



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Gisele Alves Medeiros**

**SANDÁLIAS DE BORRACHA: UMA PROPOSTA DE  
TRABALHO TEMÁTICA PARA O CONTEÚDO DE  
POLÍMEROS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Brasília – DF**

**2.º/2011**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Gisele Alves Medeiros**

**SANDÁLIAS DE BORRACHA: UMA PROPOSTA DE  
TRABALHO TEMÁTICA PARA O CONTEÚDO DE  
POLÍMEROS**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

**Orientador: Patrícia Fernandes Lootens Machado**

**2.º/2011**

## ***DEDICATÓRIA***

Dedico este trabalho de conclusão de curso aos meus pais Maria Valdena e José Alves. E aos meus irmãos Jefersson e Ricardo. Pelo apoio e incentivo que sempre me deram.

## *AGRADECIMENTOS*

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por me permitir acordar todos os dias e desfrutar das maravilhas criadas por Ele sentindo sua presença e amor em cada momento, em cada gesto. Agradeço pela minha família e pelos meus amigos, a família que Ele me permitiu escolher.

Agradeço a minha mãe e ao meu pai pelo amor, carinho e incentivo. Se não fosse o esforço deles em buscar um ensino de qualidade para minha formação eu não teria chegado onde estou hoje. Agradeço aos meus irmãos pelo companheirismo e ajuda, sempre pude contar com eles.

Agradeço aos meus amigos de semestre que tornaram essa jornada tão divertida quando ela poderia ser: Juliete, Kênia, Mayra, Evelyn, Paula, Tamires, Caroline, Thyago, José Wesley e Sami. Em especial agradeço a Juliete pela amizade, paciência e todas as horas de estudo que partilhamos nesses 4 anos.

Agradeço a todos os amigos de laboratório que tornaram os dias de trabalho no laboratório mais agradáveis e extremamente felizes: Thyago, Raquel, Marcelo, Luciana, Felipe, Aline, Júlia, Rômulo, Victória, Renata, Diego, Pedro, Adrian, Carol, Alberto. Agradeço também ao meu orientador de PIBIC, Brenno, que me deu a oportunidade de conhecer a pesquisa acadêmica e tomar gosto por ela.

Agradeço a professores Patrícia e Bob (Roberto) que foram os primeiros a apostarem em mim na química. Ter trabalhado no Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química (LPEQ) foi fundamental para a minha formação, foi através desse projeto que eu descobri que a Química é a minha paixão. O que eu pude aprender trabalhando com esses dois professores e pesquisadores maravilhosos eu não aprenderia em nenhum outro lugar.

Agradeço a professora Joice com a qual trabalhei no PIBID, pois a experiência ter o contato com os alunos de ensino médio e trabalhar com eles foi encantadora. Agradeço pela contribuição que ela deu ao meu trabalho de conclusão de curso.

Finalmente agradeço a professora Patrícia por ter aceitado prontamente meu pedido de orientação. Pelo carinho e dedicação a mim e ao meu trabalho de conclusão de curso. Agradeço por sempre estar disponível a me atender apesar de tantos compromissos com o curso de Licenciatura em Química.

## *SUMÁRIO*

Introdução .....	6
Revisão Bibliográfica .....	8
Metodologia.....	23
Análise .....	25
Considerações finais .....	34
Referências .....	35
Apêndices .....	37
Anexos.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## **RESUMO**

Os polímeros, desde sua “descoberta”, surgiram como um material revolucionário e altamente versátil devido as suas características de maleabilidade e fácil moldagem, amortecedor de impacto, impermeabilidade, isolante térmico, leveza e baixo custo de produção. Mostraram-se excelentes alternativas a materiais com características diversas, tais como: madeira, vidro, metais, cascos e chifres de animais etc. O estudo das propriedades deste material se deu de maneira a melhorar suas características, aumentando o leque de utilização nos diversos ramos da indústria e na fabricação de objetos e utensílios domésticos. Sendo assim, a popularidade desse material alcançou dimensões tais que, hoje em dia, fica difícil imaginar como seria a vida sem eles. Sendo assim, este trabalho propõe a utilização do tema “*Sandálias de borracha*” para trabalhar o conteúdo “*Polímeros*”. A escolha das sandálias de borracha tem justificativa cultural, visto que este tipo de calçado faz parte da vida dos brasileiros há quase meio século. Este trabalho foi desenvolvido em uma escola de ensino médio da Região Administrativa do Paranoá no Distrito Federal. Foi elaborada uma Unidade de Ensino com a temática “Sandálias de Borracha”, objetivando desenvolver o conteúdo de polímeros. A unidade foi aplicada em uma turma do 3.º ano do nível médio de uma escola pública na Regional do Paranoá no Distrito Federal e possibilitou-nos trabalhar conceitos químicos sob uma abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente.

**Palavras-chaves:** Ensino-aprendizagem, Polímeros, Meio ambiente.

## INTRODUÇÃO

Os seres humanos desde os primórdios buscam constantemente formas de simplificar suas vidas, seja no âmbito dos afazeres domésticos ou “profissionais”. Atrelada a essa busca tem-se o nascimento de uma vida em sociedade, em que a comodidade, a simplificação de afazeres passa pelo desenvolvimento científico e tecnológico.

O desenvolvimento sempre ocorre de modo a suprir os interesses e as necessidades (na maioria dos casos criadas) de grupos sociais. A comodidade da qual desfrutamos atualmente em muitos seguimentos de nosso cotidiano é fruto de muito estudo e trabalho na busca de suprir tais demandas. É sobre esse olhar que podemos perceber a importância das ciências e daqueles que a tornam possível em nossas vidas. Logo, a relevância do estudo de Ciências nos diversos níveis de escolarização está na necessidade de compreender a natureza. Para isso, faz-se necessário a construção de modelos científicos que explicam fenômenos naturais.

O arcabouço de conhecimento da ciência Química, construído ao longo dos três últimos séculos, embasou o desenvolvimento de técnicas de extração de substâncias naturais, de preparo e síntese de materiais, que fazem parte de nosso dia a dia. A maioria das pessoas sequer percebe o quanto dessa ciência está presente na obtenção de seus objetos pessoais. Um bom exemplo disso são os polímeros naturais ou sintéticos, que por meio de aprimoramento tecnológico trouxeram desenvolvimento social e econômico, além de inserir simplificação à vida moderna.

Inicialmente, os utensílios domésticos eram fabricados em barro, madeira, folhas ou até de partes de animais, sendo facilmente encontrados em exposições de antiguidades peças como: pentes, botões, abotoaduras, bengalas, cachimbos, bolas de bilhar e muito mais utensílios, todos esculpidos em ossos e chifres de animais.

A exploração de novos continentes e o contato com uma diversidade de fauna e flora proporcionou a descoberta de novos materiais, como seivas expelidas por algumas espécies de árvores nativas de determinadas regiões. Podemos citar como exemplo o surgimento da borracha, polímero natural, que possibilitou o desenvolvimento de novos materiais como os

polímeros sintéticos, temática que deve ser introduzida no ensino de Química e, por isso, objetivo deste trabalho de conclusão de curso.

Pretendemos desenvolver esta temática por meio da elaboração de uma fundamentação teórica em que iremos fazer uma breve abordagem sobre o histórico dos polímeros, as principais reações químicas do processo de produção, a diversidade de propriedades associadas à composição bem como suas aplicações na vida em sociedade.

Ao longo do tempo algumas concepções errôneas sobre os polímeros foram surgindo e se disseminando entre as pessoas. É comum encontrar pessoas que associem características nocivas aos polímeros pelo fato da decomposição de objetos plásticos serem extremamente lenta. Essa associação mostra um conhecimento científico limitado sobre as propriedades dos polímeros, além da falta de criticidade para analisar as questões de mau uso e descarte inadequado na natureza de objetos fabricados em materiais poliméricos. Uma vantagem a ser destacada sobre os plásticos é o fato de “fixar” o carbono em uma forma estável (plástico) e reduzir, com isso, seu excesso livre na natureza.

Uma das formas de se tentar modificar esse tipo de concepção errônea é discutir com os alunos, ainda em formação, a importância de saber de onde as coisas vêm, para que eles possam analisar as informações que são passadas e identificar se são coerentes ou não. Por esta razão, objetivamos, por meio de uma Unidade Didática, trazer para alunos do 3º. Ano de nível médio de uma escola pública do Distrito Federal o conteúdo polímeros, contextualizado pela temática Sandália de Borracha.



## **CAPÍTULO 1**

### **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **1.1. HISTÓRIA DO POLÍMERO**

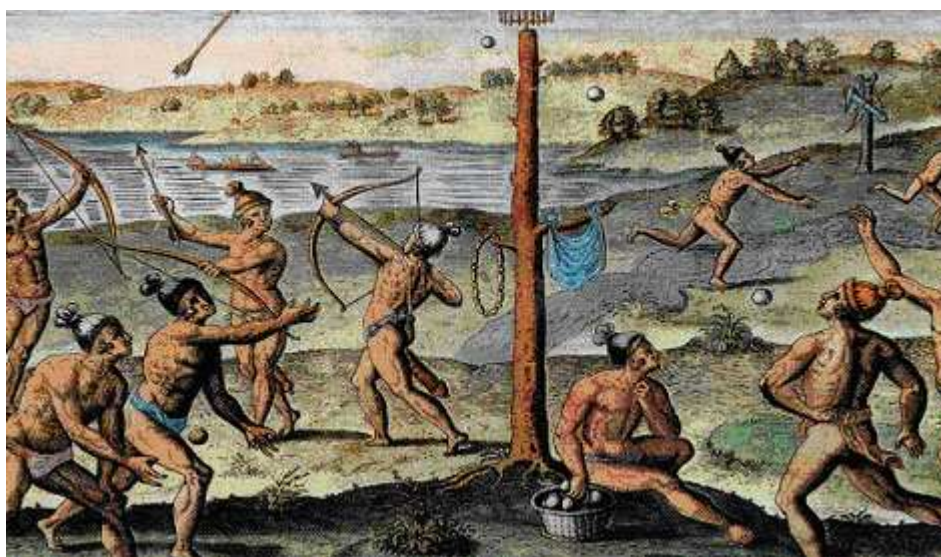
As grandes navegações, que tinham por objetivo buscar especiarias nas Índias, acabaram por trazer os portugueses para o continente americano, mas precisamente para o sul, onde está localizado o Brasil. Essa aproximação de caráter exploratório implicou em descobertas relacionadas à flora e fauna. Posteriormente, com a mudança de interesses na colônia houve, por parte dos portugueses, imposição de uma cultura e de uma religião, desconhecida pelos povos indígenas que habitavam o Brasil.

A vastidão deste novo continente “descoberto” foi fator determinante para a gradual exploração das riquezas naturais. O processo de exploração perdurou por mais de três séculos, e guardou muitas surpresas agradáveis para a Corte Portuguesa. Os recursos iniciais para a exploração do território eram escassos, logo, as riquezas naturais foram a primeira fonte de riqueza explorada pela Corte no novo continente. Um bom exemplo disto foi o primeiro produto retirado da Mata Atlântica, vegetação característica do litoral brasileiro, para ser comercializado na Europa, o pau-brasil. Posteriormente, com a mão de obra escrava e a instalação de alguns portugueses na Colônia, a cana-de-açúcar passou a ser a principal fonte de riqueza.

Após esse período, os portugueses exploraram o interior do Brasil com as expedições de bandeirantes, com o objetivo de encontrar pedras preciosas e metais valiosos. Vários foram os ciclos exploratórios vividos pelo Brasil até que se alcançasse a Proclamação da República. A partir desse período, a economia brasileira pôde se expandir até nos levar a exportação de produtos, o que contribuiu para uma grande mudança na economia do país. Passamos do artesanato para pequenas indústrias até alcançarmos a produção de bens de consumo essenciais para a vida em sociedade (VICENTINO; DORIGO, 2001). Dentre os produtos que

alavancaram o desenvolvimento do Brasil, está a borracha natural ou popularmente conhecida como látex.

Os primeiros relatos da existência desse novo material foram feitos pelo historiador Antônio de Herrera, que afirma ter sido Cristóvão Colombo e sua tripulação os primeiros a o verem. Segundo ele, os indígenas do Haiti (Taínos) utilizavam esse material pra fabricar bolas e posteriormente em um tipo de jogo, ilustrado pela Figura 1.1. Cristóvão Colombo também relatou a existência de calçados e roupas impermeáveis que possivelmente eram fabricados nesse mesmo material, até então desconhecido por ele (CAETANO, 2011).



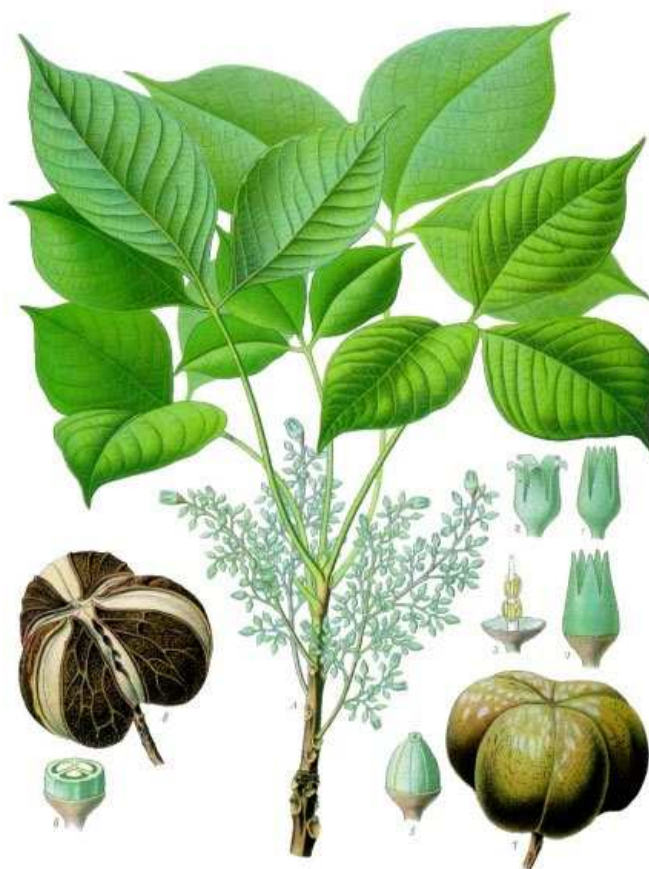
**Figura 1.1** – Jogo de bola dos Taínos (indígenas pré-colombianos habitantes do Haiti) pintado por um artista francês (desconhecido) em 1591.<sup>1</sup>

Vários outros historiadores registraram relatos da utilização da borracha natural por povos indígenas em diferentes localidades da América Latina com os mesmos fins que os Taínos. Ou seja, para a fabricação de botas e roupas impermeáveis e bolas para seus diversos e peculiares “jogos” (SANTOS; MOTHÉ, 2006/2007). Inclusive existem relatos históricos de que os índios que habitavam as margens do rio Amazonas denominavam a borracha natural de “caa-u-chu”, que significa “caa”: árvore e “u-chu”: escorrer ou chorar, ou seja, choro da árvore (CAETANO, 2011; LOPES, 2007).

No entanto, foi apenas no decorrer dos anos de 1736 até 1744, que *C. M. de La Condamine* e *C. F. Fresnau*, em suas expedições de exploração da floresta Amazônica, “descobriram” a origem do material resinoso o qual os povos indígenas utilizavam para moldar utensílios impermeáveis (SANTOS; MOTHÉ, 2006/2007). Para isso, os

<sup>1</sup> Retirado de: [http://www.ctb.com.pt/?page\\_id=467](http://www.ctb.com.pt/?page_id=467), Acessado: 23/11/2011 às 13:30.

pesquisadores faziam uma pequena incisão nos caules das árvores e recolhiam o material expelido pelas mesmas. Observaram que alguns materiais “condensavam”, quando expostos ao ar, e adquiriam características peculiares, tais como: flexibilidade e elasticidade. A uma das espécies, que dá origem ao material com essas características, encontrada no Brasil (floresta Amazônica) *Fresnau* denominou “*Hevea Brasilienses*”. A Figura 1.2 ilustra a espécie brasileira. Já a encontrada nas Guianas foi denominada “*Hevea Guianensis*” (CAETANO, 2011).



**Figura 1.2** – Ilustração da árvore e sementes da “*Hevea Brasilienses*”.<sup>2</sup>

A exploração do látex oriundo da “*Hevea Brasiliensis*” (seringueira) foi uma atividade extremamente lucrativa para o Brasil da segunda metade do século XIX até por volta da segunda década do século XX (VICENTINO; DORIGO, 2001).

A borracha passou a ser alvo de intenso estudo e pesquisa, uma vez que suas propriedades de fácil moldagem, elasticidade, isolamento térmico e amortecimento de impactos se mostraram extremamente interessantes para diversos fins (SANTOS; MOTHÉ,

---

<sup>2</sup> Retirado de: [http://www.ctb.com.pt/?page\\_id=467](http://www.ctb.com.pt/?page_id=467), Acessado: 23/11/2011 às 13:30.

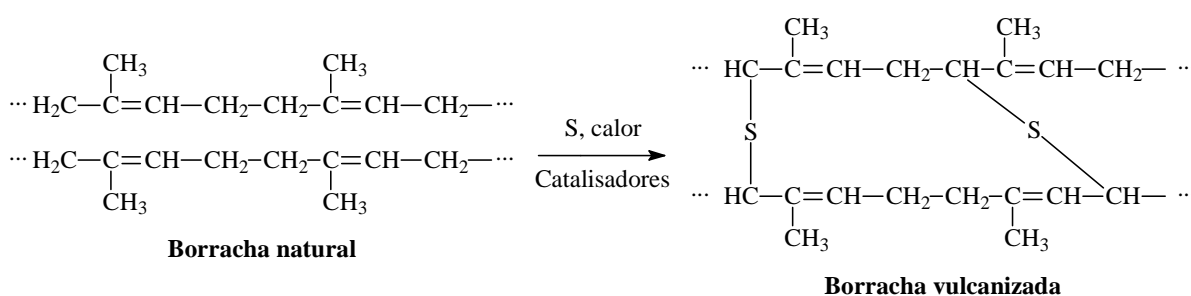
2006/2007). Por volta de 1770, o inglês *Joseph Priestley* estudando suas características descobre sua capacidade “apagadora” uma vez que ela remove manchas em papeis. Outra utilidade até então desconhecida da borracha (LOPES, 2007).

Dois cientistas franceses, *Hérrisante* e *Mcquer*, desenvolveram estudos acerca da borracha natural (por volta de 1761) e descobriram que ela se solubilizava quando em contato com alguns solventes orgânicos, tais como: éter e terebintina. Utilizando essa informação o francês *Besson* (1793), o americano *Champion* (1818) e, posteriormente, o escocês *Macintosh* (1823) desenvolveram processos de impregnação de borracha em tecidos, a partir de soluções, com a finalidade de se fabricar roupas e calçados impermeáveis. A primeira fábrica de borracha do mundo foi inaugurada no Brasil em 1800, sendo ela a única da época responsável pela fabricação desses utensílios impermeáveis (CAETANO, 2011). Por volta de 1820, começou, na América, a “febre” da borracha (SANTOS; MOTHÉ, 2006/2007).

Porém, mesmo possuindo tais atrativos, a busca pelo aperfeiçoamento deste material deu-se por meio de estudos para modificar sua estrutura, pois os artefatos fabricados em borracha natural se tornavam quebradiços quando expostos ao frio e aderiam-se uns aos outros quando expostos ao sol, limitando sua utilização (SANTOS; MOTHÉ, 2006/2007).

Alguns historiadores costumam afirmar que até cerca de 1930 a história da borracha, do seu estudo, industrialização e tecnologia é, resumidamente, a história da borracha natural, pois foi apenas a aproximadamente 170 anos, com a descoberta da vulcanização, que seu desenvolvimento realmente desaponta (CAETANO, 2011).

Por volta de 1839, *Charles Goodyer* descobriu o processo de vulcanização, que consiste na junção de enxofre à borracha natural em altas temperaturas. Esse processo permite que o enxofre passe a fazer parte da cadeia polimérica tornando-a mais resistente, como mostra a equação química representada pela Figura 1.3 (LOPES, 2007; GORNI, 2003).



**Figura 1.3.** Representação do processo de vulcanização da borracha natural.

Esse aperfeiçoamento em sua estrutura ampliou ainda mais suas aplicações, dada a demanda crescente por produtos versáteis e práticos no dia-a-dia. Passado alguns anos, *Goodyer* aumentou a quantidade de enxofre usada no processo de vulcanização, na tentativa de se elevar ainda mais a resistência do polímero formado. Com isso, ele conseguiu gerar a *erbonite*, o primeiro polímero *termofixo* comercializado (GORNI, 2003; CANTO, 2004). A descoberta desse processo se deu quase que concomitantemente a Revolução Industrial, sendo assim o consumo de borracha (agora vulcanizada) crescia exponencialmente CAETANO, 2011.

A Tabela 1.1 traça o perfil de consumo de borracha ao longo da história, sendo as melhorias de suas características bem como a industrialização fatores ligados diretamente ao aumento exponencial do consumo desse material, como se pode observar.

**Tabela 1.1** – Consumo mundial de borracha natural.<sup>3</sup>

Ano	Quantidade (ton.)	Ano	Quantidade (ton.)	Ano	Quantidade (ton.)
1822	31	1880	13000	1960	2095000
1825	30	1890	28867	1970	2990000
1828	51	1900	52500	1980	3760000
1830	156	1910	102500	1990	4177000
1840	394	1920	302500	2000	7340000
1850	388	1930	817500	2005	9182000
1860	2670	1940	1127500	2009	9167000
1870	8000	1950	1750000	2010	9703000(*)

Alguns anos antes da descoberta da vulcanização, em 1832, Jons Jacob Berzelius introduziu no meio científico a palavra “polímero”, de origem grega, *poli* significa “muitas” e *mero*, “parte”. Contudo, para este cientista um polímero era composto por moléculas, cujas fórmulas deveriam ser múltiplas de outras, como, por exemplo, o benzeno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), que seria um polímero do acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>). Hoje em dia, dado o aprofundamento em estudos neste tema, a definição de polímero já não é mais esta (CANTO, 2004; GUITIÁN, s/d).

Os primeiros a se lançarem nas pesquisas em polímeros sintéticos foram os russos e os alemães. Porém, naquela época saía mais barato extrair a borracha natural e eles não conseguiram suportar a concorrência com os países produtores da borracha natural por muito

<sup>3</sup> Adaptada de: <[http://www.ctb.com.pt/?page\\_id=467](http://www.ctb.com.pt/?page_id=467)> . Fonte: adaptado de *IRSG* / \* Previsão em “*Outlook for the rubber industry*”, International Smallholder Rubber Conference, *Phnom Penh*, Cambodia, 2009.

tempo. Também não puderam produzir borracha natural porque as condições climáticas da Alemanha e Rússia não são favoráveis para o cultivo da seringueira (SANTOS; MOTHÉ, 2006/2007). No entanto, quando a 1ª Guerra Mundial começou, os estudos e testes com novos materiais poliméricos foram retomados e houve uma grande evolução nessa área.

Encontra-se no livro de Canto (2004), que em meados de 1870, uma empresa norte americana chamada “*Phelan and Collander*”, como objetivo de gastar menos em suas produções de bolas de bilhar, lançou um concurso, premiando o pesquisador que sintetizasse um material que substituísse com louvor a matéria prima que eles usavam para tal fim, o marfim das presas de elefantes. Interessado no prêmio, o pesquisador e inventor norte americano *John Wesley Hyatt* passou a estudar intensamente diversas possibilidades de síntese de materiais que pudessem ser usados na fabricação bolas de bilhar. Esse cientista percebeu que o nitrato de celulose, em proporções adequadas, quando adicionado a álcool e cânfora, seria perfeito para substituir o marfim. Infelizmente, *Hyatt* não foi escolhido como o vencedor da competição, pois utilizou substâncias inflamáveis para sintetizar o novo material, e em escala industrial qualquer acidente poderia vir a ser desastroso.

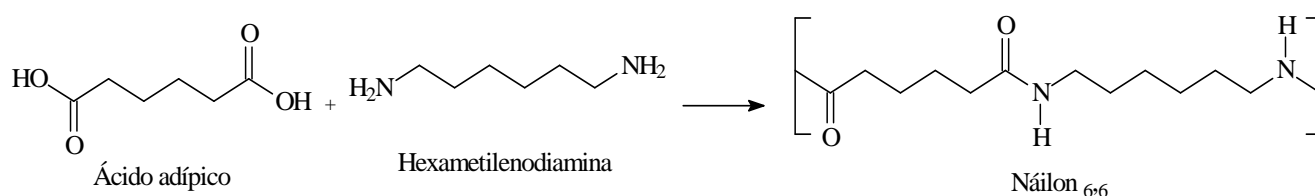
Porém o celulóide, nome dado ao material polimérico termoplástico sintetizado por *Hyatti*, teve grande aceitação por ser mais versátil, maleável, moldável e muito mais barato que o marfim. Ele passou a ser utilizado para confeccionar milhares de utensílios usados no dia a dia, tais como: saboneteiras, escovas de dente, teclas de piano, filmes fotográficos, dentre outros. Sua utilização como película fotográfica se perpetuou por bastante tempo, porém, novamente sua alta inflamabilidade pesou para que fosse substituído por outros materiais poliméricos, com características de menor inflamabilidade (CANTO, 2004).

Nos parágrafos anteriores foram citados dois tipos de polímeros diferentes: o sintetizado por *Goodyer*, *termofixo* ou *temorrigido*, e um sintetizado por *Hyatti*, *termoplástico*. O segundo citado possuiu a característica de ser remodelado quantas vezes forem necessárias, pois uma vez que ele é aquecido irá amolecer e voltar a endurecer quando resfriado. Já, o *termofixo* é o tipo de polímero que depois de aquecido e moldado não é mais possível remodelá-lo e pode acabar sendo carbonizado caso seja aquecido a altas temperaturas (CANTO, 2004; GUITIÁN, s/d).

Em 1909, o cientista *Hermann Staudinger* começa um trabalho com o objetivo de se desenvolver a borracha sintética, posteriormente denominada, *isopreno*. Em 1920, esse mesmo cientista, inicia uma tentativa de provar que os polímeros seriam constituídos de macromoléculas em forma de longas cadeias, formadas por partes menores a partir do

processo de polimerização (GORNI, 2003; JÚNIOR, 2002). Em princípio ele foi alvo de grandes críticas, e há quem diga que ele foi motivo de piadas na comunidade científica por defender tais idéias, porém mais adiante seu trabalho se mostrou tão brilhante que em 1953, ganhou o *Prêmio Nobel* (CANTO, 2004; JÚNIOR, 2002).

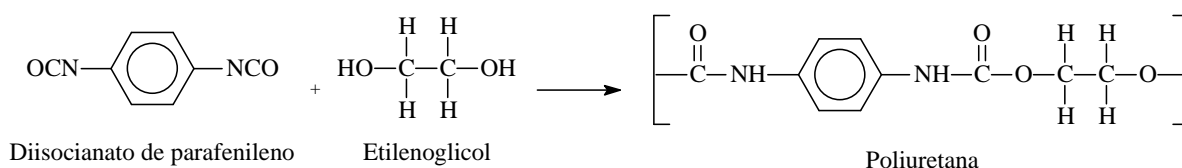
Em 1934, o químico pesquisador da empresa *Dupont*, *Wallace Hume Carothers* descobriu a síntese do *náilon*. Esse nome foi dado ao material em homenagem à Nova Iorque e à Londres, os dois principais mercados que a empresa visava alcançar (SCIENCEBLOGS, s/d). A reação representada pela Figura 1.4, esquematiza como o químico *Carothers* obteve o novo material.



**Figura 1.4.** Síntese do náilon, condensação do ácido adípico com a hexametilenodiamina.

O náilon surgiu como um novo e insuperável substituto à seda com o adicional de ser bem mais acessível economicamente, não amassar com facilidade e secar mais rápido. Com a possibilidade de se fabricar tecidos altamente resistentes este novo material também foi utilizado em grande escala na produção de pára quedas, que foram muito utilizados na 2<sup>a</sup> Guerra Mundial pelos norte americanos (CANTO, 2004).

Por volta de 1937, *Otto Bayer* iniciou a produção de poliuretanas na Alemanha e apenas em 1954, o EUA entrou nesse mercado (GORNI, 2003). As poliuretanas passaram a ser extremamente utilizadas na vida diária uma vez que ao se adicionar algum tipo agente expensor em sua síntese obtém-se as chamadas “*espumas de poliuretanas*”, podendo ser rígidas ou flexíveis. As poliuretanas flexíveis são utilizadas em colchões, almofadas, estofamentos. As rígidas são utilizadas em embalagens e peças para fricção (CANTO, 2004). A Figura 1.5, exemplifica o modo de obtenção da poliuretana, sem o auxílio de agentes expansores.



**Figura 1.5.** Síntese da poliuretana a partir do diisocianato de parafenileno e do etileno glicol.

A produção de polímeros e a busca por novos materiais poliméricos com características cada vez mais atrativas continuaram se desenvolvendo e, em 1973, a produção mundial de plástico superou a produção de ferro (GORNI, 2003). Dessa forma, fica evidente a dimensão que os materiais poliméricos foram tomando ao longo do desenvolvimento tecnológico. A Tabela 1.2 mostra o consumo mundial de borracha sintética (polímeros sintéticos). Pode-se observar que desde a criação dos polímeros sintéticos seu consumo aumentou drasticamente até a metade da década de 80, ficando o consumo oscilante até a metade da década de 90. Em 2000, o consumo voltou a crescer de forma surpreendente.

**Tabela 1.2** – Consumo mundial de borracha sintética.<sup>4</sup>

Ano	Quantidade (ton.)	Ano	Quantidade (ton.)
1950	589000	1990	9941000
1960	1850000	1995	9251000
1970	5635000	2000	10830000
1975	7027500	2005	11921000
1980	8660000	2009	12087000
1985	8157000	2010	11689000(*)

Concomitantemente à descoberta de novos materiais poliméricos estava (e ainda está) a evolução da Química como ciência e a evolução de processos industriais. A junção do conhecimento nessas áreas foi responsável pelo extraordinário sucesso no estudo, elaboração e síntese de materiais poliméricos. Atendendo, assim, satisfatoriamente todas as necessidades para serem usados como materiais substitutos de vidros, madeiras, ossos, cascos e chifres de animais, cerâmicas, barro etc.

Algumas preocupações surgiram com a utilização dos polímeros, sendo a principal delas relacionada a natureza. Nessa perspectiva em 1990 começaram as pesquisas voltadas à síntese de polímeros biodegradáveis. Em 2000 o mercado já não necessitava mais de novos materiais, surgiu assim a necessidade de se aperfeiçoar os já existentes (GORNI, 2003).

<sup>4</sup> Adaptada de: <[http://www.ctb.com.pt/?page\\_id=467](http://www.ctb.com.pt/?page_id=467)>. Fonte: adaptado de *IRSG* / \* Previsão em “*Outlook for the rubber industry*”, International Smallholder Rubber Conference, *Phnom Penh*, Cambodia, 2009.



## 1.2. PROBLEMAS ATUAIS

A produção de materiais poliméricos só tem aumentado desde sua introdução no mercado consumidor. Ao longo da história, o aperfeiçoamento de determinadas características destes materiais sempre foi atrelado à necessidade da sociedade por materiais de fácil produção que pudessem substituir de forma satisfatória e econômica materiais com altos valores agregados.

Todo esse tempo, graças ao afino de muitos cientistas em buscar atender as necessidades da sociedade, muitos materiais novos foram descobertos, sintetizados e utilizados em diversos segmentos da indústria. Inicialmente, os problemas eram a escassez de matéria prima (recursos naturais) que atendessem a demanda de produção de utensílios, a necessidade de se gastar menos energia no processo de produção dos mesmos e a pouca maleabilidade dos materiais utilizados até então para tais fins.

Nas últimas décadas, surgiram outros problemas, a maioria deles relacionados ao descarte indevido de milhares de objetos fabricados em materiais poliméricos. Ironicamente, o que já foi considerado a solução de problemas, hoje é uma das fontes de desequilíbrio ambiental do século XXI (MATTOS; PERES, 2010; KLIDZIO *et alii*, 2001).

A grande maioria dos plásticos se decompõe muito lentamente, pois os microorganismos não conseguem fazer esse processo com facilidade. Sendo assim, pode se afirmar que os plásticos não são biodegradáveis. Apesar desta peculiaridade esse material continua sendo gerado em grandes quantidades para atender a demanda de consumo (CANTO, 2004). Esses dois fatos atrelados ao descarte indevido de utensílios fabricados com esse material no meio ambiente torna a poluição, gerada pelo mesmo, extremamente “visível”. Tal “visibilidade” faz com que haja uma maior divulgação, por parte dos veículos de comunicação, desse tipo de problema. Criando a sensação de que a eliminação ou a retirada de circulação dos mesmos seria a solução (PINTO, 2007).

Para esse último autor, grande parte de estudiosos e ecologistas cometem alguns equívocos com relação aos plásticos. Eles tratam os materiais poliméricos como lixo, descartando totalmente o elevado potencial de reciclagem do material plástico sem falar nas possibilidades de reutilização. Muitos defendem a premissa de que se deveria retirar as

embalagens plásticas de circulação, no entanto desconsideram qualidades que deram origem a busca pela síntese deste material. São justamente estas características que permitem a maior durabilidades dos produtos, amortecem choques mecânicos, impedem contaminações, evitam o contato com água, são mais leves fazendo com que se demande menos energia em seu transporte, a sua produção também demanda menos energia e polui bem menos quando se comparado a produção de papéis, latas e vidros por exemplo.

Pensar em biodegradabilidade como um aspecto positivo acaba sendo um erro decorrente do pensamento moderno. Muitos colocam como solução para o problema da poluição causada pelos plásticos a sua substituição por similares biodegradáveis. Porém, a decomposição de toneladas desses materiais (quantidade de “lixo” plástico que são produzidos diariamente) poderia gerar resíduos mais nocivos à saúde (PINTO, 2007).

Tendo em vista a não biodegradabilidade dos materiais poliméricos, PINTO (2007) afirma que a poluição gerada pelos mesmos é principalmente visual. Logo, ele chega a conclusão de que o problema a ser tratado é de cunho social, ou seja, a sociedade deve ser conscientizada de suas responsabilidades em preservar a natureza não descartando tais materiais aleatoriamente no meio ambiente. Deve se incentivar a criação de programas de coleta seletiva, de reciclagem e de reutilização desses materiais, explorando assim todo o seu potencial antes de realmente se tornarem “lixo” (KLIDZIO *et alii*, 2001; PINTO, 2007).

Sob nosso ponto de vista, é de extrema importância a formação de cidadãos conscientes de seus deveres perante a sociedade bem como capazes de tomarem posições coerentes frente a situações problemas em discussões como as que têm surgido acerca da utilização dos plásticos. Para isso, é necessário se inserir ainda no contexto escolar tais problemáticas como uma forma de mostrar quanto o conhecimento de problemas sociais permite uma melhor compreensão do que pode ser feito para sua melhora ou até mesmo extinção.

Cabe, então, à instituição escolar buscar a forma ideal de se trabalhar com os alunos para, da melhor maneira possível, formar cidadãos responsáveis e cientes de seus direitos e deveres. No entanto, seria inapropriado atribuir somente à Escola esta tarefa de buscar a melhor maneira de se trabalhar os temas atuais e a melhor forma de mostrar aos alunos as descobertas acadêmicas, cada vez mais presentes nos noticiários e em provas de concursos e vestibulares.

Essa responsabilidade também recai sobre os pesquisadores que deveriam fazer questão de que os resultados de suas pesquisas fossem acessíveis a toda sociedade, uma vez

que seus trabalhos são financiados e têm o objetivo de melhorar a vida da mesma. É claro que a sociedade científica tem uma linguagem própria e diferente da utilizada no cotidiano das pessoas, porém esse fato não a deve tornar inacessível.

Essa forma de pensar tem incentivado a produção de diversos materiais didáticos além de livros voltados a professores e alunos do ensino regular. Sabendo da dificuldade em se compreender termos científicos tem-se feito trabalhos em que a linguagem e termos técnicos são substituídos por palavras e expressões mais comuns, sem, com isso, se perder os significados originais. Esse tipo de trabalho é denominado transposição didática, que será discutido no tópico seguinte.

Conhecendo agora todas essas questões levantadas, e com a intenção de se possibilitar uma melhor formação aos alunos, este trabalho tem por objetivo possibilitar o contato dos alunos do ensino médio com tais problemáticas, contextualizando-as com o conteúdo trabalhado, nesse caso, “os polímeros”.

### **1.3. TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA E CONTEXTUALIZAÇÃO**

O ensino de ciências tem passado por inúmeras transformações, fomentadas, principalmente, pelo desenvolvimento de diversos trabalhos de pesquisas dedicados a identificar e compreender as dificuldades de aprendizado dos alunos e possíveis problemas epistemológicos do processo de ensino-aprendizagem. Essas modificações vêm se mostrando extremamente benéficas para o desenvolvimento do ensino, uma vez que ajuda a superar algumas dificuldades encontradas por professores e alunos no processo da construção e disseminação do conhecimento. Porém, ainda há muito a se fazer para melhorar o sistema educacional no sentido de se trazer mais significados ao que é ensinado aos alunos.

Sendo assim, para que haja uma transformação no ensino de Ciências, em geral, além da melhoria das abordagens metodológicas é necessária a modificação dos conteúdos programáticos a serem trabalhados (WARTHA; FALJONI-ALARIO, 2005).

Depara-se, hoje, com um sistema educacional que não insere problemáticas relacionadas com o contexto social da comunidade da qual o aluno faz parte, esse é um problema que veio se desenvolvendo ao longo da história. Tais problemas foram provocado,

dentre outros motivos, por uma política pública omissa quanto a questões educacionais. Uma forma de se superar tudo isso pode ser inserir os conteúdos de forma contextualizada. Para tanto, entender a essência do que é contextualizar faz-se fundamental para a sua utilização como ferramenta de formação de cidadãos (WARTHA; FALJONI-ALARIO, 2005).

Esses autores no artigo intitulado “*A contextualização do ensino de Química através do livro didático*”, colocam, de forma clara e sucinta, o que seria de fato trabalhar o processo de ensino-aprendizagem de forma contextualizada.

[...] contextualizar o ensino significa incorporar vivências concretas e diversificadas, e também incorporar o aprendizado em novas vivências. Contextualizar é uma postura frente ao ensino o tempo todo, não é exemplificar. É assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Contextualizar é construir significados e significados não são neutros, incorporam valores porque explicitam o cotidiano, constroem compreensão de problemas do entorno social e cultural, ou facilitam viver o processo da descoberta. Buscar o significado do conhecimento a partir de contextos do mundo ou da sociedade em geral é levar o aluno a compreender a relevância e aplicar o conhecimento para entender os fatos, tendências, fenômenos, processos que o cercam. Contextualizar o conhecimento no seu próprio processo de produção é criar condições para que o aluno experimente a curiosidade, o encantamento da descoberta e a satisfação de construir o conhecimento com autonomia, construir uma visão de mundo e um projeto com identidade própria. (p. 43-44).

Fica claro, assim, que para se modificar a situação do sistema de ensino atual é necessário utilizar recursos didáticos que, além de ilustrar o conteúdo, principalmente, incentive o desenvolvimento de valores os quais os alunos sejam capazes de utilizar em diversas discussões de cunho social (WARTHA; FALJONI-ALARIO, 2005; MARANDINO, 2004).

Buscar contextualizar os conteúdos trabalhados em sala de aula passa a ser uma ferramenta que favorece o processo de ensino-aprendizado tanto para os alunos quanto para os professores. Ao se trabalhar com determinado conteúdo inserido em contextos específicos, permitimos ao aluno perceber o quanto é necessário aprofundar-se em cada abordagem. Com isso, abrimos a mente para as inúmeras possibilidades que o conhecimento nos presenteia.

Alguns pensadores, tais como Ausubel e Novak, compartilham a mesma ideia de que uma das condições para a aprendizagem significativa é o aprendiz demonstrar uma predisposição para aprender, sendo esta intimamente relacionada com sua experiência afetiva no evento educativo (MOREIRA, 1999). E para que haja interesse pelo conteúdo a ser aprendido deve-se mostrar ao aluno a aplicabilidade de tal conhecimento e como ele poderá

contribuir para sua cidadania. Uma vez que uma das funções da escola é formar cidadãos críticos capazes de viver em sociedade e contribuir construtivamente para sua transformação.

A maior parte das vezes, o contexto em que o conteúdo é ensinado nas escolas é completamente distinto da motivação inicial de se pesquisar determinado tema. O processo de se utilizar o conhecimento científico em um contexto distinto do qual foi descoberto e trabalhado é denominado transposição didática. Esse conceito é explicado por Brockington e Pietrocola (2006) como sendo a forma pela qual “... o saber produzido pelos cientistas (o Saber Sábio) se transforma naquele que está contido nos programas e livros didáticos (o Saber Ensinado)”.

Na transposição de conceitos, apesar da manutenção de semelhanças com o inicialmente estudado durante a pesquisa, eles são drasticamente modificados se adequando ao contexto que é inserido, no caso, o escolar. Para entender como se dá esse processo é necessário analisar como Chevallard<sup>5</sup> (1991), citado por Brockington e Pietrocola (2006), compreende os “Saberes”, também constituintes da noosfera.

Chevallard divide os saberes em três. O “Saber Sábio”, que o resultado de pesquisas acadêmicas e trabalhos de pesquisas normalmente publicados em periódicos científicos, possuindo características e linguagem específicas deste meio. O “Saber a Ensinar”, é o saber que aparece nos livros e materiais didáticos, modificado com o objetivo de se tornar mais claro e acessível aos alunos, passando a ter uma linguagem mais usual. E por fim, o “Saber Ensinado”, que difere do saber a ser ensinado pelo fato de depender diretamente do ambiente e do interesse do professor ao trabalhar com o tema, ocorre, assim, outra transposição didática, porém agora com modificações de cunho social (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2006).

A noosfera é definida como sendo a interação de todas essas esferas de saberes, criadas por Chevallard no desenvolvimento de sua pesquisa (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2006). É na noosfera que se pensa a melhor forma de se encontrar soluções para transposição das pesquisas acadêmicas. É a esfera na qual há a discussão dos responsáveis por produzir o conhecimento a ser ensinado com a sociedade e se decide o que deve ser ensinado aos alunos, podendo ser constituída por professores, alunos, pais, governantes, pesquisadores, editoras, etc. Todos que, de alguma forma, influenciam o processo de síntese de materiais didáticos, bem como os que são beneficiados por tal processo (MARANDINO, 2004; LOPES, 1997).

---

<sup>5</sup> CHEVALLARD, Y. La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado. La Pensée Sauvage, Argentina, 1991.

No entanto, o conhecimento escolar não deve ser apenas a sumarização do conhecimento produzido no meio científico. O uso excessivo de metáforas e analogias acabam por tornar ainda mais distante o conhecimento científico do senso comum, podendo, ainda, produzir distorções capazes de provocar um conflito cognitivo dos conceitos abordados (LOPES, 1997).

Para Duit<sup>6</sup> (1991) citado por Lopes (1997), uma forma de contornar esse problema seria a utilização apenas de analogias. As analogias possuem um sutil aspecto metafórico de surpresa, sendo extremamente eficazes quanto a motivação dos alunos.

Outro problema é a falta de associação dos assuntos que estão sendo vistos com os que já foram trabalhados. Dessa forma, grande parte dos alunos não enxerga o porquê de se aprender determinados conteúdos uma vez que não é mostrada a utilidade dos mesmo em suas vidas. Tal situação é vista como uma barreira dificultadora do processo de ensino-aprendizagem (MARANDINO, 2004).

Sabendo dessas problemáticas, que já foram estudadas por vários pesquisadores da área de ensino em ciências, esse trabalho vem propor uma maneira diferenciada de se explorar o conteúdo “*polímeros*”, normalmente abordado no 3º ano do ensino médio. Para isso, se utilizará o tema Sandálias de Borracha como forma de contextualizar o conteúdo de polímeros. Na sessão seguinte abordaremos um breve histórico desse produto no Brasil, para entender o porquê dele ter sido escolhido para ancorar o trabalho proposto.

#### **1.4. HISTÓRIA DAS SANDÁLIAS DE BORRACHA**

A sandália de borracha, historicamente representada no Brasil pelas sandálias Havaianas<sup>®</sup> da empresa São Paulo Alpargatas, é uma marca criada em 1962, inspirada em um modelo de sandália japonesa chamada *Zori*. No passado, a sandália de borracha também era conhecida como *sandália japonesa*. Apesar da ideia original, o nome Havaianas<sup>®</sup> foi inspirado no Havaí, remetendo a sensação gostosa de desfrutar um momento agradável e relaxante, proporcionado pelo modelo da sandália que deixa os pés livres e descobertos. A textura de seu solado de borracha reproduz grãos de arroz em homenagem a sua inspiração inicial (*Zori*), que era feita de palha de arroz e tiras de tecido (HISTÓRIA DAS

---

<sup>6</sup> DUIT, R.; Science Education 1991, 75, p. 649 – 672.

HAVAIANASA, s/d)<sup>7</sup>. Foi a primeira marca a introduzir o conceito “chinelo de dedos” no Brasil, sendo seu modelo tradicional de cor branca com listras azuis.

Na década de 1970, a chinela de dedos era um modelo imitado por outras marcas. Já nos anos 80, as sandálias de borracha eram consideradas indispensáveis na vida dos brasileiros, sendo considerada como item de primeira necessidade, fazendo parte da sexta básica. Por aproximadamente três décadas, desde sua criação, os modelos eram baratos e não possuíam um atrativo visual, sendo consumida largamente por pessoas de menor poder aquisitivo.

No fim da década de 90, a empresa Alpargatas buscou aumentar a abrangência de seus consumidores, lançando sandálias monocromáticas de cores fortes baseadas em uma mania de jovens, que invertiam o solado. Desde então e com um grande aparato de *marketing*, as Havaianas<sup>®</sup> viraram artigo da moda, sendo lançadas novas estampas e modelos constantemente. Foram criados inclusive modelos para bebês, que mal sabem andar. O sucesso no exterior deste produto teve seu ápice no início dos anos 2000, sendo relacionada ao estilo de vida mais despojado e bem humorado, culturalmente relacionado ao povo brasileiro.

Hoje, as sandálias de borracha podem ser vistas nos pés de pessoas de diferentes classes sociais, no Brasil desde modelos mais simples e de menor valor até outros que trazem pedras preciosas como enfeite.

A empresa São Paulo Alpargatas tem 18.418 funcionários, considerando a sede, as fábricas e escritórios no exterior. A fábrica das Havaianas<sup>®</sup> fica em Campina Grande, localizada a aproximadamente 120 km da capital João Pessoa, sendo considerada um dos principais pólos industriais e tecnológicos da região Nordeste do Brasil. Em 2007, foram vendidos 173 milhões de pares de Havaianas<sup>®</sup>. Isso representa 473.973 pares por dia, 19.749 pares por hora, 330 pares por minuto e 6 pares por segundo.

Aproveitando a popularidade das sandálias de borracha, o fato dos jovens se identificarem com este produto e sabendo que elas são fabricadas em material polimérico, propomos a introdução do conteúdo polímeros através de um diagrama onde foram colocados todos os produtos necessários para a fabricação de um par de sandálias de borracha, em uma turma de 3º ano do ensino médio.

---

<sup>7</sup> Disponível em: < <http://br.havaianas.com/pt-BR/about-havaianas/history/>>

## CAPÍTULO 2

### METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta monografia foi realizado um trabalho de pesquisa participativa, que de acordo com GONSALVES (2001) é “o tipo de pesquisa que propõe a efetiva participação da população pesquisada no processo de geração do conhecimento, que é considerado um processo formativo.”(p. 67). Essa pesquisa foi realizada com os alunos de uma turma do 3.º ano do ensino médio do Centro de Ensino Médio 01 do Paranoá. Consistindo em, basicamente, trabalhar por meio de temática o conteúdo “polímeros”. Para isso, foi elaborada uma Unidade de Ensino sobre polímeros, tendo como tema as sandálias de borrachas, produto brasileiro tradicional e que praticamente todos tem acesso.

Também classifico este trabalho como uma análise documental que “... vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa.” (GIL<sup>8</sup>, 1995 apud GONSALVES, 2001, p.34)

Inicialmente, foi aplicado um questionário (Apêndice 1) contendo seis perguntas acerca do conteúdo “polímeros”, tendo como objetivo analisar o conhecimento prévio dos alunos os quais participaram deste trabalho. Com as respostas deste questionário em mãos foi possível reajustar as prioridades de abordagem do tema, uma vez que o Plano da Unidade de Ensino já se encontrava pronto. Sendo assim, a abordagem do conteúdo foi norteadada pela tentativa de reorganizar as ideias dos alunos, objetivando problematizar concepções equivocadas que alguns formularam acerca do mesmo.

A Unidade de Ensino (Apêndice 2) foi produzida com o objetivo de se abordar tanto a questão ambiental relacionada aos polímeros quanto seus processos de obtenção. Uma vez que esse material tem sido o alvo de diversas discussões ao longo dos tempos, e grande parte da população não sabe se posicionar frente a tais problemáticas ou acreditam em tudo o que é divulgado pela mídia, não fazendo nenhum tipo de análise crítica das informações expostas.

---

<sup>8</sup> GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 1995.



O tema Sandália de Borracha foi escolhido por sua popularidade no nosso país, mostrando-se ser uma excelente forma de abordagem temática do conteúdo “polímeros”, uma vez que todos já tiveram contato com uma dessas sandálias. Apesar de saberem do que ela é feita, a maioria das pessoas não consegue explicar quimicamente o que é a borracha, de onde vem a matéria prima, se a borracha da sandália é de origem natural ou sintética ou mesmo se a este produto está associado algum impacto socioambiental.

Como forma de exemplificar a enorme quantidade de materiais necessários para se chegar as sandálias foi construído um diagrama (Apêndice 3) e apresentado aos alunos logo durante a primeira aula.

Para finalizar o trabalho, foi proposta aos alunos uma atividade (Apêndice 4) em que eles necessitaram utilizar o máximo de conhecimento apreendido durante o tempo em que trabalhamos juntos o conteúdo de polímeros. Essa metodologia objetivou a possibilidade de comparar o desempenho da última atividade com o questionário respondido por eles ainda na primeira aula.

Esta proposta foi elaborada inicialmente para alunos cursam o 3º ano, pois este conteúdo é parte do currículo proposto na Secretaria de Estado de Educação do Distrito federal - SEEDF. Entretanto, o material poderá ser utilizado em outras séries de ensino médio, uma vez que o nível de aprofundamento da proposta temática fica a critério de quem esta trabalhando e quais os objetivos estabelecidos.

O desenvolvimento deste trabalho se deu em conjunto com as atividades do estágio obrigatório do curso de Licenciatura em Química. A construção da Unidade de Ensino contou com a colaboração da professora de Estágio 2 em Química bem como com a colaboração dos colegas de classe.

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISE DOS DADOS

Dos 19 alunos presentes em sala, apenas 16 responderam o questionário (Apêndice 1) acerca de alguns conceitos básicos sobre polímeros.

#### **Analisando o Questionário**

Quando questionados se eles saberiam dizer o que é um plástico e se conheceriam outro nome para denominar os vários tipos de plásticos, dois alunos não responderam. Um aluno disse que não saberia dizer o que é um plástico e que não conhecia outro nome para denominar os vários tipos de plásticos. Provavelmente, esses alunos nunca tiveram a curiosidade de saber o que seria esse material, que está cada vez mais presente em seu dia a dia, pois todos eles, ao serem questionados sobre que objetos na sala de aula eram de plástico todos responderam corretamente. Quatro alunos responderam apenas que outro nome para os plásticos seria “polímero”.

Um aluno não soube responder o que seria o plástico e disse que outro nome para os vários tipos de plásticos seria “PVC, cano”. Pode ser que este aluno não tenha compreendido a pergunta, pois especificou apenas um tipo de polímero em sua resposta e a pergunta se referia a um nome para denominar os vários tipos de plásticos existentes. No entanto, não descartamos a ideia do aluno achar que PVC fosse uma sigla para denominar plástico de uma maneira geral.

Duas alunas responderam que “*plástico é um produto transparente onde se coloca algo*”. Elas cometeram um equívoco ao atribuir ao plástico uma característica dos objetos fabricados com o material polimérico.

Outros dois alunos responderam que “*é mais um produto que se não reciclado, faz mal ao ambiente*”. Com essa resposta fica evidente que algumas pessoas atribuem problemas ambientais ao material polimérico e não ao descarte indevido na natureza do mesmo, ou seja, transferem suas responsabilidades de forma consciente ou inconsciente para a “demora da decomposição na natureza” do material, como respondeu um dos alunos. Devemos chamar

atenção que a transferência de responsabilidade retira do ser humano a incapacidade de lidar de forma sustentável com os polímeros, isso decorre da forma não preventiva como o desenvolvimento científico e tecnológico ocorreu, isso é, gera-se algo sem sabermos os impactos que este processo ocasionará.

Uma aluna respondeu que: “São constituídos por polímeros, mas nem todo polímero é um plástico.” Para essa aluna o plástico não é um polímero, para ela “vários polímeros” constituem o plástico. Uma outra resposta chamou bastante atenção pela sua contradição: “*É uma substância inorgânica, usado de várias maneiras. É composto de... (?). Proveniente do petróleo.*” Houve uma confusão de definições nessa resposta, uma vez que o petróleo e seus derivados são compostos orgânicos, não inorgânicos como afirma o aluno. Ele também definiu o plástico como sendo uma substância, o que conceitualmente é errado, pois o plástico é um material.

Nove dos alunos quando questionados da importância do plástico na sociedade deram suas respostas relacionadas à utilização do plástico na fabricação de objetos e utensílios domésticos. É natural que essa seja a resposta da maioria porque os plásticos estão presentes na constituição da grande parte dos objetos utilizados na nossa vida diária. Três alunos responderam que eles são importantes, pois são substitutos do vidro, da madeira e metais. Um desses alunos mencionou ainda que os plásticos são mais baratos, sendo essa substituição uma forma de se economizar dinheiro.

Um aluno respondeu que “o plástico é importante, pois é uma maneira de colocar líquido para vender.” Novamente encontramos aqui a atribuição de características de um objeto feito de plástico ao material, ressaltado pela a capacidade de acondicionar líquidos para a comercialização.

Duas alunas deram a seguinte resposta: “É importante na substituição de alguns minerais na confecção de materiais utilizados no cotidiano.” Houve uma confusão no entendimento do conceito de “minerais”, uma vez que o plástico surgiu como um substituto de madeira, vidro, metais, chifres e cascos de animais.

Ao serem questionados sobre o impacto ambiental, social e econômico dos plásticos na nossa sociedade, a maioria dos alunos disse ser negativo esse impacto, pois os plásticos demoram muito tempo para se decompor na natureza. Fica evidente que a impressão mais forte que os alunos têm acerca dos plásticos é negativa, associando o material diretamente a degradação da natureza. Quatro alunos apesar de citarem esse aspecto negativo, lembraram

que a utilização do plástico também é vantajosa economicamente, pois sua produção e utilização demandam menos energia barateando os produtos.

Ainda sobre a relevância dos plásticos, duas alunas responderam: “Não é bom porque demora para se deformar”. Aqui houve uma confusão no entendimento da palavra deformar, provavelmente elas queria dizer “decompor”. O uso equivocado do vocábulo nos leva a crer que o conceito de decomposição para essas alunas não foi bem compreendido.

Foi perguntado aos alunos se já tinham ouvido falar de “plásticos biodegradáveis”. Em resposta, cinco deles nunca ouviram falar, porém um deles disse que imaginava que seria um plástico que não prejudica o meio ambiente. Podemos supor que para esse aluno o plástico que não é biodegradável prejudica o meio ambiente. Todos os outros alunos responderam que já ouviram falar e cinco deles definiram como sendo plásticos que se decompõem com uma maior facilidade que o plástico normal. Responderam de forma simples, não mencionando, no entanto, como se daria essa biodegradação. Duas alunas responderam que “são produtos que não causam males”, deixando subentendido que também plástico comum é maléfico para a natureza. Uma das alunas respondeu que é um plástico que causa muitos males, se ela realmente ouviu falar em plásticos biodegradáveis, fez uma confusão com as informações. Um dos alunos respondeu que são “plásticos reutilizáveis”, incorrendo em erro conceitual porque é justamente o contrário. Outro aluno disse ser “uma boa forma de substituir o plástico tradicional”, para esse aluno o problema ambiental causado pelos plásticos seria resolvido pela sua simples substituição por seu similar biodegradável.

Quando questionados sobre o destino de plásticos gerados na cidade onde eles moram, quatorze responderam que eles viram lixo e são levados para os lixões. Como alternativa a isso eles, falaram que o plástico deveria se separado do lixo e reciclado ou reaproveitado de alguma forma. Quanto a essa resposta eles foram coerentes, pois moram em uma cidade em que não existe nenhum tipo de coleta seletiva, sendo todo o lixo coletado e levado para os lixões nos arredores da cidade. Uma aluna disse que o plástico acaba indo para os rios e esgotos. Ela não deve ter se atentado ao fato da pergunta se referir a cidade dela, pois não há rios na cidade onde moramos. Uma das alunas disse não saber disse não saber que destino é dado aos plásticos.

Para finalizar foi perguntado a todos se eles saberiam dizer se existe coleta seletiva na região onde moram. Sete alunos responderam que não sabiam e cinco afirmaram não existir. Uma aluna disse “achar que não existe, mas deveria ter”. Apenas um aluno disse que “provavelmente sim”. Uma aluna afirmou que “não existe, o administrador falou que ia

implantar, mas até agora não implantou.” Como a coleta seletiva é um projeto que deve contar com a colaboração da sociedade e um meio usado para isso é a publicidade, se existisse coleta este serviço com certeza pelo menos alguns alunos saberiam informar.

As respostas do questionário foram de extrema importância para definir que estratégias abordar no desenvolvimento da proposta

### Atividades da Unidade de Ensino

Após trabalhar alguns conceitos com a turma, da primeira a terceira aula, e rever algumas concepções equivocadas reveladas pelo questionário, foi pedido aos alunos, na quarta aula, que resolvessem os exercícios da página 564 do livro “Química & Sociedade” (Anexo 8). As três questões do livro são similares as perguntas 2 e 3, feitas no questionário inicial. Essa atividade possibilitou-nos ver a ocorrência de evolução após nossas aulas. O trabalho foi desenvolvida em duplas e trios, pois uma das alunas é deficiente, tendo sua coordenação motora comprometida. Por isso, a professora, regente da turma, pediu que as atividades realizadas em sala de aula fossem sempre em grupos.

A primeira pergunta questionava a importância do plástico na sociedade. A Tabela 2.1 expõe as respostas dos seis grupos.

**Tabela 3.1** – Respostas dos alunos dada 1ª. pergunta do “Pense, Debata e Entenda”, constante na página 565 do Livro Química & Sociedade.

Grupo 1	“A praticidade que ele nos traz.”
Grupo 2	“Menor custo de transporte, de materiais e produção.”
Grupo 3	“O plástico na sociedade atual pode substituir materiais utilizados antigamente como madeira, metal, vidro, entre outros. Fazendo com que as indústrias lucrem mais com esses materiais mais “baratos”.”
Grupo 4	“O plástico é importante porque ele possuiu uma durabilidade maior e é um material muito resistente, porque demora para se decompor.”
Grupo 5	“O plástico foi uma revolução, ele nos trouxe facilidade para o dia a dia, sendo utilizado na substituição de outros materiais, tanto na medicina, educação, higiene, trabalho.”
Grupo 6	“O plástico tem uma importância mais econômica e prática. Seu uso custa mais barato no transporte e sua durabilidade e multiusos são muito aceitos pela sociedade.”

As respostas se dividiram em duas linhas de pensamento principais. Alguns alunos relacionam a importância do plástico na sociedade à sua praticidade e a economia de energia e dinheiro, proporcionada pela troca de outros materiais (madeira, vidro, metal, chifres e cascos de animais) por eles na fabricação de utensílios diversos. Outra parte dos alunos associa essa importância a resistência e a durabilidade dos plásticos.

Os alunos conseguiram rever o que sabiam previamente sobre a importância dos plásticos em suas vidas e elaborar novas respostas baseadas nos conceitos trabalhados durante o desenvolvimento da Unidade Didática. Em grupos eles puderam discutir e entrar em um consenso sobre que resposta seria escrita na atividade a ser entregue, que passaria por avaliação. Sendo assim, as respostas foram refletidas e melhor elaboradas.

Foi perguntado aos alunos dentre todos os objetos que eles utilizam diariamente quais são feitos de plástico. A Tabela 3.2 relaciona as respostas dos seis grupos dada a segunda resposta.

**Tabela 3.2** – Respostas dos alunos dada 2ª. pergunta do “Pense, Debata e Entenda”, constante na página 565 do Livro Química & Sociedade.

Grupo 1	“A maioria, canetas, cadeiras, escova de dentes, etc.”
Grupo 2	“Calçados, controle de televisão, bolsas, vassoura, embalagens de refrigerante, prendedor de cabelo.”
Grupo 3	“Muitos materiais dos quais utilizo são feitos de plástico, como a cadeira, a lapiseira, a aba do meu boné, as teclas do meu computador, entre outros.”
Grupo 4	“Caneta, celular, escova, pente, relógio, cadeira.”
Grupo 5	“Praticamente todos, uma porcentagem de mais ou menos 80%. Tudo o que vamos fazer os materiais contém plástico, panela, material de estudo, higiene, alimentação.”
Grupo 6	“Escova de dentes, copos, roupas, pratos, prendedor de cabelo, bucha de banho e escova de banho, garrafa de água.”

Todos os alunos lembraram-se de objetos que costumam utilizar diariamente, que são feitos de plástico. Essa proximidade com a vida diária deles facilita a abordagem do conteúdo, pois permite ao aluno associar o que é aprendido em sala de aula com seu cotidiano.

Na terceira pergunta foi questionado quais são os inconvenientes dos plásticos após serem utilizados. Essa pergunta é extremamente importante uma vez que possibilitou a análise

do que os alunos passaram a pensar sobre os plásticos depois das explicações e debates em sala de aula.

Antes do início da Unidade de Ensino, grande parte dos alunos associava o plástico a degradação da natureza e ao desequilíbrio ambiental. Sendo assim, um material nocivo a natureza e, conseqüentemente a vida. Muitos veículos de comunicação associam o plástico à poluição. Esse equívoco é passado para a sociedade como uma verdade, e muitos, não tendo informações o suficiente para analisar criticamente o que é exposto pela mídia adotam o mesmo pensamento, atribuindo a culpa da poluição da natureza ao material em questão.

Tendo as respostas das perguntas em mão foi possível identificar se ainda restavam concepções mal formuladas sobre as questões polêmicas que cercam os “plásticos” no dos alunos. Uma vez que, para se continuar o trabalho de forma coerente, os alunos deveriam possuir definições corretas dos conceitos trabalhados para que as novas concepções pudessem se “ancorar” de forma significativa.

**Tabela 3.3** – Respostas dos alunos dada 3ª. pergunta do “Pense, Debata e Entenda”, constante na página 565 do Livro Química & Sociedade.

Grupo 1	“Ele demora muito para se degradar na natureza, se não for descartado da maneira correta. E como nós não temos ou fingimos não ter consciência acontece o que vemos quase todos os dias na TV.”
Grupo 2	“O plástico abandonado interfere no ambiente obstruindo redes naturais de água (como rios e córregos), de esgoto e águas pluviais.”
Grupo 3	“Quando os plásticos são depositados indevidamente na natureza podem poluir como entupindo boca de lodo, poluindo rios e mares ou até matando animais (quando o confundem com alimento).”
Grupo 4	“Depois de serem utilizados, na maioria das vezes ele é descartado indevidamente e esse fato pode poluir o meio ambiente.”
Grupo 5	“É pela a dificuldade dele se degradar. Os plásticos quando usados corretamente não traria nenhum mal, mas como, por sua facilidade de se encontrar as pessoas acabam descartando fácil, jogando em qualquer lugar provocando poluição.”
Grupo 6	“São descartados de uma forma que não degrade o meio ambiente, o que não ocorre quando os jogamos na lixeira.”

Os grupos foram unânimes em reconhecer que o problema ambiental gerado não é culpa da durabilidade do plástico, mas sim do descarte indevido dos objetos fabricados nesse material na natureza. Percebiam que a durabilidade foi inclusive uma característica almejada quando pensou-se em sintetizar um novo material que substituísse osso, madeira etc. Sabendo

que os alunos passaram a ver os plásticos de uma nova forma, foi dada continuidade ao trabalho proposto da Unidade de Ensino.

Analisando o aspecto geral de cada resposta pôde-se perceber que elas foram mais claras e objetivas que as dadas ao primeiro questionário. Os alunos conseguiram expor de maneira mais clara, e consciente, mostrando compreensão sobre o conteúdo trabalhado em sala de aula. Deixaram de usar apenas com o conhecimento do senso comum e passaram a inserir em suas respostas os conceitos trabalhados e discutidos com a professora e os colegas.

Para finalizar a Unidade de Ensino, foi proposta aos alunos uma atividade diferenciada (Apêndice 3). Nesta atividade, os alunos deveriam propor uma maneira criativa e diferente de se descartar as sandálias de borracha. Para isso, eles deveriam justificar sua proposição dizendo o porquê da necessidade de se elaborar um projeto que propõe um destino diferenciado do que é dado atualmente. Eles também deveriam mostrar de que forma esse projeto iria contribuir para a sociedade e como ele envolveria a comunidade em que ele seria desenvolvido.

O trabalho deveria ser realizado em trios ou em quartetos. Apenas um dos grupos entregou o trabalho na data combinada. Sendo assim, dei mais uma semana para que os que não tiveram tempo de fazer pudessem ter uma nova oportunidade. No entanto, apenas dois grupos entregaram o trabalho na segunda data marcada, ao todo, somente 10 alunos fizeram o trabalho proposto.

O primeiro grupo expôs sua proposta em forma de texto. Eles disseram que descartar as sandálias de borracha não mais utilizada em lixões não é a melhor maneira de se preservar a natureza. Sem falar que dessa forma, ela não estaria sendo reutilizada. Eles afirmaram que as sandálias “Havaianas®” são de borracha, que, por sua vez, é constituída de polímeros sintéticos, obtidos a partir do petróleo. Disseram que por serem constituídos principalmente de carbono, levam mais de 100 anos para se decompor. Este grupo propôs a criação de uma ONG que compraria as sandálias que seriam descartadas por um valor simbólico, as mandariam para trituração e com o produto triturados ele fabricariam *puffs*.

Esse grupo mostrou ter assimilado muito bem os conceitos e definições trabalhados durante o desenvolvimento da Unidade de Ensino. Cometeram apenas um equívoco o qual acredito ter sido apenas falta de atenção ao formular a frase. Eles afirmaram que “no caso das Havaianas® a matéria prima faz com que as sandálias não sejam renováveis.” Acredito que com essa afirmação eles quiseram dizer que a fonte principal dos polímeros, que é o petróleo,



é uma fonte esgotável. Sendo as sandálias de borracha dependentes de materiais derivados diretamente do petróleo.

O segundo grupo também expôs sua proposta em forma de texto. Eles afirmaram que as Havaianas® são feitas de borracha sintética, um material de difícil degradação na natureza. Para eles, a melhor maneira de se aproveitar esse plástico é a reutilização. Mas antes disso, eles fariam um trabalho de conscientização da população influenciando a doação do par de sandálias velho, que as pessoas já não usam mais, para pessoas que necessitem. Também propuseram a doação das sandálias para a síntese de artesanato. Para isso, eles criariam um lugar onde quem não quisesse mais sua sandália pudesse deixá-la e quem tivesse interesse em reutilizá-la, de alguma forma, pudesse pegá-la. Eles também abriram a possibilidade da própria empresa São Paulo Alpargatas fosse responsável por criar esses pontos de “devolução” das sandálias, para que ele as reciclassem e as utilizassem na fabricação de exemplares novos.

Esse grupo pensou mais na reutilização das sandálias como calçados mesmo, não propuseram a síntese de novos objetos com elas. E ao tentarem inserir a questão social no projeto, eles se referiram a doação das sandálias usadas para quem necessite. Para eles, a participação da comunidade no projeto foi pontual, eles não atribuíram nenhuma tarefa a ser desenvolvida pelas pessoas da comunidade a qual o projeto deveria atingir.

O terceiro grupo foi bastante criativo. Expuseram sua proposta em forma de quadrinhos desenhados por eles mesmos. Eles fizeram um breve histórico das sandálias Havaianas® no Brasil até chegarem à problemática do que se fazer com tais sandálias para não serem descartadas nos lixões. Eles afirmaram que as sandálias são de borracha e que a matéria prima utilizada para sintetizar tal material é proveniente do petróleo e da cana-de-açúcar, especificando que o petróleo, diferente da cana-de-açúcar, é uma fonte esgotável de matéria prima. Esse grupo propôs a fabricação de sandálias de borracha mais resistentes (principalmente a correia), com uma coloração forte (para não parecerem velhas) e que fossem biodegradáveis. Assim, elas durariam mais tempo sem sair de moda e quando fossem descartadas pudessem se degradar com uma maior facilidade. A proposta final desse grupo seria fazer a coleta seletiva das Havaianas®, tendo um lugar específico para se entregar as sandálias velhas e quebradas. Esse grupo não envolveu, na proposta, a comunidade em que o projeto será desenvolvido.

Com a análise dos trabalhos finais, pode-se ver que os alunos se apropriaram dos conceitos corretos acerca dos plásticos. Perceberam que o principal problema gerado por esse

material, não está em sua constituição, mas na falta de consciência ambiental da população que os descarta indevidamente na natureza.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os alunos conseguiram expor de maneira mais clara o conhecimento do conteúdo trabalhado em sala de aula. Deixaram de responder apenas com o conhecimento do senso comum e passaram a inserir em suas respostas os conceitos trabalhados e discutidos em sala.

Com a análise da última atividade proposta ficou evidente que os alunos não atribuem o problema da poluição aos plásticos e sim ao seu descarte indevido, feito pela própria sociedade.

Uma importante conclusão que eles chegaram foi que a melhor forma de se evitar o descarte indevido seria a reutilização dos plásticos para a síntese de novos objetos. Todos os grupos sugeriram a reciclagem ou a reutilização como última alternativa.

Portanto, acreditamos que a inserção da temática escolhida para esse trabalho funcionou como um tema motivador para que se observasse o interesse em discutir tanto os conteúdos quanto às questões relativas aos problemas ambientais.

## REFERÊNCIAS

- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 3, mai. 2006. Disponível em <[http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n3/v10\\_n3\\_a5.html](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n3/v10_n3_a5.html)>. Acessado em 16 de novembro de 2011.
- CAETANO, M. J. L. Síntese histórica sobre a borracha e a sua industrialização. Disponível em: <[http://www.ctb.com.pt/?page\\_id=467](http://www.ctb.com.pt/?page_id=467)>, última atualização em 2010 – 2011. Acessado em 20 de outubro de 2011.
- CANTO, E. L. **Plásticos: bem supérfluo ou mal necessário?** 2ª edição. São Paulo: Editora Moderna, 2004.
- GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas (SP): Alínea, 2001.
- GORNI, A. A. A evolução dos materiais poliméricos ao longo dos tempos. Disponível em: <[http://www.gorni.eng.br/hist\\_pol.html](http://www.gorni.eng.br/hist_pol.html)>, última atualização em 10.09.2003. Acessado em 18 de maio de 2011.
- GUITIÁN, R. Evolução dos conceitos de polímero e de polimerização. Disponível em: <<http://allchemistry.iq.usp.br/pub/metabolizando/pdf/bb65001f.pdf>>, último acesso em 10 de dezembro de 2011.
- HISTÓRIA DAS HAVAIANAS. Disponível em: <http://br.havaianas.com/pt-BR/about-havaianas/history/>. Acessado em 24 de setembro de 2011.
- JÚNIOR, S. V. C. **Ciência dos Polímeros: Um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. São Paulo: Ed. Artliber, 2002.
- KLIDZIO, R.; BRUM, D.V.; RUSSO, S. L.; CAMARGO, M. E.; JARDIM, I. G. O impacto ambiental das embalagens plásticas em Santo Ângelo – RS. Disponível em: <<http://www.urisan.tche.br/~gep/2001/impactoambiental.pdf>>, última atualização em 2001. Acessado em 10 de dezembro de 2011.
- LOPES, A.C. Conhecimento escolar em química - processo de mediação didática da ciência. *Química Nova*, v. 20, n. 5, pp. 568–563, 1997. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v20n5/4901.pdf>>. Acessado em 15 de novembro de 2011.
- LOPES, L. Levantamento cronológico: “Evolução dos materiais poliméricos”, IMA/UFRL 1ª Semana de polímeros, 2007.

MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Revista Brasileira de Educação, Anped, n. 26, pp. 95-108. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n26/n26a07.pdf>>. Acessado em 16 de novembro de 2011.

MATTOS, N. C. M.; PERES, P. E. C. Coletar e reconhecer o plástico: uma atitude em educação ambiental. REGET – CT / UFSM, vol. 1, nº 1, p. 01 – 12, 2010.

MOLECULE OF THE DAY, “Nylon – (War silk!)” Disponível em: <[http://scienceblogs.com/moleculeoftheday/2006/08/nylon\\_war\\_silk.php](http://scienceblogs.com/moleculeoftheday/2006/08/nylon_war_silk.php)>, última atualização em 22.08.2006. Acessado em 18 de julho de 2011.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

PINTO, J. C. Carta de um leitor. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 17, nº 3, 2007.

SANTOS, G. R.; MOTHÉ, C. G. Prospecção e perspectivas da borracha natural *Hevea Brasiliensis*. Revista Analytica, Dezembro 2006/2007. Nº 26.

VICENTINO, C.; DORIGO, G. **História para o ensino médio: história geral e do Brasil**. São Paulo: Ed. Scipione, 2001.

WARTHA, E. J. ; FALJONI-ALARIO, A. A contextualização do ensino de Química através do livro didático. Química Nova na Escola, nº22, Nov. 2005.

## APÊNDICE 1

Nome:

Idade:

### Questionário

- 1- Você saberia dizer o que é um plástico? Conhecem outro nome para denominar os vários tipos de plásticos?
- 2- Qual a importância do plástico para nossa sociedade?
- 3- Qual é o impacto ambiental, social e econômico dos plásticos em nossa sociedade?
- 4- Você já ouviu falar de plásticos biodegradáveis? Se já ouviu, o que você entende por isso?
- 5- Que destinos podem ser dados aos resíduos de plásticos produzidos na cidade onde você mora?
- 6- Você sabe se existe coleta seletiva em sua região? Se sim, que fim é dado ao material segregado pela coleta seletiva?

## **APÊNDICE 2**

Universidade de Brasília – UnB

Instituto de Química – IQ

Disciplina: Estágio em Ensino de Química 2

Turma: B

Professora: Joice de Aguiar Baptista

### **PLANO DE UNIDADE**

*Polímeros*

Aluna: Gisele Alves Medeiros

Matrícula: 08/30453

## 1. Dados Gerais

Nome da Escola: *Centro de Ensino Médio 01 (CEM 01) do Paranoá*

Professora Supervisora: Salma Abud

Turno: Vespertino

Série: 3º ano

Nº de Alunos: 49

Descrição das condições (sala e/ou laboratório):

A sala é bem iluminada e arejada, porém o extremo calor e a seca acabaram tornando a sala muito quente e abafada, pois o sol bate nas janelas da sala durante toda a tarde e para amenizar um pouco a quentura os alunos fechavam as janelas, tornando a sala abafada. A sala não é muito grande, porém comporta de maneira satisfatória o número de alunos, que não são muitos, uma vez que o número de abdição nessa série é extremamente elevado na escola. O ambiente possui um quadro branco, um ventilador, a mesa do professor e as cadeiras dos alunos que são do tipo “universitária”.

Descrição do perfil dos alunos (3º ano)

Durante o período das minhas observações, o número de faltosos foi bastante elevado. Estão matriculados na turma 49 alunos, sendo frequentes apenas 24 (aproximadamente). E desses poucos alunos, muitos costumam faltar. Por volta de 19 alunos frequentaram as aulas.

Observamos que eram jovens bem tranquilos e conversam um pouco, mas respeitam os pedidos de silêncio da professora. A relação entre todos da sala pareceu-nos bem harmoniosa. Porém, existia uma separação entre os que escolhem sentar na frente, bem próximo ao quadro branco, e os que elegem sentar no fundo da sala, encostados na parede. O centro da sala, dessa forma, fica vazio, sendo ocupado apenas pelas carteiras. Dentre os alunos há uma menina que tem necessidades especiais. Ela tem o sistema motor comprometido, sua coordenação motora é extremamente limitada, porém seu sistema cognitivo é normal como o dos



outros alunos. Sendo assim, ela não pode forçar muito o braço escrevendo, pois a leva a ter dores pelo esforço. Os alunos mantêm uma boa relação com ela, aparentemente se sentem muito bem em ajudá-la nas tarefas. Como ela se senta na frente da sala, a comunicação dela fica restrita aos colegas que estão mais próximos. Os alunos que escolheram sentar-se no fundo da sala aparentemente não fizeram isso para bagunçar ou fazer outras atividades não relacionadas a aula. Pareceu-nos que eles são tão interessados quanto os alunos da frente, porém interagem menos com a professora.

Existem dois alunos que se sentam no fundo que são mais dispersos e muito calados. Durante as observações feitas houve interação deles com a professora apenas uma vez. Em contraposição a esse caso, a relação da professora com os alunos que costumam sentar na frente é bastante dinâmica e agradável. Parece haver certa intimidade entre os alunos e a professora, não deixando de ser uma relação respeitosa.

## **1. Unidade de Ensino**

Polímeros.

## **2. Conteúdos**

- Contexto histórico em que os polímeros foram descobertos como alternativa a alguns materiais como marfim, metal, madeira, vidro etc.;
- Desenvolvimento dos polímeros sintéticos e contexto histórico;
- Tipos e aplicações de polímeros;
- Reações químicas na síntese de alguns polímeros;
- Nomenclatura e etimologia da palavra;
- Impacto ambiental causado pelo descarte indevido de objetos sintetizados em tal material.

### 3. Objetivos Gerais

Ao se concluir as atividades propostas por esta Unidade de Ensino, os alunos devem ser capazes de: 1) classificar os tipos de polímeros existentes bem como a relação deles com seus respectivos nomes, demonstrando de forma esquemática a utilização de tais materiais no cotidiano; 2) enumerar as vantagens da utilização de materiais poliméricos na síntese de diversos utensílios domésticos em detrimento de metais, madeira e vidro; 3) argumentar em que contextos a utilização inadequada dos plásticos é prejudicial e em quais é benéfica para os seres vivos; 4) observar o quanto o desrespeito que o ser humano tem pela natureza tem trazido problemas ambientais, que coloca em risco o maior dos direitos humanos: a vida; 5) enumerar as diversas formas de como o problema do descarte indevido de plásticos pode ser superado; 6) aplicar as informações trabalhadas nesta unidade de ensino em suas vidas diárias, solucionando eventuais problemas relacionados ao descarte indevido dos plásticos, demonstrando o quanto é importante uma tomada de consciência em relação à contribuição que cada indivíduo pode oferecer simplesmente em não jogar plásticos (embalagens) nas ruas; 7) comparar as qualidades dos materiais poliméricos com a qualidade de outros tipos de materiais que não seriam tão prejudiciais à natureza como, por exemplo, os biodegradáveis e 8) identificar qual seria a melhor opção, observando em que situação cada um deles seria melhor utilizado.

### 4. Objetivos Específicos

Algumas habilidades serão trabalhadas com os alunos durante o desenvolvimento deste Plano de Unidade, são elas:

- Pesquisar e ler em que contexto histórico os polímeros foram descobertos;
- Relacionar o interesse socioeconômico em se desenvolver materiais poliméricos, que impactassem menos a natureza;
- Identificar se o conceito de monômero e polímero ficou claro para os alunos;

**Caberá ao professor observar se os alunos são capazes de:**

- relacionar o nome dos polímeros com sua estrutura e com seu respectivo monômero;
- reconhecer em que ocasiões a informação da composição dos objetos é importante;
- relacionar o conhecimento apreendido durante o decorrer da Unidade de Ensino ao seu cotidiano;
- ler e entender assuntos correlacionados à temática publicadas em veículos de informações e identificar até onde o que se afirma é verídico e relevante;
- diferenciar polímeros naturais e sintéticos;
- definir e identificar a importância da utilização de polímeros para a preservação da diversidade natural;
- identificar quais problemas a disposição final indevido dos materiais poliméricos têm gerado;
- reconhecer a importância de uma mudança de comportamento frente ao tipo de coleta realizada;
- enumerar as possibilidades de reutilização e reciclagem dos plásticos considerados inservíveis para alguns.

## **5. Estratégias**

- Utilizar o quadro branco para escrever alguns conceitos necessários para a compreensão do conteúdo;
- Utilizar a TV para passar vídeos relacionados ao tema trabalhado, bem como para expor alguns slides ilustrativos;
- Ler textos atuais sobre o conteúdo e a temática trabalhada e discutir em grupo a relevância de tais informações;
- Consultar o livro didático fornecido pelo governo, para que os alunos possam ver o quão rico de informações é o material que ele tem em mãos;
- Trabalhar com simulações de problemas com os alunos durante o decorrer do plano de unidade para que eles possam enumerar as vantagens e desvantagens da utilização dos plásticos, aplicando, para isso, o conteúdo explorado em sala de aula;

- Dispor na sala as carteiras em formato “U”, para possibilitar maior participação e interação dos alunos que sentam costumeiramente nas últimas carteiras, bem como promover um maior contato visual entre alunos e professor.

## **6. Material Didático e Recursos**

- Quadro branco;
- TV;
- Textos atuais sobre o tema;
- Livro didático “Química & Sociedade”.

## **7. Avaliação**

A forma de avaliação será dividida em atividades diferenciadas.

- Simulação de situações problemas (2,0 pontos.) e atividades realizadas durante as aulas (1,0 ponto.).
- TOTAL = 3,0 pontos.

## DESCRIÇÃO DAS AULAS

### **AULA 1 e 2 – Identificação das concepções dos alunos acerca dos polímeros DATA DA REALIZAÇÃO - 10/10/2011**

#### Objetivos

Identificar que noções os alunos têm sobre polímeros e desmistificar possíveis concepções equivocadas que alguns alunos possam vir a formular para compreender esse tema.

#### Introdução

Iniciar a aula com o questionário presente no Apêndice I. O questionário é composto de perguntas simples, com o objetivo de se identificar o que eles entendem pelo material plástico. Bem como identificar se eles sabem que alguns polímeros são chamados mais comumente de plástico.

#### Desenvolvimento

Como o questionário é bem curto e simples, espera-se que os alunos concluam a tarefa em no máximo 10 minutos. Após recolher os questionários, se eles concordarem, vou pedir para organizarem as carteiras em formato de “U” e começar uma discussão com exatamente as mesmas perguntas constantes no questionário, a fim de descobrir que conhecimentos os alunos tem para iniciarmos a abordagem do conteúdo. Com as informações obtidas na discussão vou relacionar o conteúdo à temática escolhida: as sandálias de borracha.

Perguntar a eles quem costuma usar esse tipo de sandálias diariamente. Se eles conhecem muitas pessoa que também possuem esse hábito. Sabendo que tantas pessoas usam essa sandália, perguntar se eles têm ideia de como é fabricada. Na discussão, identificar se eles conseguem associar que o material em que a sandália é fabricada é polimérico (alguns tipos de polímeros).

Após essa introdução apresentar aos alunos um esquema com todos os materiais utilizados na fabricação de uma sandália de borracha (Apêndice 5), sendo o tipo de calçado mais conhecido e utilizado no Brasil.

Apresentar as principais funções desempenhadas por um químico, mostrando que o polímero sintético surgiu da necessidade de não se depender exclusivamente de matérias primas retiradas diretamente da natureza. Sendo assim, foi um material criado em laboratório com propriedades similares aos polímeros derivados da borracha natural.

Visualizando o esquema de materiais envolvidos na fabricação de uma sandália de borracha, mostrar como esse utensílio simples movimenta um elevado número de serviços, pessoas e envolve muito conhecimento científico. Levando isso em consideração, perguntar se eles conseguem imaginar de onde vem toda matéria prima utilizada para sintetizar polímeros.

### Conclusão

Deixar como provocação a seguinte pergunta: “E se toda ela fosse extraída diretamente das seringueiras?” Pedir para os alunos perguntarem aos avôs 5 coisas que eles utilizavam antigamente que hoje são feitas em materiais poliméricos.

## **AULA 3 e 4 – Histórico dos polímeros e algumas propriedades**

**DATA DA REALIZAÇÃO - 17/10/2011**

### Objetivos

Que o aluno possa identificar como ocorreu o processo de descoberta dos polímeros naturais. Relacionar a descoberta dos polímeros sintéticos com o desenvolvimento da indústria e com a escassez de matéria prima, tendo em vista a demanda crescente por polímeros.

### Introdução

Pedir para os alunos organizarem suas carteiras em formato de “U” (se eles tiverem gostado de se organizarem assim na primeira aula).

### Desenvolvimento

Ler com os alunos o livro texto adotado pela escola (Pags. 564 até 568) e relacionar com o tema escolhido.

Discutir as possíveis dúvidas, em relação ao texto, que possam surgir. Se houver tempo após essas atividades, introduzir a parte do conteúdo que aborda as características dos polímeros. (Pags. 568 até 572).

### Conclusão

Pedir aos alunos que leiam as páginas 568 até 572, do livro Química & Sociedade. Pedir para que todos venham de calça comprida e tênis e as meninas, além disso, para que venham de cabelo preso, pois faremos experimentos na aula seguinte.

## **AULA 5 e 6 – Experimentos para exemplificar algumas características de polímeros**

**DATA DE REALIZAÇÃO - 24/10/2011**

### Objetivos

Enumerar as diversas características dos polímeros por meio da realização de experimentos demonstrativos. Demonstrar alguns processos de obtenção de polímeros.

### Introdução

Perguntar se eles conseguem diferenciar um polímero sintético de um natural.

### Desenvolvimento

Fazer experimentos pra demonstrar as principais características dos polímeros. (Anexo 1)

### Conclusão

Perguntar, ao fim de cada experimento, se eles observam no dia-a-dia materiais com determinadas características marcantes. Solicitar aos alunos que tragam na próxima aula figuras que remetam a problemática da disposição inadequada de polímeros na natureza.



## **AULA 7 e 8 – Trabalho em grupo – Simulação de problemas ambientais**

### **DATA DE REALIZAÇÃO - 31/10/2011**

#### Objetivos

Identificar o que os alunos entenderam sobre polímeros e sobre a polêmica gerada devido ao descarte indevido desse material na natureza.

#### Introdução

Ler textos atuais relacionados aos problemas ambientais gerados pelo descarte indevido de plásticos na natureza. Fazer os trabalhos em grupos.

#### Desenvolvimento

Pedir para os alunos se dividirem em grupos e entregar textos e reportagens atuais falando do problema ambiental gerado pelo descarte indevido de objetos fabricados em materiais poliméricos. Pedir para, que cada grupo exponha o que leram nos textos fornecidos.

#### Conclusão

Avisar que na próxima aula a avaliação será semelhante a atividade desenvolvida nessa aula.

**AULAS 9 e 10 – Avaliação – Simulação de Problema**  
**DATA DE REALIZAÇÃO - 07/11/2011**

Objetivo

Avaliar os alunos por meio de uma simulação de problema gerada pelo descarte inadequado de sandálias de borracha.

Introdução

Entregar as simulações para os alunos sintetizarem os textos, resolvendo os problemas propostos.

Conclusão

Recolher os textos elaborados pelos alunos.

## **APÊNDICE 3**

### **Avaliação Final**

A Sandália Havaianas® é uma marca brasileira criada em 1962, inspirada em um modelo de sandália japonesa chamada Zori, por isso mesmo, já foram conhecida como sandálias japonesas. Seu nome foi inspirado no Havaí, remetendo a sensação gostosa de desfrutar um momento agradável e relaxante, proporcionado pelo modelo da sandália que deixa os pés livres e descobertos. A textura de seu solado de borracha reproduz grãos de arroz em homenagem a sua inspiração inicial (Zori), que era feita de palha de arroz e tiras de tecido. Foi a primeira a introduzir o conceito “chinelo de dedos” no Brasil.

Já na década de 70, seu modelo era imitado por outras marcas. Na década de 80, as Havaianas® eram consideradas indispensáveis na vida dos brasileiros, sendo considerada como item da sexta básica.

No fim da década de 90, estas marca de sandália lançou moda, desde então são criadas novas estampas e modelos constantemente. Foram criados inclusive modelos para bebês, que mal sabem andar. O sucesso no exterior deste produto brasileiro teve seu ápice no início dos anos 2000. O sucesso só foi aumentando no decorrer dos anos, e hoje já é comercializada em mais de 60 países.

As sandálias de borracha se tornaram símbolo do alto astral brasileiro em qualquer parte do mundo.

A empresa São Paulo Alpargatas tem 18.418 funcionários, considerando a sede, as fábricas e escritórios no exterior. A fábrica das Havaianas® fica em Campina Grande, que fica a aproximadamente 120 km da capital João Pessoa, e essa cidade é considerada um dos principais pólos industriais e tecnológicos da região Nordeste do Brasil.

Sabendo que a comercialização desse bem de consumo não durável atinge escalas milionárias assim como descreve a pesquisa feita pela própria empresa em 2007, ano no qual a empresa vendeu 173 milhões de pares de sandálias

Havaianas®. Isso representa 473.973 pares por dia, 19.749 pares por hora, 330 pares por minuto e 6 pares por segundo.

Com todo esse consumo e sabendo que as sandálias de borracha são um bem de consumo não durável, muitas sandálias são descartadas por não serem mais úteis ou por simplesmente não estarem na moda. Muitas delas são descartadas indevidamente na natureza, gerando problemas ambientais. Outra grande parte vai parar nos lixões e aterros sanitários. Essa seria a melhor forma de se descartar as sandálias de borracha? Quanto tempo materiais poliméricos levam para se decomporem na natureza? De onde vem a grande parte da matéria prima utilizada para a fabricação de polímeros sintéticos, tais como as sandálias de borracha? Essa matéria prima é renovável? O que poderia ser feito com essas sandálias para se economizar dinheiro, matéria prima e se preservar a natureza de um dos produtos que contribuem para sua poluição?

Pensando na natureza, na manutenção do meio ambiente sem poluição e na sua qualidade de vida, a empresa São Paulo Alpargatas lança um desafio para vocês! Elabore uma estratégia em que ela possa alcançar os objetivos acima descritos. Ou seja, trace um planejamento de destino que deve ser dado às sandálias de borracha que, hoje em dia, são descartadas indevidamente na natureza. Pense em como seu projeto poderia ajudar socialmente comunidades carentes. Pense em como seu projeto pode contribuir para a formação de cidadãos, seja fazendo parcerias com instituições de ensino ou criando ONG (Organizações não Governamentais). Utilize a política dos 3 Rs para nortear a criação de sua proposta. Relacione, se possível, sua proposta com o texto previamente lido.

Para a apresentação de seu projeto elabore um texto, com figura, colagens, desenhos, que exemplifiquem como você pensa em acabar com o descarte indevido das sandálias de borracha na natureza. Lembrem-se de responderem as questões e de seguirem as dicas citadas nos parágrafos anteriores para elaborarem seus textos. Usem e abusem da criatividade, sejam inovadores e revolucionem o modo de pensar das empresas desse tipo de calçado, como por exemplo, a São Paulo Alpargatas com sua proposta. (2,0 pts.)



## ANEXO 1

**Os roteiros experimentais bem como os materiais para o desenvolvimento dos experimentos foram gentilmente cedidos pelo Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química (LPEQ) do Instituto de Química (IQ) da Universidade de Brasília (UnB).**

### **Experimento 1 - Polímeros Sintéticos e Naturais**

**Materiais:** Amostras de lã natural, seda natural, lã sintética, algodão, seda sintética, fósforos, bico de gás.

1. Algodão: queima fora da chama; resíduo cinza; odor de papel queimado.
2. Seda e lã: não derrete perto da chama; quando removidos da chama param de queimar; resíduo de cinza carbonizada escura; odor de cabelo queimado.
3. Poliéster: derrete perto da chama; encolhe na chama; queima com chama esfumaçada; odor desagradável; resíduo contém bolinhas do material derretido.

### **Experimento 2 – Rasgando jornal**

Alguns papéis preparados industrialmente em máquinas apresentam fibras alinhadas em uma certa direção. Fica então mais fácil rasgar o papel na mesma direção em que as fibras estão alinhadas do que no outro sentido porque as fibras de celulose interagem umas com as outras através de ligações de hidrogênio (representadas por traços pontilhados na figura a seguir). Já o papel artesanal não apresenta uma direção preferencial para as fibras se alinharem.

### **Experimento 3 – Polímeros Termorrígidos e Termoplásticos**

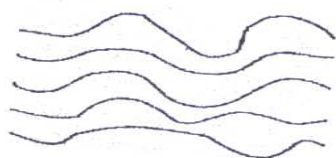
**Materiais:** pedaço de tubo de PVC, lamparina (isqueiro ou chama de vela), cabo de panela.

As propriedades físicas dos polímeros estão relacionadas à forma e ao modo de organização de suas moléculas. Durante a reação de polimerização, as moléculas podem se formar linearmente ou não.

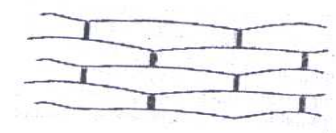
Quando as moléculas de polímeros crescem apenas em uma direção, formam polímeros lineares. São estes polímeros lineares que dão origem aos termoplásticos, ou seja, aqueles polímeros que podem ser amolecidos pelo calor e, que ao resfriarem, voltam a apresentar as características de rigidez inicial, como nos casos de tubos PVC e das garrafas PET. As forças de interações entre as cadeias não são muito fortes e podem ser rompidas pelo aquecimento.

Quando as moléculas de polímeros crescem de forma tridimensional, estes dão origem a materiais termofixos, ou seja, aqueles que não podem ser amolecidos pelo calor e remodelados, como é o caso do polifenol ou baquelite (polímero utilizado no cabo de panela).

Um material termoplástico pode ser refundido e remodelado diversas vezes. Já os termorrígidos, para serem reaproveitados, são moídos e misturados aos termoplásticos para a confecção de outros objetos.



Estrutura de um polímero termoplástico



Estrutura de um polímero termorrígido

#### **Experimento 4 – Obtenção de uma espuma**

**Materiais:** copo descartável, palito de picolé, reagente – etilenoglicol e diisocianato de fenileno.

A poliuretana é um polímero obtido a partir do diisocianato de parafenileno e do etilenoglicol. Essas duas substâncias, ao reagirem, produzem um polímero caracterizado pela repetição do conjunto de átomos conhecido como grupo uretana.

Adicionando-se, durante o preparo, quantidades adequadas de um agente expensor, pode-se obter as chamadas “espumas de poliuretana”, rígidas ou flexíveis. As primeiras servem para a fabricação de peças e embalagens, enquanto as últimas são usadas para fazer almofadas, colchões, travesseiros, estofamentos e as “esponjas” para lavar louça. A população em geral conhece este último material pelo nome “espuma”.

### **Experimento 5 – Modificação estrutural de um polímero (Síntese da geleca)**

Materiais: copo descartável, palito de picolé, reagente – solução de cola e bórax.

A “geleca” é conhecida comercialmente como um brinquedo para ceianças.

A cola já é formada por um polímero: poliacetato de vinila (PVA), cujo monômero é o acetato de vinila. Entretanto, ao se adicionar o bórax, promove-se novas reações de polimerização, unindo os polímeros já existentes por meio de novas ligações feitas com o íon borato. Dessa forma, obtêm-se um novo polímero, com propriedades físicas diferentes das existentes nas substâncias iniciais.

### **Experimento 6 - Polímero Absorvente**

Materiais: recipiente aberto (prato ou bandeja), fralda descartável, algodão e água.

Os dois materiais são poliméricos, o algodão é um polímero natural e está presente nas duas amostras. No entanto o algodão da fralda não fica encharcado e a água não escorre, evidenciando que nesta porção de algodão existe algum material absorvente.

Junto com o algodão, da fralda, há também poliacrilato de sódio, um polímero com capacidade de absorver cerca de 300 vezes sua massa em água (1 g absorve 300 g de água).

As cadeias de poliacrilato de sódio, cujo monômero é o acrilato de sódio  $\text{H}_2\text{C} = \text{CHCOONa}$  possuem em sua estrutura o grupo funcional carboxilato de sódio ( $-\text{COONa}$ ).



## ANEXO 2

### Grupo 1

**Faça uma resenha do texto e responda a questões do último parágrafo colocando a opinião de cada integrante do grupo, caso pensem de maneira diferente.**

#### **TEXTO - A farra dos sacos plásticos:**

**Autor:** André Trigueiro é redator do Jornal das Dez, da Globonews, desde 1996. Na Rádio Viva Rio AM (1180 kwz), Trigueiro apresenta o programa Conexão Verde, de segunda a sexta. Nele, aborda temas sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável. O jornalista é pós-graduado em Meio Ambiente pela MEB COPPE/UFRJ.

Rio de Janeiro, ano de 2.003 - O Brasil é definitivamente o paraíso dos sacos plásticos. Todos os supermercados, farmácias e boa parte do comércio varejista embalam em saquinhos tudo o que passa pela caixa registradora. Não importa o tamanho do produto que se tenha à mão, aguarde a sua vez porque ele será embalado num saquinho plástico. O pior é que isso já foi incorporado na nossa rotina como algo normal, como se o destino de cada produto comprado fosse mesmo um saco plástico. Nossa dependência é tamanha, que quando ele não está disponível, costumamos reagir com reclamações indignadas.

Quem recusa a embalagem de plástico é considerado, no mínimo, exótico.

Outro dia fui comprar lâminas de barbear numa farmácia e me deparei com uma situação curiosa. A caixinha com as lâminas cabia perfeitamente na minha pochete. Meu plano era levar para casa assim mesmo. Mas num gesto automático, a funcionária registrou a compra e enfiou rapidamente a mísera caixinha num saco

onde caberiam seguramente outras dez. Pelas razões que explicarei abaixo, recusei gentilmente a embalagem.

A plasticomania vem tomando conta do planeta desde que o inglês Alexander Parkes inventou o primeiro plástico em 1862. O novo material sintético reduziu os custos dos comerciantes e incrementou a sanha consumista da civilização moderna. Mas os estragos causados pelo derrame indiscriminado de plásticos na natureza tornou o consumidor um colaborador passivo de um desastre ambiental de grandes proporções.

Feitos de resina sintética originadas do petróleo, esses sacos não são biodegradáveis e levam séculos para se decompor na natureza. Usando a linguagem dos cientistas, esses saquinhos são feitos de cadeias moleculares inquebráveis, e é impossível definir com precisão quanto tempo levam para desaparecer no meio natural.

No caso específico das sacolas de supermercado, por exemplo, a matéria-prima é o plástico filme, produzido a partir de uma resina chamada polietileno de baixa densidade (PEBD). No Brasil são produzidas 210 mil toneladas anuais de plástico filme, que já representa 9,7% de todo o lixo do país. Abandonados em vazadouros, esses sacos plásticos impedem a passagem da água retardando a decomposição dos materiais biodegradáveis - e dificultam a compactação dos detritos.

Essa realidade que tanto preocupa os ambientalistas no Brasil, já justificou mudanças importantes na legislação - e na cultura - de vários países europeus. Na Alemanha, por exemplo, a plástico mania deu lugar à sacola mania. Quem não anda com sua própria sacola a tiracolo para levar as compras é obrigado a pagar uma taxa extra pelo uso de sacos plásticos. O preço é salgado: o equivalente a sessenta centavos a unidade. A guerra contra os sacos plásticos ganhou força em 1991, quando foi aprovada uma lei que obriga os produtores e distribuidores de embalagens a aceitar de volta e a reciclar seus produtos após o uso. E o que fizeram os empresários?

Repassaram imediatamente os custos para o consumidor. Além de anti-ecológico, ficou bem mais caro usar sacos plásticos na Alemanha. Na Irlanda, desde 1997 paga-se um imposto de nove centavos de libra irlandesa por cada saco plástico. A criação da taxa fez multiplicar o número de irlandeses indo às compras

com suas próprias sacolas de pano, de palha, e mochilas. Em toda a Grã-Bretanha, a rede de supermercados CO-OP mobilizou a atenção dos consumidores com uma campanha original e ecológica: todas as lojas da rede terão seus produtos embalados em sacos plásticos 100% biodegradáveis.

Até dezembro deste ano, pelo menos 2/3 de todos os saquinhos usados na rede serão feitos de um material que, segundo testes em laboratório, se decompõe dezoito meses depois de descartados. Com um detalhe interessante: se por acaso não houver contato com a água, o plástico se dissolve assim mesmo, porque serve de alimento para microorganismos encontrados na natureza. Não há desculpas para nós brasileiros não estarmos igualmente preocupados.

Mau exemplo: lixão em SP recebe 250 toneladas por dia com a multiplicação indiscriminada de sacos plásticos na natureza. O país que sediou a Rio-92 (Conferência Mundial da ONU sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente) e que tem uma das legislações ambientais mais avançadas do planeta, ainda não acordou para o problema do descarte de embalagens em geral, e dos sacos plásticos em particular.

É preciso declarar guerra contra a plástico mania e se rebelar contra a ausência de uma legislação específica para a gestão dos resíduos sólidos. Há muitos interesses em jogo. Qual é o seu?

## ANEXO 3

**A parte introdutória do artigo escrito pelo Prof. Dr. José Carlos Pinto foi repetida nos Anexos 3, 4 e 5 com o objetivo de situar os alunos no assunto abordado posteriormente. No entanto, cada anexo é composto por dois equívocos acerca do tema plástico, distintos.**

Grupo 2

**Faça uma resenha do texto seguinte destacando seus principais pontos, os problemas gerados pelos polímeros, o que foi feito ou o que está sendo feito para se contornar tais problemas e o que você pensa sobre a situação descrita.**

**Prof. Dr. José Carlos Pinto**

Programa de Engenharia Química / COPPE Universidade Federal do Rio de Janeiro

### **TEXTO - Polímeros: Ciência e Tecnologia**

Recentemente, no dia 27 de julho de 2007, o governador do estado de São Paulo, José Serra, vetou dois projetos de lei que pretendiam obrigar os estabelecimentos comerciais do estado a utilizarem sacolas plásticas oxibiodegradáveis. O veto foi suportado no argumento de que catalisadores baseados em metais pesados são usados para promover a decomposição dos plásticos que constituem as sacolas, gerando resíduos potencialmente muito mais prejudiciais ao ambiente do que os materiais originais que os geraram. O argumento defendido pela Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo é bastante sereno e maduro, despejando sobre esse debate um pouco de luz.

Apesar disso e quase simultaneamente, a Secretaria do Meio Ambiente do estado do Rio de Janeiro resolveu propor a obrigatoriedade do uso de sacolas plásticas (oxi)biodegradáveis por todos os estabelecimentos comerciais do estado, com o apoio do governador Sérgio Cabral. No caso do Rio de Janeiro, propõe-se

ainda o uso compulsório de carga orgânica biodegradável, como o bagaço de cana, nas formulações usadas para a fabricação de filmes e sacolas plásticas. A vontade política de aprovar essa lei é aparentemente tão grande, que o jornal "O Globo" decretou uma "Guerra aos Plásticos" no dia 26 de julho de 2007 (curiosamente, um dia antes do veto do governador José Serra) e deu ampla cobertura ao projeto do Secretário de Meio Ambiente do estado, deputado Carlos Minc.

Esses dois episódios demonstram que a sociedade brasileira não parece estar suficientemente esclarecida para decidir o que fazer com os resíduos plásticos que essa mesma sociedade gera. Existe um problema – materiais plásticos são gerados em grandes quantidades e são descartados sumariamente após o uso, sendo então acumulados em lixões ou abandonados no meio-ambiente. O acúmulo de material plástico em terrenos baldios e nas fontes de águas naturais (rios, lagos e lagoas) causa a sensação visual de poluição desenfreada e desperta a necessidade de dar um outro fim a esse tipo de rejeito. Esse cenário ajuda a compreender por que os materiais plásticos adquiriram a imagem de grandes vilões que precisam ser combatidos com uma guerra e por que algumas pessoas acreditam que a biodegradabilidade é uma característica correta a ser perseguida. Mas será que essa percepção é mesmo correta?

Na verdade, a percepção social sobre o mal causado pelos rejeitos plásticos e sobre a correção ecológica do conceito de biodegradabilidade pode estar completamente equivocada. O debate sobre o que fazer com os rejeitos plásticos gerados pela sociedade moderna ainda não atingiu o estágio de debate técnico maduro, estando contaminado no presente por preconceitos que caracterizam o que os profissionais de marketing poderiam chamar de "**problema de imagem**". Sim, os materiais plásticos têm um "**problema de imagem**" que os profissionais da área deveriam ter a coragem de enfrentar, não por questões corporativas nem por interesses comerciais imediatos, mas pelo bem da seriedade e da correção técnica das discussões que se travam sobre o tema. Por essa razão, encaminho a seguir alguns comentários sobre equívocos fundamentais que acredito existirem nesse importante debate e que espero que sejam considerados de forma serena por todos aqueles interessados no desenvolvimento de políticas públicas e ambientais consistentes para o setor.

### **Equívoco número 01 - Tratar plástico como lixo**

Os ecologistas se equivocam quando tratam o material plástico como lixo – plástico deve ser tratado como matéria-prima. Todo material plástico (repito, todo) é **potencialmente** reciclável e reutilizável. Portanto, não faz sentido jogar plástico fora. Quando a sociedade descarta os rejeitos plásticos como lixo, ela demonstra estar deseducada e desinformada. As Secretarias Estaduais de Meio Ambiente deveriam lutar, portanto, pela popularização da educação ambiental e pela implementação de políticas públicas de coleta seletiva e reciclagem de lixo. Além disso, o Governo Federal deveria implementar políticas que obrigassem as grandes produtoras de plásticos a investir na reciclagem e reutilização de seus produtos. É óbvio que o mercado de plásticos não vai fazer isso sozinho, porque as empresas ganham mais dinheiro fazendo e vendendo mais plásticos. O Governo Federal tem aqui importante papel a executar, como regulador das políticas de reciclagem e reutilização de materiais plásticos.

É verdade que alguns materiais ainda não podem ser reciclados nem reutilizados em bases economicamente favoráveis. Em alguns casos, é necessário "desmontar" as moléculas de plástico para "remontá-las" depois, o que é mais caro do que extrair os insumos diretamente do petróleo. Cabe, portanto, ao Governo Federal tornar essas atividades atrativas do ponto de vista econômico, penalizando por exemplo as empresas produtoras que não investirem na reciclagem dos materiais produzidos. Enquanto a sociedade brasileira admitir que plástico é lixo, algo de errado estará sendo feito nesse setor.

### **Equívoco número 02 - Acreditar que é possível viver sem embalagens**

Políticos e ecologistas bem intencionados têm com frequência clamado pelo banimento de materiais usados para embalar produtos, com base no argumento de que as embalagens são descartadas sumariamente pelos usuários após o uso dos produtos adquiridos. No entanto, não é séria uma discussão que considere a eliminação de embalagens simplesmente porque não é possível transportar produtos de um lugar para o outro se estes não estiverem de alguma forma embalados e acondicionados, para evitar perdas e contaminações óbvias. Portanto, pode-se discutir, isso sim, técnicas para otimizar o uso de embalagens comerciais e os materiais que podem ser usados para fabricar embalagens. Nesse campo, o reuso e

a reciclagem parecem ser fundamentais, o que torna a discussão do item anterior mais uma vez pertinente. Aliás, quando se sugere a uma dona de casa que ela leve para a feira a sua própria bolsa, sugere-se na verdade o reuso da embalagem, não o banimento do material plástico que faz a bolsa. A questão relevante não é o banimento da embalagem, mas o incentivo ao reuso.

## **ANEXO 4**

**A parte introdutória do artigo escrito pelo Prof. Dr. José Carlos Pinto foi repetida nos Anexos 3, 4 e 5 com o objetivo de situar os alunos no assunto abordado posteriormente. No entanto, cada anexo é composto por dois equívocos acerca do tema plástico, distintos.**

Grupo 3

**Faça uma resenha do texto seguinte destacando seus principais pontos, os problemas gerados pelos polímeros, o que foi feito ou o que está sendo feito para se contornar tais problemas e o que você pensa sobre a situação descrita.**

**Prof. Dr. José Carlos Pinto**

Programa de Engenharia Química / COPPE Universidade Federal do Rio de Janeiro

### **TEXTO - Polímeros: Ciência e Tecnologia**

Recentemente, no dia 27 de julho de 2007, o governador do estado de São Paulo, José Serra, vetou dois projetos de lei que pretendiam obrigar os estabelecimentos comerciais do estado a utilizarem sacolas plásticas oxibiodegradáveis. O veto foi suportado no argumento de que catalisadores baseados em metais pesados são usados para promover a decomposição dos plásticos que constituem as sacolas, gerando resíduos potencialmente muito mais prejudiciais ao ambiente do que os materiais originais que os geraram. O argumento defendido pela Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo é bastante sereno e maduro, despejando sobre esse debate um pouco de luz.

Apesar disso e quase simultaneamente, a Secretaria do Meio Ambiente do estado do Rio de Janeiro resolveu propor a obrigatoriedade do uso de sacolas plásticas (oxi)biodegradáveis por todos os estabelecimentos comerciais do estado, com o apoio do governador Sérgio Cabral. No caso do Rio de Janeiro, propõe-se



ainda o uso compulsório de carga orgânica biodegradável, como o bagaço de cana, nas formulações usadas para a fabricação de filmes e sacolas plásticas. A vontade política de aprovar essa lei é aparentemente tão grande, que o jornal "O Globo" decretou uma "Guerra aos Plásticos" no dia 26 de julho de 2007 (curiosamente, um dia antes do veto do governador José Serra) e deu ampla cobertura ao projeto do Secretário de Meio Ambiente do estado, deputado Carlos Minc.

Esses dois episódios demonstram que a sociedade brasileira não parece estar suficientemente esclarecida para decidir o que fazer com os resíduos plásticos que essa mesma sociedade gera. Existe um problema – materiais plásticos são gerados em grandes quantidades e são descartados sumariamente após o uso, sendo então acumulados em lixões ou abandonados no meio-ambiente. O acúmulo de material plástico em terrenos baldios e nas fontes de águas naturais (rios, lagos e lagoas) causa a sensação visual de poluição desenfreada e desperta a necessidade de dar um outro fim a esse tipo de rejeito. Esse cenário ajuda a compreender por que os materiais plásticos adquiriram a imagem de grandes vilões que precisam ser combatidos com uma guerra e por que algumas pessoas acreditam que a biodegradabilidade é uma característica correta a ser perseguida. Mas será que essa percepção é mesmo correta?

Na verdade, a percepção social sobre o mal causado pelos rejeitos plásticos e sobre a correção ecológica do conceito de biodegradabilidade pode estar completamente equivocada. O debate sobre o que fazer com os rejeitos plásticos gerados pela sociedade moderna ainda não atingiu o estágio de debate técnico maduro, estando contaminado no presente por preconceitos que caracterizam o que os profissionais de marketing poderiam chamar de "**problema de imagem**". Sim, os materiais plásticos têm um "**problema de imagem**" que os profissionais da área deveriam ter a coragem de enfrentar, não por questões corporativas nem por interesses comerciais imediatos, mas pelo bem da seriedade e da correção técnica das discussões que se travam sobre o tema. Por essa razão, encaminho a seguir alguns comentários sobre equívocos fundamentais que acredito existirem nesse importante debate e que espero que sejam considerados de forma serena por todos aqueles interessados no desenvolvimento de políticas públicas e ambientais consistentes para o setor.

**Equívoco número 03 - Negligenciar as vantagens relativas do material plástico**

O "**problema de imagem**" dos materiais plásticos é tão grande que não se discutem nos veículos de comunicação as muitas vantagens que esses materiais oferecem à sociedade e que explicam o sucesso desses materiais nos dias de hoje. No campo particular das embalagens e do reuso, os plásticos são imbatíveis. Desconsiderar esse fato é negligenciar parte relevante da discussão. Plásticos podem ser reciclados e reutilizados, como já discutido amplamente acima. Plásticos são leves, ao contrário dos vidros, cerâmicas e metais, permitindo o transporte de carga com mínima perda de eficiência e aumento irrelevante dos custos de transporte e de consumo de combustíveis. Plásticos são resistentes, ao contrário da maior parte dos papéis, vidros e cerâmicas (o problema das bolsas de mercado é causado por desinteresse dos fabricantes e falta de fiscalização do governo). Plásticos não se decompõem na prateleira, quando acondicionados em ambientes pouco agressivos, ao contrário das latas e dos papéis. E, muito importante – os processos que produzem plásticos em geral requerem relativamente pouca energia (as reações são fortemente exotérmicas e geram parte da energia necessária para a planta industrial) e são pouco poluentes, ao contrário da indústria de latas, vidros e cerâmicas (grandes consumidoras de energia) e da indústria de papel (grande geradora de resíduos poluentes). Em outras palavras, a produção e o uso de plásticos é ambientalmente benéfica, pois o saldo ambiental é altamente positivo, ao contrário do que o senso comum parece acreditar.

**Equívoco número 04 - Acreditar que ser ecologicamente correto é ser biodegradável**

A biodegradabilidade é considerada por muitos como uma qualidade dos materiais, porque parece mesmo ecologicamente correto que os materiais possam ser reciclados naturalmente no meio ambiente. No entanto, essa é uma crença que não pode ser suportada por argumentação técnica mais profunda. Alguém se incomoda com o fato do granito não se degradar no ambiente (a não ser que se considere o período de milhares ou milhões de anos)? Alguém se incomoda com o fato das chuvas não dissolverem as paredes de prédios, as calçadas e as vias de circulação? (Aliás, quando as chuvas destroem vias de circulação, diz-se que a qualidade do material é ruim.) Portanto, ser biodegradável não é necessariamente

bom. Não me ocorre de ter ouvido alguém sugerir que a solução para a limpeza de uma casa é deixar os resíduos estragarem nos cômodos, ao mesmo tempo em que geram detritos nocivos à saúde e ao bem estar. No entanto, é isso o que está sendo proposto no momento – para tirar os resíduos plásticos da nossa vista, devemos decompô-los no ambiente, para que sumam e gerem outros resíduos mais nocivos que não vemos, embora permaneçam presentes. Se não fazemos isso em casa, por que faríamos isso no ambiente?

É importante que se perceba que, se o material plástico se degradasse, como os alimentos e dejetos orgânicos, o material resultante da degradação (por exemplo, metano e gás carbônico) iria parar na atmosfera e nos mananciais aquíferos, contribuindo sobremaneira com o aquecimento global e com a degradação da qualidade das águas e dos solos. A suposta poluição dos plásticos é principalmente visual, podendo ser revertida através da educação ambiental e da correta definição de políticas de coleta de lixo e de rejeitos. Se as garrafas de PET se degradassem rapidamente no meio ambiente, os rios e reservatórios de água estariam em estado ainda mais lamentável do que estão. Além disso, exatamente porque os plásticos não se degradam facilmente é que é possível utilizá-los muitas vezes, em diferentes aplicações. Logo, como os materiais plásticos em sua maioria são recicláveis e reutilizáveis, o uso desses materiais permite redução real do consumo de matéria-prima e de energia e pode contribuir sobremaneira com o uso mais racional dos recursos naturais disponíveis. Portanto, é praticamente uma bênção que os plásticos não se degradem tão facilmente, ao contrário do que o senso comum parece acreditar.

Não deve ser também desconsiderado o fato de que os plásticos oferecem uma oportunidade tecnológica única para despoluir a atmosfera e reduzir as emissões líquidas de carbono no mundo, pois os plásticos fixam o carbono no estado sólido. Por exemplo, se a tecnologia do etanol e/ou do biodiesel forem usadas para a geração de plásticos (produção de polietileno, polipropileno ou PET verdes), a luz do sol será utilizada pelas plantas capturarem dióxido de carbono da atmosfera e gerarem material sólido, permitindo fazer uma limpeza da atmosfera terrestre. Por isso, soa muito estranho que ecologistas incentivem a produção de plásticos biodegradáveis (mais caros e menos eficientes), que devolvem

rapidamente ao ambiente os resíduos de carbono que foram seqüestrados durante a produção do material plástico.

O problema dos plásticos tem que ser resolvido com coleta seletiva e com reciclagem, exatamente como fazemos para limpar a sala em casa. Como já dito, é uma bênção que o plástico não se decomponha no ambiente e possa ser coletado e usado de novo. Essa obsessão com a biodegradabilidade é mera desinformação.

## **ANEXO 5**

**A parte introdutória do artigo escrito pelo Prof. Dr. José Carlos Pinto foi repetida nos Anexos 3, 4 e 5 com o objetivo de situar os alunos no assunto abordado posteriormente. No entanto, cada anexo é composto por dois equívocos acerca do tema plástico, distintos.**

Grupo 4

**Faça uma resenha do texto seguinte destacando seus principais pontos, os problemas gerados pelos polímeros, o que foi feito ou o que está sendo feito para se contornar tais problemas e o que você pensa sobre a situação descrita.**

**Prof. Dr. José Carlos Pinto**

Programa de Engenharia Química / COPPE Universidade Federal do Rio de Janeiro

### **TEXTO - Polímeros: Ciência e Tecnologia**

Recentemente, no dia 27 de julho de 2007, o governador do estado de São Paulo, José Serra, vetou dois projetos de lei que pretendiam obrigar os estabelecimentos comerciais do estado a utilizarem sacolas plásticas oxibiodegradáveis. O veto foi suportado no argumento de que catalisadores baseados em metais pesados são usados para promover a decomposição dos plásticos que constituem as sacolas, gerando resíduos potencialmente muito mais prejudiciais ao ambiente do que os materiais originais que os geraram. O argumento defendido pela Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo é bastante sereno e maduro, despejando sobre esse debate um pouco de luz.

Apesar disso e quase simultaneamente, a Secretaria do Meio Ambiente do estado do Rio de Janeiro resolveu propor a obrigatoriedade do uso de sacolas plásticas (oxi)biodegradáveis por todos os estabelecimentos comerciais do estado, com o apoio do governador Sérgio Cabral. No caso do Rio de Janeiro, propõe-se

ainda o uso compulsório de carga orgânica biodegradável, como o bagaço de cana, nas formulações usadas para a fabricação de filmes e sacolas plásticas. A vontade política de aprovar essa lei é aparentemente tão grande, que o jornal "O Globo" decretou uma "Guerra aos Plásticos" no dia 26 de julho de 2007 (curiosamente, um dia antes do veto do governador José Serra) e deu ampla cobertura ao projeto do Secretário de Meio Ambiente do estado, deputado Carlos Minc.

Esses dois episódios demonstram que a sociedade brasileira não parece estar suficientemente esclarecida para decidir o que fazer com os resíduos plásticos que essa mesma sociedade gera. Existe um problema – materiais plásticos são gerados em grandes quantidades e são descartados sumariamente após o uso, sendo então acumulados em lixões ou abandonados no meio-ambiente. O acúmulo de material plástico em terrenos baldios e nas fontes de águas naturais (rios, lagos e lagoas) causa a sensação visual de poluição desenfreada e desperta a necessidade de dar um outro fim a esse tipo de rejeito. Esse cenário ajuda a compreender por que os materiais plásticos adquiriram a imagem de grandes vilões que precisam ser combatidos com uma guerra e por que algumas pessoas acreditam que a biodegradabilidade é uma característica correta a ser perseguida. Mas será que essa percepção é mesmo correta?

Na verdade, a percepção social sobre o mal causado pelos rejeitos plásticos e sobre a correção ecológica do conceito de biodegradabilidade pode estar completamente equivocada. O debate sobre o que fazer com os rejeitos plásticos gerados pela sociedade moderna ainda não atingiu o estágio de debate técnico maduro, estando contaminado no presente por preconceitos que caracterizam o que os profissionais de marketing poderiam chamar de "**problema de imagem**". Sim, os materiais plásticos têm um "**problema de imagem**" que os profissionais da área deveriam ter a coragem de enfrentar, não por questões corporativas nem por interesses comerciais imediatos, mas pelo bem da seriedade e da correção técnica das discussões que se travam sobre o tema. Por essa razão, encaminho a seguir alguns comentários sobre equívocos fundamentais que acredito existirem nesse importante debate e que espero que sejam considerados de forma serena por todos aqueles interessados no desenvolvimento de políticas públicas e ambientais consistentes para o setor.

**Equívoco número 05 - Creditar aos materiais plásticos o assoreamento dos rios e as enchentes**

Com frequência é usado o argumento de que os resíduos plásticos são causadores de enchentes e do assoreamento dos rios e mananciais. Esse argumento também é superficial e não resiste a um exame técnico um pouco mais detalhado do problema. Apenas 4 a 8% do lixo são constituídos por plásticos; portanto, mais de 90% do lixo lançado no ambiente não é plástico. Logo, não parece ser tecnicamente correto considerar que o lixo plástico seja responsável pelo assoreamento dos veículos aquosos. O assoreamento dos rios e cursos d'água no Brasil é devido principalmente à ocupação desordenada das margens e à erosão causada pelo desordenamento urbano. Embora seja compreensível que os rejeitos plásticos causem entupimento de bueiros e contribua com as enchentes, é fato que esse problema pode ser minimizado novamente com coleta seletiva e educação ambiental. No entanto, o argumento esquece que o principal fator que contribui com as enchentes é a impermeabilização dos solos, recobertos quase que integralmente com cimentos e asfaltos nas grandes cidades brasileiras. Portanto, dizer que os plásticos são culpados pelas enchentes é faltar com a verdade técnica.

**Equívoco número 06 - Acreditar que a coleta mecânica de plásticos é cara**

O Secretário do Meio Ambiente do estado do Rio de Janeiro repete com frequência o argumento de que a Serla – Secretaria Estadual de Rios e Lagoas gasta quase 15 milhões de reais por ano para dragar os rios que contêm resíduos plásticos. Segundo esse argumento, a biodegradabilidade dos resíduos plásticos permitiria economia considerável de recursos financeiros, destinados hoje à coleta mecânica desses materiais. Será mesmo? O Secretário parece não perceber que mais de um bilhão de dólares estão sendo e serão ainda gastos para despoluir a Baía de Guanabara, entupida de resíduos orgânicos oriundos de materiais biodegradáveis. Segundo técnicos do setor, ainda que hoje fossem interrompidas todas as emissões orgânicas que o carioca despeja na Baía de Guanabara diariamente, a limpeza da Baía só seria possível num prazo de 20 anos. E ainda não falamos dos rios do estado, das lagoas da Barra da Tijuca, das lagoas do norte do estado, etc. Nesse cenário de poluição exacerbada por rejeitos orgânicos, propõe-se então que se aumente ainda mais a carga orgânica despejada nos rios, lagos e

praias do Rio de Janeiro, obrigando comerciantes a usarem plásticos biodegradáveis. Isso não parece fazer sentido.

Para cortar a verba de 15 milhões de reais por ano que a Serla usa para dragar rios, a Secretaria do Meio Ambiente propõe que a carga orgânica lançada dos cursos d'água do Rio de Janeiro aumente; afinal, quando um plástico se decompõe ele gera resíduos orgânicos, como tudo o mais que existe nesse mundo (inclusive eu e você). A proposta do governo é "dissolver" os materiais plásticos nos solos e cursos d'água, para que a Serla não precise mais removê-los mecanicamente dos rios. Segundo dados da Associação Brasileira de Limpeza Pública (<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/lixo2.htm>), só a cidade do Rio de Janeiro produz 8000 toneladas de lixo por dia. Cerca de 5% desse total é constituído por materiais plásticos, resultando em 400 toneladas de materiais plásticos por dia ou 120.000 toneladas de resíduos plásticos por ano apenas na cidade do Rio de Janeiro. Isso corresponde a cerca de 2.5 milhões de metros cúbicos de esgoto doméstico por ano, equivalente à capacidade nominal de uma estação de tratamento de esgotos de médio porte (<http://www.cedae.rj.gov.br/raiz/002005.asp>). Para fins comparativos, o governo do estado do Rio de Janeiro está gastando mais de 1 bilhão de reais para tratar o esgoto doméstico gerado por cerca de 40% da população do grande Rio de Janeiro (<http://www.cibg.rj.gov.br/paginas.asp?pag=4>). Portanto, os custos da Serla para tirar dos cursos d'água o material plástico mecanicamente é infinitamente inferior aos custos comparativos de remover o material orgânico que a Secretaria do Meio Ambiente pretende "dissolver". O problema adicional é que isso não será de fato possível, pois os resíduos estarão dissolvidos de forma deslocalizada e não poderão ser coletados eficientemente, como ocorre com o esgoto doméstico; ou seja, vão aumentar o nível de poluição dos cursos d'água do estado do Rio de Janeiro e prejudicar o meio ambiente. Portanto, o argumento que enfatiza os custos de dragagem da Serla é impressionante, mas é desprovido de valor.

De forma construtiva, qual seria então uma possível solução para o problema? Parece claro que o correto não é "dissolver" o plástico, mas evitar que ele chegue aos cursos d'água e ao meio ambiente. Logo, a conclusão óbvia é que o material plástico deve ser coletado antes de ser descartado. Conclui-se, portanto, que o estado poderia tratar das políticas de educação ambiental e de reciclagem e



reuso dos materiais plásticos, ao invés de querer dissolvê-lo no ambiente. Isso não apenas tornaria possível a redução dos lançamentos dos materiais nos cursos d'água, mas também resultaria em uso mais eficiente das frações de petróleo que geram o plástico, com óbvia sinergia com as políticas de proteção do ambiente. Para isso, poderia começar com uma campanha publicitária incentivando a população a fazer coleta seletiva do lixo e reciclar o material plástico. Vale lembrar que só o estado do Rio de Janeiro gasta cerca de 80 milhões de reais em publicidade por ano; ou seja, parece razoável acreditar que há dinheiro disponível para começar uma campanha como essa.

Enfim, parece claro que os materiais plásticos vêm merecendo avaliações preconceituosas e injustas do conjunto da sociedade brasileira. Há clara desinformação a respeito desses materiais nos veículos de comunicação e entre os formadores de opinião, caracterizando o problema dos materiais plásticos como um **"problema de imagem"**. Essa atitude preconceituosa e desinformada da sociedade acaba resultando em políticas públicas equivocadas, como essas que agora defende a Secretaria do Meio Ambiente do estado do Rio de Janeiro. Espero sinceramente que profissionais do setor plástico participem de forma mais ativa desse debate, para que políticas ambientais e econômicas baseadas em algo mais que desinformação e preconceito possam ser desenvolvidas e aplicadas ao setor.

## **ANEXO 6**

Grupo 5

**Faça uma resenha do texto seguinte destacando seus principais pontos, os problemas gerados pelos polímeros citados, o que foi feito ou o que está sendo feito para se contornar tais problemas e o que você pensa sobre a situação descrita.**

**NEM VILÃO, NEM HERÓI:**

***Antonio Luiz Monteiro Coelho da Costa***

### **Introdução:**

Até a década de 60, a indústria de plásticos era associada apenas com problemas ambientais relacionados ao processo de produção, que em princípio podem ser controlados com manutenção eficiente e tecnologias adequadas. Entretanto, o grande crescimento do consumo de plásticos, acelerado pelo seu crescente uso em descartáveis e produtos de ciclo de vida curto, acabou por transformar os próprios produtos plásticos em problema ambiental, ao gerar enormes volumes de lixo que se degradam muito lentamente, têm um impacto visual muito negativo e cuja gradual decomposição, em certos casos, origina substâncias nocivas e muito duradouras. No Brasil, onde o consumo de plásticos é da ordem de 14 kg por habitante/ano (1995), o plástico representa 20% do volume e 6% do peso do lixo urbano; em países como os EUA (onde o consumo chega a 85 kg) e Japão (100 kg), o problema é ainda maior.

Por outro lado, os plásticos, ao substituírem materiais mais pesados (metais, vidro, cerâmicas etc.) podem contribuir para economizar energia e reduzir a queima dos combustíveis ao reduzirem o peso de veículos ou de sua carga; ao substituir papel e madeira, podem reduzir a destruição de florestas. A isso se soma a conveniência prática e econômica e, às vezes, também higiênica e sanitária do uso

de plásticos descartáveis (como em seringas hipodérmicas). Tudo isso contribui para matizar as críticas aos plásticos e incentivar a busca de meios para conciliar seu uso com as exigências ambientais. Um dos caminhos para minimizar os problemas ambientais relacionados ao uso dos plásticos é o uso de plásticos rapidamente degradáveis, que podem ser derivados de vegetais ou produtos petroquímicos modificados (de cadeia mais curta); outro é a reciclagem mecânica, que converte o material descartado em grânulos reutilizáveis; outro ainda é a reciclagem química, que usa o material descartado como matéria-prima para plásticos novos; finalmente, há a alternativa da incineração sob condições controladas que, quando inclui o aproveitamento da energia gerada, pode ser chamado de reciclagem energética.

### **Contaminação e reaproveitamento:**

No uso de plásticos degradáveis, as dificuldades estão no custo, geralmente mais altos que o dos plásticos tradicionais e também na própria degradação rápida, que torna esses produtos perecíveis - característica desejável do ponto de vista ambiental, mas incômoda caso se deseje estocar ou usar o produto por mais tempo que o previsto pelo fabricante. Já são usados plásticos degradáveis em produtos como brinquedos e canetas esferográficas, mas sua demanda está condicionada à existência de consumidores ecologicamente motivados para tolerar tais inconvenientes.

No caso da reciclagem mecânica, um problema é a contaminação dos plásticos em seu uso como embalagens de substâncias tóxicas (produtos de limpeza, farmacêuticos, pesticidas etc.), pelo contato com o lixo doméstico, industrial ou hospitalar ou ainda pelo seu uso em aplicações médicas e cirúrgicas. Isto impede o uso de plásticos reciclados em certas aplicações, como brinquedos e embalagens de alimentos - a menos que se use uma camada de plástico reciclado entre duas de plástico virgem - mas não impede o uso em produtos como sacos de lixo, embalagens não-alimentícias e componentes de automóveis. Outro problema está em que, ao contrário do vidro, do papel e dos metais, os plásticos são muito heterogêneos em sua composição química: para a reciclagem pós-consumo, seria necessário não só separar os plásticos dos demais componentes do lixo, como também os diversos tipos de plástico entre si. O uso de plásticos reciclados misturados é possível, mas resulta em material de qualidade inferior, cujo campo de

aplicação é muito restrito. Plástico reciclado de boa qualidade só pode ser obtido de refugos do processo produtivo, onde a identificação do material e a separação dos resíduos é menos problemática.

A reciclagem química elimina grande parte desses problemas, mas implica a dissolução total dos plásticos utilizados e um novo processo de síntese, com um custo superior ao do material obtido diretamente do petróleo. É mais uma possibilidade para o futuro do que uma alternativa para o presente.

A recuperação da energia contida no plástico pela incineração é, em princípio, interessante: um quilo de plástico tem maior capacidade de combustão do que a mesma quantidade de carvão. Essa combustão pode gerar substâncias poluentes, cuja redução exige o uso de tecnologia moderna, incineradores de alta temperatura (da ordem de 1.000 °C) e catalisadores dispendiosos, como platina ou óxido de urânio. Essa opção tem sido implementada principalmente em países que não dispõem de áreas para instalação de aterros sanitários, mas possuem capitais e tecnologia avançada: na Alemanha, 35% do lixo urbano é destinado à recuperação energética e espera-se atingir 75% até 2005; no Japão, 62% do lixo é tratado por esse processo. Entretanto, em países em desenvolvimento, a viabilidade econômica e financeira dessa alternativa é duvidosa.

## **ANEXO 7**

Grupo 6

**Faça uma resenha do texto seguinte destacando seus principais pontos, os problemas gerados pelos polímeros citados, o que foi feito ou o que está sendo feito para se contornar tais problemas e o que você pensa sobre a situação descrita.**

### **CONTINUAÇÃO TEXTO - NEM VILÃO, NEM HERÓI:**

***Antonio Luiz Monteiro Coelho da Costa***

#### **O PVC e a saúde humana:**

Dos plásticos comuns, o PVC é o maior problema ambiental. É o mais resistente à degradação (em condições normais, pode durar 400 a 500 anos) e sua combustão ou lenta decomposição - como a de qualquer outro produto orgânico clorado - pode gerar dioxinas e milhares de outras substâncias de propriedades mal conhecidas, mas capazes de permanecer décadas ou séculos no ambiente, o que também ocorre com os plastificantes que tornam o PVC utilizável (notadamente os ftalatos). Além disso, a diversidade das formulações desses plastificantes e de outros aditivos - que constituem 5 a 20% de sua massa - faz com que a reciclagem do PVC seja problema semelhante a reciclar plásticos misturados, originando um material de baixa qualidade com aplicações limitadas. Na prática, essa reciclagem nunca passou de projeto-piloto e parece ser economicamente inviável.

Dioxinas e furanos resultantes da combustão ou decomposição do PVC (e de outros produtos organoclorados), assim como ftalatos utilizados na sua formulação têm sido detectados no mar, lagos e rios, na chuva, solo e sedimentos de todo o globo - um documento do Greenpeace classifica o plastificante DOP ou DEHP, que representa 90% da produção mundial de ftalatos, como o mais abundante dos poluentes ambientais. Por resistirem décadas ou séculos à degradação, tais

produtos são reconhecidamente poluentes orgânicos persistentes (POPs), mas ainda há polêmica quanto ao seu exato impacto ambiental. Muitos estudos têm apontado correlações de algumas dessas substâncias com perturbações do sistema hormonal de seres vivos, o que os qualifica como EDCs (*endocrine-disrupting chemicals*). Não só prejudicam a reprodução de espécies selvagens, como também provocam disfunções da sexualidade humana, efeitos que têm sido verificados com concentrações extremamente baixas e às vezes com efeitos sinérgicos (sua mistura no ambiente tem efeitos maiores que a soma dos efeitos individuais). Entretanto, os mecanismos dessas perturbações ainda não são totalmente compreendidos, o que ainda permite dúvidas quanto à existência de uma relação de causa e efeito.

Também têm sido levantadas correlações, menos conclusivas, entre esses produtos e certas formas de câncer e problemas neurológicos. A combustão do PVC também gera ácido clorídrico e alguma contribuição para a "chuva ácida": na Europa, cerca de 0,5% da acidez atmosférica deve-se à incineração de lixo municipal e metade dessa emissão pode ser atribuída ao PVC, proporções que podem aumentar com o crescimento da prática da incineração.

Cerca de 12% dos produtos de PVC têm ciclo de vida de até 2 anos, 24% de 2 a 15 anos e 64% de 15 a 100 anos. O primeiro grupo, que inclui principalmente embalagens e produtos descartáveis de PVC flexível, é o que inspira preocupações mais imediatas aos ambientalistas, não só pela vida curta e maior presença no lixo domiciliar, como também por utilizar maior concentração de ftalatos. Suécia e Dinamarca estão estudando restringir ou banir por etapas o PVC flexível, em muitos casos facilmente substituído por polietilenos ou PET. Entretanto, mesmo nesse grupo existem aplicações onde a resistência do PVC é praticamente insubstituível, como em certos usos hospitalares (bolsas de soro e sangue, sondas etc., que usam o ftalato DOP). Nas aplicações de maior durabilidade - principalmente construção civil - a substituição do PVC por outros plásticos comuns é mais difícil e a alternativa é freqüentemente o retorno a materiais mais tradicionais e mais caros; ainda assim, algumas municipalidades européias já restringem o uso do PVC como material de construção.

**A solução é combinar soluções:**

A minimização dos problemas ambientais ligados a plásticos será, provavelmente, o resultado de uma combinação de diversas soluções: reciclagem, biodegradabilidade, incineração controlada, restrições ao uso de certos plásticos e aditivos e sua substituição gradual por outros produtos mais degradáveis ou mais recicláveis (o que tem favorecido principalmente o PELBD e o PET).

**Reciclagem no Brasil vs. Tributação:**

Afirma-se que no Brasil a reciclagem de plásticos (basicamente refugos industriais) tem crescido 15% ao ano na década de 90 e atingiu 270 mil t em 1995 (10% do consumo aparente). Entretanto, a viabilidade econômica da reciclagem está sendo limitada não apenas pelo custo de separação do lixo, de processamento e possibilidades de uso, mas também pela tributação: o plástico é o único insumo reciclado taxado com 12% de IPI e os recicladores pagam 18% de ICMS sobre a compra de sucata plástica, o que coloca a maior parte dessa atividade dentro do setor informal. Ainda não estão disponíveis no Brasil processos de repolimerização, lavagem, nem técnicas de revestimento do plástico reciclado com plástico virgem. A legislação ainda não prevê essas possibilidades e proíbe inteiramente o uso do plástico reciclado em embalagens de alimentos e bebidas.

Com o objetivo de melhorar a imagem ambiental dos plásticos junto ao consumidor e incentivar a reciclagem, 14 empresas do setor, responsáveis por 90% da produção brasileira de termoplásticos, criaram a Plastivida, comissão da Abiquim que está oferecendo suporte técnico às indústrias de reciclagem e reivindicando incentivos fiscais para as mesmas, além de desenvolver projetos de educação ambiental para escolas e promover a coleta seletiva junto a prefeituras, associações comunitárias e cooperativas de catadores de lixo. Entretanto, todo o projeto responde pelo reaproveitamento de apenas 200 kg/mês de material.

## **ANEXO 8**



## CAPÍTULO 21 POLÍMEROS E PROPRIEDADES DAS SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS

O QUE FAZER PARA REDUZIR O PROBLEMA AMBIENTAL PROVOCADO PELOS PLÁSTICOS ?

### Tema em foco

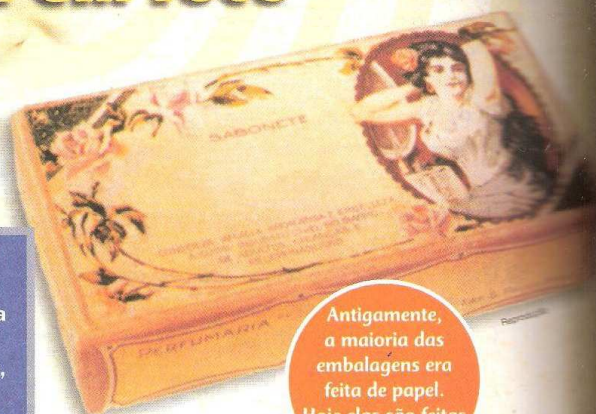
#### OS PLÁSTICOS E O AMBIENTE



Qual é a importância do plástico para nossa sociedade?

Dos materiais que você usa diariamente, quantos são feitos de plástico?

Quais são os inconvenientes dos plásticos depois de serem utilizados?



Antigamente, a maioria das embalagens era feita de papel. Hoje elas são feitas de plástico.

Durante o desenvolvimento das civilizações aconteceram inúmeras descobertas que mudaram o rumo da História.

Algumas dessas descobertas ocorreram quando antigas civilizações aprenderam a produzir objetos usando metais como matéria-prima. Os períodos históricos Idade do Bronze e Idade do Ferro foram assim denominados em razão do predomínio do uso desses materiais na confecção de instrumentos de trabalho e armas.

No século XX, também houve uma importante invenção que mudou muito o modo de produção das sociedades industriais: o plástico. A nossa era, portanto, poderia muito bem ser chamada de "Idade do Plástico".

Antes, por muitos séculos a madeira foi usada como o principal material de embalagem (com ela faziam-se caixas para vários produtos); ainda hoje ela é utilizada para esse fim, porém em casos restritos. No início do século passado, o desenvolvimento da indústria do papel levou a uma ampla utilização desse material para embalar produtos. Os sapatos, ainda hoje, geralmente são acondicionados em caixas de papelão para venda.

Entretanto, os plásticos chegaram, popularizaram-se e tomaram conta do mercado. As embalagens de refrigerantes são plásticas, os pães são embalados em sacos de papel que são colocados em sacolas plásticas, as caixas de sapato são colocadas em sacos plásticos, etc. No supermercado, então, tudo é embalado em sacos plásticos. A utilização de embalagens de plástico torna menor o custo de transporte dos materiais, já que estas são cerca de sete vezes mais leves e menos volumosas que as de papel.

Contudo, não foi só a versatilidade, praticidade e leveza que levaram ao amplo emprego de plásticos. O principal fator foi o econômico: o custo de produção de materiais feitos de plástico é menor, tornando-os mais vantajosos comercialmente. Em decorrência da ampla utilização, estima-se que a produção mundial de plásticos seja de cerca de 200 milhões de toneladas por ano.

Por isso, podemos dizer sem exagero que estamos vivendo a "era dos plásticos", pois quase tudo que nos rodeia atualmente é de plástico ou apresenta alguma parte feita de plástico.

Uma propriedade que impulsiona o emprego de plásticos é sua durabilidade. Alguns plásticos po-



dem, em condições normais, permanecer no ambiente por mais de 500 anos. Por outro lado, essa mesma propriedade é responsável por torná-lo um grande vilão para o ambiente. Apenas recentemente tem-se produzido plástico biodegradável (veja o Tema em foco mais adiante neste capítulo).

Assim, a grande quantidade de plástico jogada no ambiente pode permanecer inalterada durante séculos. O plástico abandonado interfere no ambiente, obstruindo redes naturais de água (como rios e córregos), de esgoto e de águas pluviais, causando enchentes e outros inconvenientes. Eles também ameaçam a vida de animais, pois estes podem ingeri-los e se asfixiarem acidentalmente.

A preocupação atual não é somente com o destino a ser dado ao plástico. A sua produção consome grandes quantidades de energia, contribuindo para o esgotamento das reservas de petróleo. Além disso, essa produção é altamente poluente, lançando gases nocivos na atmosfera e efluentes tóxicos em cursos de água.

É preciso avaliar, em termos econômicos e ambientais, a relação custo-benefício decorrente do uso do plástico. Você já pensou na enorme quantidade de sacos plásticos disponíveis no supermercado e que vai para a lixeira sem nem sequer ter sido usada? Pense nisso, antes de usar qualquer material plástico, pois cada saco ou copo descartável que você desperdiça significa menos petróleo e mais poluentes no futuro. Às vezes, o que parece ser de graça sai muito caro para o ambiente.

Há pesquisas sendo desenvolvidas para criar plásticos biodegradáveis cuja produção seja menos agressiva ao ambiente. Atualmente, por exemplo, para produzir plástico gasta-se cerca de 40% a 70% menos energia do que se gastava cerca de 20 anos atrás.

Para reduzir satisfatoriamente as consequências negativas decorrentes da produção e do descarte dos plásticos, são necessárias mudanças profundas em diversos segmentos de nossa sociedade. A indústria precisaria considerar não apenas o custo financeiro, mas também o custo ambiental do plástico. O governo precisaria incentivar pesquisas e estabelecer políticas de reaproveitamento de plásticos. A população deve aprender a usar racionalmente tudo que é produzido com plástico, diminuindo seu consumo para reduzir os problemas ambientais que ele causa.

Apesar de sua grande utilidade, os plásticos podem se tornar problemas ambientais.

### PENSE, DEBATA E ENTENDA

- 1 Explique como novos materiais, como os plásticos, mudam nossa sociedade.
- 2 Qual é a importância dos plásticos na sua vida?
- 3 Comente a seguinte questão: É correto utilizarmos o petróleo (recurso não-renovável) para a produção de plástico, sabendo que o destino final deste material quase sempre é o lixo?
- 4 Quais são os problemas causados ao meio ambiente pelos plásticos?