etc. Foi através da observação de processos naturais que os seres humanos se inspiraram e, com algumas modificações, transformaram os materiais existentes, dando origem a materiais artificiais como cerâmica, vidro, papel, borracha, concreto entre outros (PIATTI, 2005).

O que vai determinar a utilização ou não de um material são as suas propriedades, mas existe algo que é bastante examinado quando se vai ou não utilizar determinado material; a relação custo/benefício, a estética, a eficiência, e a durabilidade desse material. Um dos aspectos decisivos, responsáveis pela grande disseminação no uso do plástico, é o econômico, pois é possível confeccionar os mais diferentes artigos e objetos de plástico com custo reduzido, portanto mais acessíveis à população (PIATTI, 2005). A Figura 2, ilustra a distribuição das aplicações dos plásticos.

Figura 2 – Distribuição das aplicações do plástico



Fonte: Gorni, 2017.

## 2.2 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

O nosso planeta está ameaçado por diversas alterações ambientais, conhecidas como impactos ambientais.

Conforme Adas (2002) o crescimento da geração de resíduos e a alteração das suas características se devem a combinação do aumento populacional aliado ao avanço industrial, a mudança nos hábitos de consumo da população bem como a melhoria na qualidade de vida. O autor afirma que a produção de resíduos está relacionada com classe social, pois quanto maior a renda do consumidor maior será a quantidade de lixo gerada por essa pessoa. Isto ocasiona um sério problema ambiental, pois as pessoas consomem visando o seu bem estar sem se preocupar com o destino do seu resíduo. Portanto, o modo de produção do lixo, a sua composição, a quantidade de reaproveitamento e o destino final indicam o desenvolvimento e a cultura de uma sociedade.

Quando nos referimos a danos causados por resíduos urbanos, os polímeros sintéticos e também os naturais modificados que são utilizados em diversas embalagens são considerados uns dos grandes vilões da poluição ambiental. Segundo (MANO, PACHECO e BONELLI, 2005) “o gerenciamento da destinação dos resíduos urbanos é um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento para a disposição do lixo de forma ambientalmente segura”.

É sabido que plásticos e borrachas causam grandes problemas ambientais, por isto, devemos sempre atentar ao seu ciclo de vida, isto é, o conjunto das etapas que fazem a sua história, desde que a sua matéria-prima, que é extraída da Terra, o petróleo, até a sua transformação, reciclagem e o mais importante o seu descarte ou destruição por queima e/ou degradação no ambiente, transformando-se de novo em substâncias simples como o gás carbônico, água, carvão entre outros. Os problemas ocasionados pelo mal descarte de plásticos sintéticos não estão relacionados a sua toxidez, mas sim a sua durabilidade. O plástico apresenta essa característica consequência de sua estabilidade estrutural, que lhes confere resistência aos diversos tipos de degradação (fotodegradação, quimiodegradação, biodegradação). Muitos veem a durabilidade dos plásticos como vantagens, mas por outro lado, pode ser visto como um grande problema ecológico já que são usados na fabricação das embalagens usualmente descartáveis, e após a sua utilização essas embalagens são descartadas no ambiente e vão sendo acumuladas ao longo do tempo

ocasionando uma futura poluição visual. O plástico é atualmente o segundo constituinte mais comum do lixo, após o papel. Na cidade de São Paulo, são produzidos 12.000 ton/dia de lixo, dos quais, cerca de 10% se constitui de material plástico (CANTO; GOMES; BUENO NETO apud ROSA, 2002).

As consequências ambientais para o meio ambiente, inclusive para a fauna marinha (Figura 3) causam grandes preocupações. Como afirma Kara Lavender e outros (2010):

Os plásticos são um importante contaminante dos oceanos no mundo. Sua biodegradação química lenta permite que estes polímeros sintéticos permaneçam no ambiente marinho por décadas ou mais. Os impactos ambientais dos plásticos nos oceanos são enormes e incluem complicações à fauna marinha com a ingestão [destes plásticos] por aves e demais organismos que variam desde plânctons até mamíferos marinhos; dispersão de espécies microbianas para águas de onde não são nativas; transporte de contaminadores orgânicos em vários níveis tróficos.

Figura 3 – Henderson, a ilha mais poluída do mundo



Fonte: Greenme, 2017.

Piva e Wiebeck (2004) destacam que atualmente, a geração de resíduos sólidos pela indústria de plástico apresenta três aspectos que devem ser considerados:

a) *seu volume crescente*, em função do crescimento populacional, urbanização e introdução da cultura de produtos descartáveis;

b) *complexidade do resíduo*, devido ao desenvolvimento de novos materiais introduzidos no mercado, resultando em resíduos sintéticos nem sempre biodegradáveis ou assimiláveis pelo meio ambiente e que, muitas vezes, necessitam de tratamento prévio até seu descarte final;

c) *poluição visual* ou “lixo visual”, causado pelo crescente volume de resíduos plásticos e a consequente desvalorização da área onde os mesmos são depositados.

Segundo Mano, Pacheco e Bonelli, (2005), “o problema do descarte do lixo está diretamente relacionado ao aumento crescente de sua produção e a falta de locais adequados para a sua disposição”.

Algumas soluções já foram apresentadas, a própria reciclagem, é tida como grande minimizador dessa poluição, mas mesmo reciclando o plástico, ele continua sendo um poluidor em potencial e continuará levando séculos e séculos para se decompor totalmente. A minimização de resíduos pode ser uma das saídas para o problema do descarte inadequado.

A problemática do descarte inadequado dos resíduos plásticos no lixo urbano, apresenta sérios riscos. Alguns desses materiais que são depositados no meio ambiente levam cerca de anos para se decomporem, e isto é o que vem preocupando ambientalistas em todo o mundo, depois de vários estudos a solução encontrada para se buscar uma melhor qualidade de vida em nosso planeta foi a utilização de polímeros Biodegradáveis, que podem ser Naturais, sintéticos, microbianos , Bioplásticos Biodegradáveis, Poliolefinas e Biopolímeros.

### 2.3 BIOPOLÍMEROS

Existem hoje diversos estudos com polímeros naturais, procurando avaliar de que forma eles podem ajudar a termos uma melhor qualidade de vida, poluindo menos e tendo um custo mais satisfatório para executar essas atividades.

Os biopolímeros são materiais poliméricos classificados estruturalmente como polissacarídeos, poliésteres ou poliamidas. A matéria-prima principal para sua manufatura é uma fonte de carbono renovável, geralmente um carboidrato derivado de plantas comerciais de larga escala como cana-de-açúcar, milho, batata, trigo e beterraba; ou um óleo vegetal extraído de soja, girassol, palma ou outra planta oleaginosa (PRADELLA, 2006).

Os plásticos biodegradáveis, ao contrário dos sintéticos, apresentam substâncias biodegradáveis onde os micro-organismos presentes no meio ambiente são capazes de convertê-las em substâncias mais simples, existentes naturalmente em nosso meio assim sofrem biodegradação com relativa facilidade, se integrando totalmente à natureza, como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Degradação do plástico biodegradável.



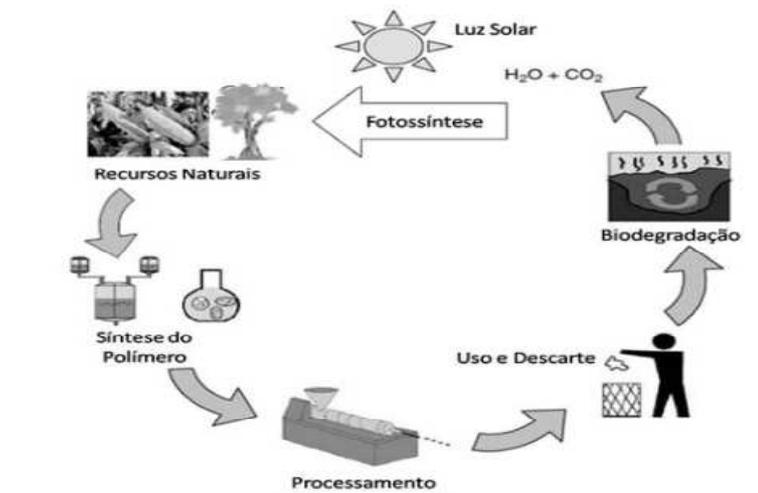
Fonte: Oliveira, 2010.

Dentre os polímeros biodegradáveis, os que têm atraído mais atenção são os obtidos a partir de fontes renováveis, devido ao menor impacto ambiental causado com relação a sua origem, o balanço positivo de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) após compostagem, e a possibilidade de formação de um ciclo de vida fechado, como ilustrado na Figura 5 (RAY; BOUSMINA, 2005).

Todos os materiais plásticos são degradáveis, mas o que muda são os mecanismos de degradação. A maior parte dos plásticos se degradará por meio de fragmentação das cadeias de polímeros quando expostas à luz ultravioleta (PLASTIVIDA, 2012).

Segundo Mangabeira (2011), uma substância só é considerada biodegradável se os microrganismos presentes no meio ambiente forem capazes de convertê-la em substâncias mais simples, existentes naturalmente em nosso meio. Para que um plástico seja considerado biodegradável, ele precisa se degradar dentro de um período de tempo que não pode exceder a 180 dias, de acordo com as normas internacionais, que regem o ciclo de vida dos materiais.

Figura 5 - Ciclo de vida ideal dos Biopolímeros provenientes de fontes renováveis.



Fonte: Adaptado de Mohanty et al., 2005.

### 2.3.1 Obtenção dos Biopolímeros

O processo de produção dos polímeros de natureza biológica pode ser descrito como de fermentação no estado sólido empregando microrganismos; estes polímeros são materiais biodegradáveis, com propriedades mecânicas e físico-químicas semelhantes às de diferentes plásticos de origem petroquímica e sua produção pode ser feita utilizando-se rejeitos agroindustriais de baixo custo como matéria-prima; a obtenção desses biopolímeros pode ser feita através de processamento direto dos sólidos fermentados contendo a biomassa microbiana ou a partir de extração com solventes dos biopolímeros contidos na biomassa (FORNARI, 2009).

Criar produtos capazes de substituir os tradicionais plásticos fabricados à base de petróleo é o desafio de vários pesquisadores, que estão trabalhando em seus laboratórios para obter material semelhante, tendo como matriz de transformação os biopolímeros, que são encontrados em seres vivos, como plantas e microrganismos.

Neste processo ganha destaque a utilização do amido/fécula de mandioca como fonte fornecedora de polímero, que são compostos químicos de elevada massa molecular, formado por unidades estruturais menores denominadas de monômeros. O principal membro de sua família é o plástico. Mas, também fazem

parte da constituição do corpo humano, integrando a composição do código genético: o DNA.

Os filmes de amido podem ser usados como embalagens ou proteção de alimentos, e ainda na forma de sacos para doses únicas de detergentes, utilizados na lavagem de roupas, sendo colocados diretamente na máquina de lavar, sumindo com o processo de lavagem, que libera o produto.

Biopolímeros são uma das principais alternativas aos materiais plásticos derivados do petróleo. Com esse material, a indústria já produz sacolas, sacos para acondicionar alimentos e/ou lixo cuja textura se assemelha às luvas cirúrgicas e até produtos com mais rigidez, como pratos, copos e talheres. Enquanto o plástico derivado de petróleo leva, em média, 40 anos para se decompor, os biopolímeros demoram no máximo 180 dias. Os materiais são biodegradáveis se decompõem, mas os 100% orgânicos têm a vantagem de serem compostáveis, e se transformam em adubo, como ilustrado na Figura 5. Isso porque, assim como outros materiais orgânicos, são 'reconhecidos' pelas bactérias que ajudam na sua decomposição.

### 2.3.2 Vantagens e Desvantagens da utilização de Biopolímeros

Por serem biodegradáveis os biopolímeros são bem vistos por ambientalistas, já que comparados com os polímeros tradicionais, são oriundos de uma fonte de carbono renovável. Mas mesmo apresentando vantagens, a biodegradação natural anaeróbica de muitos biopolímeros pode ser comprometida pelo fato de liberarem o gás metano, gás este de efeito mais intenso que o CO<sub>2</sub> e de maior impacto no efeito estufa. O CO<sub>2</sub> oriundo da biodegradação destes materiais é classificado como renovável e entra no balanço mássico de carbono no meio ambiente, já o gás metano assim como outros gases podem se acumular com maior facilidade. Diferentemente dos plásticos convencionais, os polímeros biodegradáveis quando em contato com o solo ou um composto (processo de compostagem) são mineralizados por meio da ação de microorganismos, como pode ser visto na Figura 6 (REVISTA PLÁSTICO MODERNO, 2010).

A grande vantagem do biopolímeros na indústria é a obtenção de produtos finais biodegradáveis, sendo viável produzir materiais de todos os tipos, a partir da fécula/amido, uma vez que, para a transformação dos biopolímeros em produtos acabados, as indústrias poderão utilizar as mesmas máquinas utilizadas para a

fabricação de plásticos de polietileno, sendo necessárias, apenas, algumas alterações nos processos. “Não se requer grandes investimentos e se tem a vantagem de se ter uma opção para a produção de materiais que não agridem o meio ambiente” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE AMIDO DE MANDIOCA, 2006).

Apesar de todas as vantagens, os biopolímeros possuem algumas limitações técnicas que tornam difícil sua processabilidade e seu uso como produto final. Assim, muitos grupos de pesquisa vêm se dedicando ao estudo da modificação dos biopolímeros para viabilizar o processamento e uso dos mesmos em diversas aplicações (FECHINE, 2010).

E vale salientar também que, economicamente, esta produção apresenta alguns fatores negativos, como a baixa resistência à umidade, o que leva ao aumento do custo desses materiais.

### 2.3.3 Classificação dos Biopolímeros

Os biopolímeros podem ser divididos em três categorias diferentes, com base nos processos produtivos e na origem de suas matérias-primas (CLARINVAL, 2005 apud RHIM et al., 2013).

a) Biopolímeros naturais, extraídos diretamente da natureza, como carboidratos de plantas (amido, celulose, alginato, ágar, etc.) e de origem animal ou vegetal como proteína de soja, glúten de trigo, gelatina, colágeno, etc.

O amido é certamente um dos materiais mais versáteis para uso potencial em polímeros. (BELGACEM; GANDINI, 2008)

Devido à sua alta disponibilidade e baixo custo, cada vez mais o amido é estudado no sentido de ser modificado ou associado a outras substâncias químicas para o melhoramento de sua processabilidade. Além de poder ser processado como termoplástico, pode ser incorporado aos plásticos tradicionais. O material pode ser utilizado na produção de filmes de grande interesse na indústria de embalagens alimentares (ASSIS, 2009).

O amido tem sido aplicado na confecção de espumas (expandidos), filmes, sacolas, itens moldados, produtos termoformados e também em itens de higiene pessoal (CHIOU, HALLEY, 2005; RUDNIK, 2008).

b) Polímeros sintéticos biodegradáveis, produzidos por síntese química. O monômero em si, é produzido por fermentação de carboidratos.

Exemplos: Polilactato (PLA), poli( $\epsilon$ -caprolactonas) (PCL), poli(butileno succinato) (PBS).

c) Biopolímeros produzidos por fermentação microbiana (incluindo microrganismos geneticamente modificados), tais como poli(hidroxialcanoato) (PHA), poli (hidroxibutirato) (PHB).

## 2.4 SACOLAS PLÁSTICAS BIODERADÁVEIS

Sabe-se da importância das sacolas plásticas no nosso dia a dia, além de terem baixo custo, elas são versáteis, práticas e duráveis. Duráveis, pois o polietileno presente na fabricação dessas sacolas convencionais é que dá essa característica, pois leva séculos para degradar-se no meio ambiente, devido em sua composição possuir o petróleo que é considerado uma substância não renovável, o que dificulta a sua degradação.

O problema é que a decomposição de um material plástico exige cerca de 300 a 500 anos para ser realizada. Logo, é o meio ambiente que paga a conta do uso indevido desse produto (PLASTIVIDA, 2011).

Segundo pesquisas da FUNVERDE (2011), quando as sacolas plásticas são descartadas de maneira errada, contribuem para a poluição de rios e lençóis freáticos, e para o aumento de enchentes, devido entupimento de bueiros além da poluição visual.

Em meio a esse problema da durabilidade das sacolas, foram elaboradas sacolas com menor tempo de vida útil quando descartadas ao Meio Ambiente, a essas sacolas foram dadas o nome de Sacolas Biodegradáveis.

As sacolas biodegradáveis são fabricadas com materiais que se decompõem sob condições de luminosidade, umidade e oxigênio específicas, entre eles: resinas de amido (do milho, mandioca ou batata), como o ácido poliláctico (PLA) que são naturais de fontes renováveis; plástico; papel; materiais orgânicos ou policaprolactona (PCL). Essas sacolas, ao entrar em contato com o solo, passam por uma transformação e são degradadas por micro-organismos. (PENSAMENTO VERDE, 2017).

### 2.4.1 Vantagens das sacolas ecologicamente corretas

Pode-se citar algumas vantagens da utilização dessas sacolas (EMPLASMYL, 2017):

- São recicláveis por todos os métodos juntamente com plásticos convencionais antes do início de sua degradação;
- Podem ser fabricados a partir de plásticos reciclados;
- Podem ser reutilizados enquanto não começarem a degradar;
- Podem ser destinados a compostagem após o descarte;
- Devem ser coletados seletivamente junto com os plásticos convencionais;
- São testados, seguros e aprovados para contato com alimentos;
- Não emitem Metano em sua degradação;
- São Degradáveis e são Biodegradáveis após a Degradação;

Figura 6 – Processo de degradação de uma sacola Biodegradável



Fonte: Novakplasticos, 2016.

### 2.5 TIPOS DE PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS

Os plásticos considerados biodegradáveis foram desenvolvidos segundo três tipos principais (PLASTIVIDA, 2011): os tradicionais, os hidro-biodegradáveis e os oxi-biodegradáveis.

Os tradicionais são misturados com uma pequena quantidade de amido. Na presença de água, os produtos feitos a partir desses materiais desintegram em pequenos pedaços da resina, e o amido sofre biodegradação.

O segundo tipo de polímeros que biodegradam no ambiente, são os hidrobiodegradáveis que utilizam, em geral, produtos vegetais como matérias primas.

Essas matérias-primas são quimicamente modificadas em fábricas químicas tradicionais ou em reatores biológicos, não devendo ser confundidas com as misturas de amido do primeiro tipo.

E o terceiro tipo de polímero degradável que está disponível no mercado há alguns anos, utiliza como matérias-primas poliolefinas tradicionais, cadeias entrelaçadas e cruzadas de hidrocarbonetos simples (polietileno, polipropileno, poliestireno), às quais é adicionado um catalisador que acelera a oxidação do polímero, fazendo com que ele se quebre em moléculas menores que, diferentemente do polímero base, são passíveis de ser umedecidos por água, segundo informações do fabricante. Esses fragmentos menores ficam então disponíveis para os microorganismos sob a forma de uma fonte de energia ou alimento. É a esse tipo de produto que se dá o nome de plásticos oxibiodegradáveis (OBPs).

## 2.6 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA SALA DE AULA

Todos sabem da grande importância da preservação ambiental, embora muitas pessoas não sejam conscientes desse problema. A falta de conhecimento é, quem sabe, uma das causas de problemas enfrentados pelo nosso meio Ambiente. A Educação Ambiental não é implantada nas escolas, com finalidade de melhorar a formação do cidadão em respeito a este tema.

Não se trata tão somente de ensinar sobre a natureza, mas de educar “para” e “com” a natureza; para compreender e agir corretamente ante os grandes problemas das relações do homem com o ambiente; trata-se de ensinar sobre o papel do ser humano na biosfera para a compreensão das complexas relações entre a sociedade e a natureza e dos processos históricos que condicionam os modelos de desenvolvimento adotados pelos diferentes grupos sociais (MEDINA et al, 1999, p. 25).

Caldart et al (2005, p. 52-53) nos diz que a escola “precisa desenvolver um projeto educativo contextualizado, que trabalhe a produção do conhecimento a partir de questões relevantes para intervenção social nesta realidade”.

### **3 METODOLOGIA**

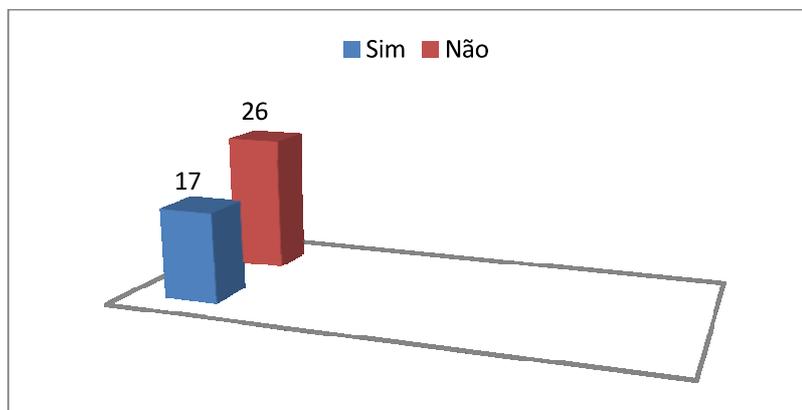
A metodologia aplicada neste trabalho consistiu em estudo exploratório-descritivo através de pesquisa bibliográfica e aplicação de questionários em turmas do 3º ano do ensino médio de uma escola estadual do município de Campina Grande – PB em turno diurno, nas turmas 3º A e 3º C, totalizando uma quantidade de 43 alunos nas duas turmas. Os questionários foram aplicados com intuito de obter o grau de conhecimento dos alunos sobre a utilização de polímeros sintéticos e também sobre a existência de matérias biodegradáveis, como é o caso, por exemplo, de sacolas plásticas, garrafas, copos entre outros, produzidos a partir de produtos naturais. A partir do questionário aplicado foram confeccionados gráficos com a resposta dos alunos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a conclusão do trabalho e para saber os conhecimentos dos alunos nesta área, foi elaborado um questionário sobre Biopolímeros com seis questões e em seguida este foi apresentado aos alunos com finalidade obter resultados para a conclusão do trabalho.

A Figura 7 mostra o conhecimento dos alunos sobre a origem dos polímeros.

Figura 7- Conhecimento sobre polímeros e sua origem.

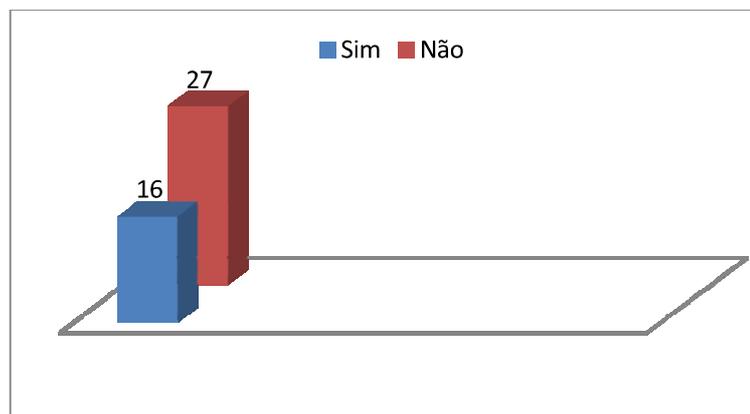


Fonte: própria (2016).

Dos 43 alunos apenas 17 dizem ter conhecimento a respeito de polímeros. No início eles estranharam a utilização do termo polímeros, mas quando se utilizou o termo plástico eles disseram ter conhecimento e utilizam bastante no dia a dia.

Na Figura 8, os alunos informaram se são conscientes de que o descarte de polímeros pode causar diversos impactos.

Figura 8 – Consciência dos impactos causados pelo descarte dos polímeros.

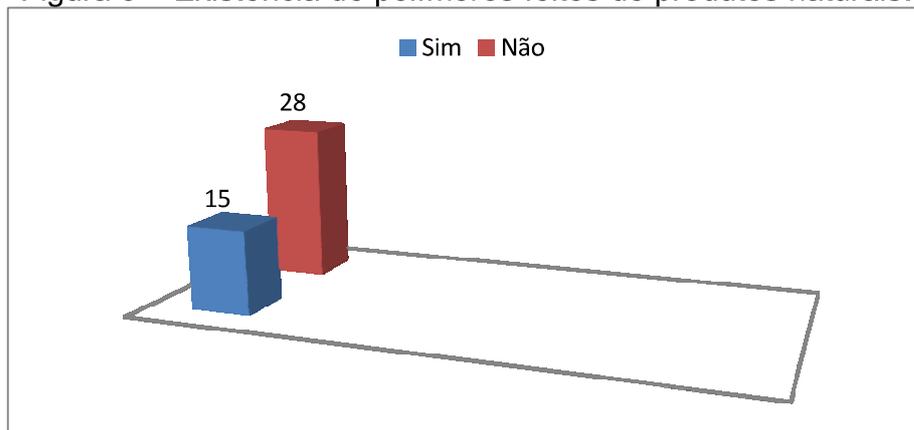


Fonte: própria (2016).

Dos 43 alunos entrevistados, 16 deles disseram ser conscientes dos impactos causados pelo descarte mau feito dos Polímeros, enquanto a maioria, 27 alunos afirmaram não saber os impactos que esses descartes provocam.

A Figura 9, esboça o gráfico sobre o conhecimento dos alunos sobre a existência de produtos naturais.

Figura 9 – Existência de polímeros feitos de produtos naturais.

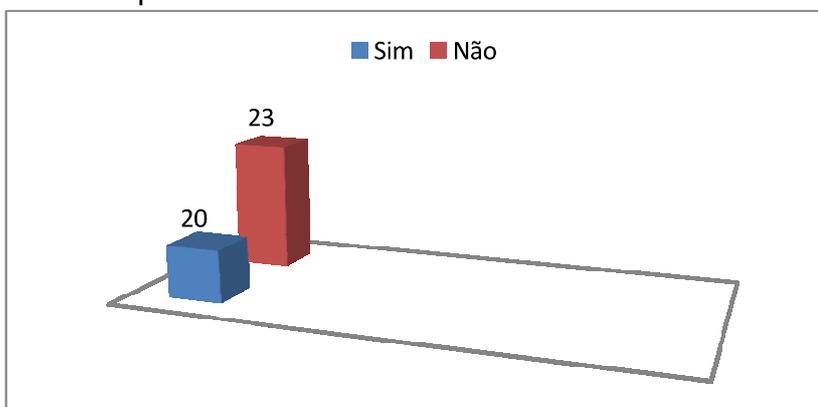


Fonte: própria (2016).

Dos alunos entrevistados, 28 deles não sabiam da existência de polímeros produzidos a partir de produtos naturais, já 15 sabia ou já ouviu falar dessa existência.

Na figura 10 os alunos mostram seus conhecimentos quanto a produção de sacolas plásticas feitas de alimentos naturais.

Figura 10 – Conhecimento sobre o uso de sacolas plásticas e embalagens que podem ser feitas de alimentos naturais.

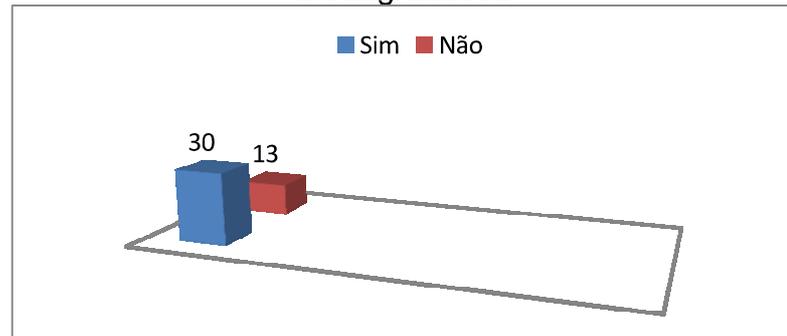


Fonte: própria (2016).

A maioria (23 alunos) sabe da fabricação de embalagens plásticas a partir de alimentos como o milho, outros 20 não tem conhecimento desse processo.

Na Figura 11 eles relatam seus conhecimentos sobre a biodegradabilidade e produtos biodegradáveis.

Figura 11 – Significado de Biodegradabilidade e o conhecimento de algum produto biodegradável.

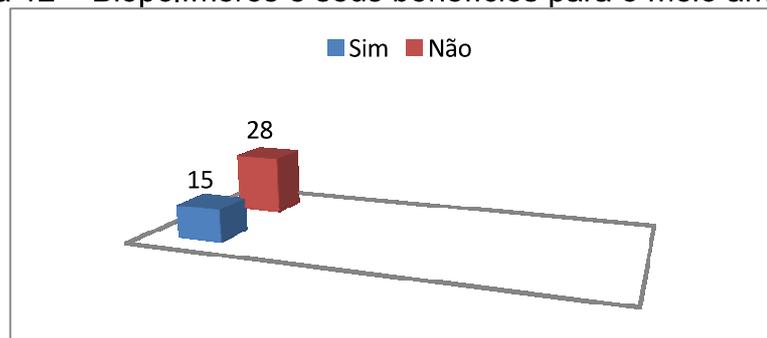


Fonte: própria (2016).

O termo biodegradabilidade foi tão utilizado ultimamente, pelos ambientalistas, professores e também pela mídia, que 30 dos 43 alunos responderam que sabem o significado de biodegradabilidade e que também conhecem algum produto do tipo.

E por fim, na Figura 12, os alunos concluem o questionário informando se conhecem Biopolímeros e os benefícios deste ao meio ambiente.

Figura 12 – Biopolímeros e seus benefícios para o meio ambiente.



Fonte: própria (2016)

Apesar do termo Biodegradabilidade ser bastante conhecido, a maioria dos alunos não tem o conhecimento dos biopolímeros e dos benefícios da utilização destes. 28 não conhecem, 15 conhecem ou já ouviram falar sobre.

## 5 CONCLUSÃO

Existem diversos motivos para se repensar sobre a grande demanda de materiais que são grandes responsáveis por problemas ambientais, os famosos Polímeros.

A utilização de Biopolímeros é uma saída para se tentar diminuir a poluição existente em nosso meio ambiente, a sua rápida degradação é um dos motivos para se implantar a sua utilização, embora saibamos que ainda existem muitas dificuldades relacionadas ao uso destes materiais, como o alto custo e também o não conhecimento da população sobre os benefícios deste tipo de material.

Reduzir, reutilizar e reciclar conhecidos como 3R's, são utilizados como forma de educação e treinamento para a eficácia de um plano de gerenciamento de resíduos, e faz parte do ciclo de uso e descarte de materiais recicláveis (CEMPRE, 2007)

A falta de conhecimento da população é expressa através do questionário que foi aplicado em salas de aula, onde revelou que a maioria dos alunos desconhece a produção de materiais feitos de biopolímeros, não sabem o que são Polímeros e quais as consequências quando os mesmos são descartados no meio ambiente. Desconhecem também a utilização desses Biopolímeros em sacolas plásticas, por exemplo. Porém a maioria diz saber o significado de Biodegradabilidade e também conhece algum produto desta natureza.

Para se tentar mudar esse tipo de situação é primordial começar pela conscientização da nossa população sobre os prejuízos que esse tipo de material causa ao nosso ambiente, a começar nas escolas, com nossas crianças, pois a partir delas é que construiremos adultos informados e conseqüentemente teremos um ambiente mais favorável, menos poluído e livres de problemas ambientais.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, E. C. **Embalagens alimentícias produzidas em polihidroxido butirato (PHB), como alternativa ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos**. 2009, 96f, Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Produção) – Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE AMIDO DE MANDIOCA. **Biopolímeros**, ano IV, nº 14, Junho/2006. Disponível em: <[www.abam.com.br](http://www.abam.com.br)> Acesso em 09/01/11.

BELGACEM, M. N.; GANDINI, A. The State of the Art. In: Belgacem, M. N.; Gandini, A. **Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources**. Oxford: Elsevier, 2008.

BIOPLÁSTICO SE CONSOLIDA COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA. 23 de outubro de 2007. Disponível em: <[www.terra.com.br](http://www.terra.com.br)>. Acesso em 21/02/11.

BIOPLÁSTICOS, Biomater Materiais e Embalagens Biodegradáveis e Agroecológicas. Disponível em: <[www.biomater.com.br](http://www.biomater.com.br)>. Acesso em 25/07/2016.

BUENO, R. L. C. **Estudo da biodegradação e do potencial de utilização de polilactato (PLA) como embalagem para alimento fermentado**. 2010, 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010.

CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião V. **Ciência dos Polímeros: Um texto Básico para tecnólogos e Engenheiros**. São Paulo: Artliber, 2002.

CALDART, Roseli Salete. **Por uma educação do campo: traços de uma identidade em construção**. In. ARROYO, Miguel Gonzalez; CALDART, Roseli Salete; MOLINA, Mônica Castagna, (orgs.). **Por uma educação do campo**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005, p. 146-158.

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. **Biodegradação: Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos**. Química nova na escola. China: 43ª Assembléia Geral da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), 2005, p. 17-19.

CEMPRE. **Compromisso empresarial para a reciclagem**. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em: 12 jul. 2011.

CEMPRE. **Pesquisa Ciclossoft 2006, 2007**. São Paulo: Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Disponível em: <[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)>. Acesso: 10/02/2015.

CHANDRA, R.; RUSTGI, R. Biodegradable Polymer. **Prog. Polym. Sci.**, London, v. 23, p. 1273-1279, 1998.

CHIOU, B. S.; GLENN, G. M.; IMAM, S. H.; INGLESBY, M. K.; WOOD, D. F.; ORTS W. J. Starch Polymers: Chemistry, Engineering, and Novel Products. In: Mohanty, A. K.; Misra, M.; Drzal, L. T. **Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005.

CORDEBELLO, F. S. **Polímeros do Futuro**: Tendências e Oportunidades. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Carlos, v. 12, n. 4, p. E16-E20, 2002. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/>. Acesso em 24/02/11.

ESTUDO DE MERCADO – BIOPLÁSTICOS. Embaixada do Brasil em Tóquio – Setor de promoção comercial. Tóquio: 2007. Disponível em: <<http://www.brasemb.or.jp/portugues/economy/pdf/Bioplasticos07.pdf>>. Acesso em: 02/10/2009.

ESTUDOS SETORIAIS DE INOVAÇÃO: Transformados Plásticos. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Brasília: Fev. 2009.

FECHINE, G. J. M. A Era dos Polímeros Biodegradáveis. **Plástico Moderno**. n. 423, 2010.

FISCHER, H. R.; DE VLIÉGER, J. J. Starch-Based Nanocomposites Using Layered Minerals. In: Yu, L. **Biodegradable Polymer Blends and Composites from Renewable Resources**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2009.

FORNARI, A. **Tendência de Mercado**. ASSERJ – Associação do Supermercados do Rio de Janeiro. Disponível em: <[www.folhauniversalonline.org.br](http://www.folhauniversalonline.org.br)>. Acesso em 24/04/11.

FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros biodegradáveis: uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 811-816, 2006.

FUNVERDE. **Diferença entre plástico convencional, oxi-biodegradável e hidrobiodegradável (popularmente conhecido como biodegradável)**. Disponível em: Acesso em: 02 jun. 2011.

FUNVERDE. **Porque plástico oxi-biodegradável**. Disponível em: Acesso em: 25 maio. 2012.

HALLEY, P. F. Thermoplastic starch biodegradable polymers. In: Smith, R. **Biodegradable Polymers for Industrial Application**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2005.

IANINO, Alexandre. **Polímeros**. Disponível em: <<https://abcdopolimero.wordpress.com/tag/ianino/>>. Acesso em 07/06/2016.

\_\_\_\_\_. **Ilhas Henderson, um Paraíso perdido, inundado por plástico**. Disponível em: <https://www.greenme.com.br/informar-se/ambiente/5402-ilha-henderson-plastico-poluicao> Acesso em: 28 Jun. 2017.

KLOSS, J. et al. Correlação entre propriedades mecânicas e parâmetros estruturais de poliuretanos à base de poli(-caprolactona). **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 1, 2005.

KLOSS, J. et al. **Introdução aos plásticos**. Disponível em: <<http://www.gorni.eng.br/intropol.html>> Acesso em: 10 de Jul. 2017.

LAVENDER, K.; NORET-FERGUSON, S.; MAXIMENKO, N. A.; PROSKUROWSKI, G.; PEACOCK, E. E., HAFNER, J.; REDDY, C. M. Plastic Accumulation in the North Atlant Subtropical Gyre. **Revista Science**; Setembro de 2010.

LIM, L. T.; AURAS, R.; RUBINO, M. Processing technologies for poly (lactic acid). **Progress in Polymer Science**. V.33, n.8, 2008.

LIU, H.; SONG, W.; CHEN, F.; GUO, L.; ZHANG, J. Interaction of microstructure and interfacial adhesion on impact performance of polylactide (PLA) ternary blends. **Macromolecules**, v.44, n.6, 2011.

LOPES, L.; ANDRADE, C. T.; Polímeros de origem microbiana: polissacarídeos bacterianos. **Revista de Química Industrial**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 703, p. 19, 1995.

MANO, E. B., PACHECO, E. B.; BONELLI, C. M. C. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

MANO, Eloísa Biasotto. **Polímeros como materiais de engenharia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

MANRICH, Silvio. **Processamento de termoplásticos**: rosca única, extrusão e matrizes, injeção e moldes. São Paulo: Artliber Editora, 2005.

MEDINA, Naná Mininni; SANTOS, Elizabeth da Conceição. **Educação ambiental: uma metodologia participativa de formação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999.

\_\_\_\_\_. **Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://meioambiente.culturamix.com>> Acesso em: 21 Jun. 2017.

MOHANTY, A. K.; MISRA, M.; DRZAL, L. T.; SELKE, S. E.; HARTE, B. R.; HINRICHSEN, G. Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites: An Introduction. In: Mohanty, A. K.; Misra, M.; Drzal, L. T. **Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005.

NOVAKPLÁSTICOS - Oxi-Biodegradável. Disponível em: <[http://www.novakplasticos.com.br/inovak\\_oxi.html](http://www.novakplasticos.com.br/inovak_oxi.html)>. Acesso em: 04 de Agosto de 2016.

OLIVEIRA, C. I. **Plástico biodegradável**. 2010. Disponível em: <<http://profcarlaquimica.blogspot.com.br/2010/09/plastico-biodegradavel-o-lixo-urbano-e.html>>. Acesso em: 26 de abril de 2014.

\_\_\_\_\_. **Plástico Biodegradável**. Disponível em: <<http://plasticobiodegradavel2c.blogspot.com.br>> Acesso em: 21 Jun. 2017.

PENSAMENTO VERDE - **As vantagens da utilização de sacolas biodegradáveis**. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/dicas/vantagens-utilizacao-sacolas-biodegradaveis/>> Acesso em Ago. 2017.

PESTANA, A. P. da S. Educação Ambiental e a Escol, uma ferramenta na gestão de resíduos sólidos humanos. Curso Online “Gestão de resíduos Urbanos” do CENED.

**Revista Educação Ambiental em Ação.** Nº 21 – 022/09/2007. Disponível em <<http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=506& class=20>> Acesso em: 21 Jul. 2014.

PIATTI, T. M. **Plásticos:** características, usos, produção e impactos ambientais. Maceió: EDUFAL, 2005.

PIVA, A. M.; WIEBECK, H. **Reciclagem do plástico:** como fazer da reciclagem um negócio lucrativo. São Paulo: Artiliber Editora, 2004.

PLASTIVIDA – Disponível em: <<http://www.plastivida.org.br/2009/Default.aspx>>. Acesso em: 22 Nov.2011.

PRADELLA, J. G. C. **Biopolímeros e intermediários químico.** Centro de tecnologia de processos e produtos. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. CGEE. Relatório técnico, nº 84 396-205, 2006.

RAY, S. S.; BOUSMINA, M. Biodegradable polymers and their layered silicate nanocomposites: In greening the 21st century materials world. **Progress in Materials Science**, v. 50, n. 8, 2005.

REVISTA PLÁSTICO MODERNO. **A Era dos Polímeros Biodegradáveis.** Edição nº423 - Janeiro de 2010.

RHIM, J. W.; PARK, H. M.; HA, C. S. Bio-nanocomposites for food packaging applications. **Progress in Polymer Science**, vol. 38, p. 1629– 1652, 2013.

ROSA, Derval S. et al. Avaliação da Biodegradação de Poli- $\beta$ - (Hidroxibutirato), Poli- $\beta$ -(Hidroxibutirato-co-valerato) e Poli- $\epsilon$ -(caprolactona) em Solo Compostado. **Polímeros: Ciência e Tecnologia.** São Carlos: ABpol, vol. 12, nº 4, p. 311-317, Out. 2002.

RUDNIK, E. Compostable Polymer Materials. Oxford: Elsevier, 2008.

SACOLAS ECOLOGICAMENTE CORRETAS. Disponível em <<http://www.emplasmyl.com.br/sacolas-ecologicamente-corretas/>>. Acesso em: 11 Jul. 2017.

SALVADOR, U. **Química Orgânica.** 3. São Paulo: Editora Saraiva, 2000.

SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial em uma publicação de (2003). Disponível em: <[http://www.himaco.com.br/monta.asp?link=empresa &qual=3](http://www.himaco.com.br/monta.asp?link=empresa&qual=3)> Acesso em: 04 Jun. 2016.

SERAFIM, L. S.; LEMOS, P. C.; REIS, M. A. M. **Produção de Bioplásticos por Culturas Microbianas Mistas.**

SIMEP (Paraná)

WAN, E.; GALEMBECK, E.; GALEMBECK, F. Polímeros Sintéticos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 2, p. 5, 2001.

WILLIAMS, D. F. **Dictionary of biomaterials.** Liverpool: liverpool university press p.42, 1999.

ZHANG, J. F.; SUN, X. Poly (lactic acid)-based bioplastics. In: Smith, R. **Biodegradable Polymers for Industrial Application.** Cambridge: Woodhead Publishing, 2005.

## ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO

**BIOPOLÍMEROS**

VOCÊ SABE O QUE SÃO POLÍMEROS E CONHECE A SUA ORIGEM ?

- ( ) Sim  
( ) Não

VOCÊ É CONSCIENTE DOS IMPACTOS CAUSADOS PELO DESCARTE MAU FEITO DESSES POLÍMEROS?

- ( ) Sim  
( ) Não

SABE DA EXISTENCIA DE POLÍMEROS FEITOS DE PRODUTOS NATURAIS (À BASE DE AMIDO OU CELULOSE, POR EXEMPLO)?

- ( ) Sim  
( ) Não

VOCÊ SABE QUE SACOLAS PLÁSTICAS EMBALAGENS PODEM SER FEITAS DE ALIMENTOS NATURAIS, COMO O MILHO?

- ( ) Sim  
( ) Não

VOCÊ SABE O QUE SIGNIFICA BIODEGRADABILIDADE E CONHECE ALGUM PRODUTO QUE SEJA BIODEGRADÁVEL?

- ( ) Sim  
( ) Não

JÁ OUVIU FALAR EM BIOPOLÍMEROS E SEUS BENEFÍCIOS PARA O MEIO AMBIENTE?

- ( ) Sim  
( ) Não