



## A FABRICAÇÃO DO PLÁSTICO BIODEGRADÁVEL EM USINAS DE ETANOL BRASILEIRAS E SUA VANTAGEM NA LOGÍSTICA

Área temática: Gestão Ambiental & Sustentabilidade

**Anderson Neto Diniz**

[andersonnetodiniz@gmail.com](mailto:andersonnetodiniz@gmail.com)

(LATEC/UFF)

**Luiz Gustavo Zelaya**

[lgustavozelaya@gmail.com](mailto:lgustavozelaya@gmail.com)

(LATEC/UFF)

**Resumo:** Esta pesquisa apresenta como objetivo central explicar sobre o processo de fabricação do plástico biodegradável e para tanto, optou-se por médio de uma revisão bibliográfica como metodologia de pesquisa. Muito se debate atualmente acerca da sustentabilidade planetária e assim o sendo, em função da produção em larga escala de plástico torna-se necessário refletir acerca da destinação final destes plásticos. E, portanto refletir sobre o plástico biodegradável que se inserido nas usinas de Etanol no Brasil poderia colocar o país como uma potência na produção do PHB (poli-hidroxibutirato). A logística se perpetua como uma ferramenta de suma importância para as empresas, função estratégica para ganhar vantagem competitiva sobre os concorrentes.

**Palavras-chaves:** logística, plástico, biodegradável, vantagem.

## INTRODUÇÃO

Este estudo tem o papel de investigar acerca do processo de fabricação do plástico biodegradável. O mesmo poderia ser implantado em todas as usinas de etanol no Brasil nos tornando uma potencia na fabricação do PHB sendo que seu processo é 100 renováveis sendo utilizados todos seus resíduos no próprio processo.

Do início do século passado aos dias atuais, o uso dos polímeros tem se tornado cada vez mais freqüente na sociedade. Basta um olhar ao redor para se perceber a incrível quantidade de bens produzidos pelo homem e que se utilizam polímeros como matéria-prima para suas diferentes elaborações.

Das garrafas de refrigerantes, passando pelas hastes de cotonetes, sacos de supermercados, tubos de PVC, recipientes de poliestireno expandido, revestimentos de painéis e de latas de conserva, mamadeiras, tintas para paredes, próteses, escovas de dente, para-choques de veículos, tapetes, cobertores, pneus ou suportes para componentes eletrônicos, os polímeros estão presentes em quase a totalidade dos utensílios de uso cotidiano.

A busca inicial por polímeros sintéticos esteve baseada em sua relativa inércia e resistência à biodegradação, ao contrário dos polímeros naturais como amido, celulose e proteínas. Os estudos relativos à biodegradação foram realizados visando retardar e prevenir o ataque por fungos, bactérias e outros organismos vivos a esses materiais.

Dada à principal propriedade da grande maioria dos polímeros – a durabilidade - um sério problema acompanha o homem contemporâneo: a enorme quantidade de lixo produzido nas comunidades sociais, principalmente nos grandes centros urbanos. Esse lixo, constituído em grande parte por produtos industrializados produzidos com polímeros sintéticos, pode permanecer por mais de uma centena de anos para se decompor, resultando em problemas ambientais que podem ser desastrosos para a humanidade.

## DESENVOLVIMENTO

### O PAPEL DA LOGÍSTICA PARA A PRODUÇÃO DE PHB (POLIHIDROXIBUTIRATO)

Para o sucesso das ações comerciais a empresa deve ter capacidade de honrar seus compromissos, traçar estratégias que melhorem o desempenho dos funcionários, ser competitivo no mercado, oferecer valores aos clientes e manter a fidelidade dos clientes e fornecedores. Essas decisões que influenciarão os preços, a qualidade dos serviços e dos colaboradores, condições de pagamentos de compras e vendas e necessidades de clientes. Para tanto, faz-se primordial que a logística seja eficaz.

Compreender o significado desta palavra que provém do grego ‘Logistikos’ que segundo Lourenço (2009, p.19) significa “cálculo e raciocínio no sentido matemático. Teve sua origem nos primórdios da Antiga Grécia, Roma e Império Bizantino, a partir das necessidades observadas pelo homem, responsável por garantir o suprimento e recursos para as longas guerras do período, por viver em grupos que, que posteriormente, se tornariam as comunidades de hoje”. Ainda segundo o autor, “no Brasil, o uso do termo ainda é algo muito recente, só a partir dos anos noventa, com a abertura comercial e a desvalorização do real, o termo ganha força”.

O setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP) se constituiu no departamento que nas empresas controlara e planejara a produção mensal ou de um determinado período. Esta é uma ferramenta primordial para definir recursos e itens inteiramente coligados a produção.

## A ORIGEM DO PETRÓLEO

Os Combustíveis fósseis originaram-se há milhões de anos em decorrência da transformação dos resíduos vegetais e animais por conta da pressão e pelo calor. Conseqüentemente, levando em consideração o tempo de formação, os combustíveis fósseis não são renováveis. Entre estes combustíveis não renováveis se encontra o Petróleo.

A descoberta do petróleo no Brasil como pontua Vogt (2002) combina com um período de fortalecimento da nacionalidade majorando, por isso, a seu valor econômico, forte simbolismo. O Petróleo, na concepção deste autor, eclode como possibilitador de independência econômica. A campanha “O petróleo é nosso” impulsionou a população, entre 1947 e 1953, ano em que foi criada a Petrobrás.

Ao longo de pouco mais de meio século, o Brasil foi considerado um país dotado de poucas reservas e, portanto, condenado à condição de importador desta commodity. Atingiu a autossuficiência em 2006. E agora sonha com a possibilidade de entrar para o seleto grupo dos grandes exportadores depois da descoberta das expressivas reservas do pré-sal, hoje uma complexidade de exploração/produção e seu custo internacional do barril.

A Indústria Petrolífera ao longo de sua instituição atravessa muitas etapas, desenvolve-se e eclode atualmente como uma das mais sólidas indústrias mundiais.

Como bem explana Lucchesi (1998), o Brasil fora tomado por uma nova era no que diz respeito ao setor de petróleo com a promulgação da lei nº 9478/97. A presente legislação acabou por prever uma transição para a Petrobrás no que diz respeito aos projetos em andamento de exploração, bem para as outras descobertas que ainda não estivessem efetivamente em andamento. O autor ainda refere que a lei em comento ainda estipulou um prazo de três anos para a comercialização efetiva da produção das recentes descobertas.

Na indústria petrolífera, segundo Kimura (2005, p.25), “tem-se uma cadeia produtiva com algumas especificidades que a tornam complexa comparada com outros produtos”.

Investimentos da Petrobras escalaram rapidamente com fins a chegar a U\$\$ 157 entre 2011-2014, mas a empresa percebeu que dificilmente poderia conseguir o conteúdo local, comandado por suas licenças de exploração.

Portanto, a logística finda por interferir significativamente uma vez que envolve o processo de planejamento, execução e controle de fluxo de produtos.

## O PLÁSTICO E A RECICLAGEM DO PET (Polietileno Tereftalato)

A arte de reciclar se constitui no ato de reaproveitar partes das coisas que jogamos fora e isto finda por se configurar em um remodelador do ambiente terrestre.

Nos estudos de Wiebeck e Harada (2005) há relatos de que o plástico PET foi descoberto em 1928 nos laboratórios da *DuPont*, pela equipe do Dr. Carothers que já havia desenvolvido o náilon 6.6, uma poliamida, e procurava novos polímeros para a produção de fibras, para substituir a seda. Numero significativo de poliésteres com baixa massa foi desenvolvido porem não apresentou lucratividade.

Nos anos 60, desponta o PET como matéria prima com fins a acondicionar alimentos e segundo Guelbert t all (2007, p.7):

“em 1962, surgiu o primeiro poliéster pneumático utilizado pela Goodyear e só nos anos 70 o processo de injeção e sopro permitiu a introdução do PET na aplicação de garrafas, revolucionando o mercado de embalagens, principalmente o segmento de bebidas. O PET proporciona alta resistência mecânica (impacto) e química, além de ter excelente barreira para gases e odores. Devido a estas características e o peso muito menor que das embalagens tradicionais, o PET mostrou ser o recipiente ideal para a indústria de bebidas em todo o mundo, reduzindo custos de transporte e produção”.

A reciclagem química e também como refere Campanelli et all (1994) denominada terciária, consiste em um processo tecnológico no qual se realiza a conversão do resíduo plástico em matérias-primas petroquímicas básicas (retorno à origem).

Nesse sentido, de acordo com o site Reciclagem de PET no Brasil (2008), a reciclagem química pode resultar tanto em uma substância combustível quanto em um produto químico, a ser utilizado para a obtenção do polímero que lhe deu origem ou até mesmo em um novo polímero.

Segundo os estudos de Rozendo (2011, p.2), “o processo tecnológico de reciclagem química de PET por solvólise converte os resíduos plásticos em matérias-primas, por meio de reações de substituição nucleofílica” e o autor prossegue e explica que “estas reações envolvem a formação inicial de um carbocátion, seguida pela reação deste com uma molécula do solvente”.

Atualmente, como a preocupação com o ambiente se configura na mente humana, Anastas e Warner (1998) criam a química verde que consiste na empregabilidade de princípios com fins a eliminação do uso ou a geração de substâncias perigosas durante o planejamento, manufatura e aplicação de produtos químicos.

A Química Verde também é empregada na redução da poluição e assim promovem a utilização de produtos e processos químicos que sejam saudáveis para o meio ambiente. Os polímeros

mais utilizados deste grupo são o poli (ácido láctico) (PLA), poli (ácido glicólico) (PGA), poli (glicólico-ácido láctico) (PGLA) e a poli(- caprolactona) (PCA).

Sua utilização se concentra especialmente na indústria médica, pois seu custo em relação aos polímeros convencionais ainda é desvantajoso. A tabela abaixo aponta as principais aplicações dos polímeros biodegradáveis.

A atuação das ONGs ambientalistas, o aprimoramento da legislação ambiental e as atividades voltadas para a educação ambiental nos níveis formal e informal têm ampliado o debate das organizações e as iniciativas empreendidas em prol da sustentabilidade.

## **METODOLOGIA**

Tendo em vista os objetivos desta pesquisa, opta-se pelo estudo de caso que, para Johnson (1992, p.75), “consiste no estudo de um caso em particular realizado em seu ambiente natural”. Para a autora, “os estudos de caso são, na sua maioria, qualitativos”. O objetivo do estudo de caso na concepção de Johnson (1992, p.76) “é descrevê-lo em seu contexto, sendo o pesquisador guiado por uma pergunta da pesquisa a fim de estudar o caso e outros aspectos do contexto que subjazem a ele, permitindo assim o esclarecimento da questão pesquisada”.

O estudo de caso na concepção de Stake (1998, p.258) “é o estudo de um sistema limitado que enfatiza a unidade e a totalidade daquele sistema, porém fixa a atenção nos aspectos relevantes ao problema da pesquisa” e ao mesmo tempo explicita que a escolha do objeto de estudo a ser investigado vem a ser definido pelo interesse do pesquisador.

Um estudo de caso na perspectiva de Yin (2001, p.32-34), “é uma pesquisa empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto na vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Tendo em vista as diferentes categorizações de estudo de caso e olhando para o meu estudo sobre a perspectiva de Yin (2001) eu o classificaria com um estudo de caso exploratório uma vez que estarei observando o processo de produção do PHB - Poli (ácido 3-hidróxibutírico) pela Tecnologia Coopersucar (Cooperativa dos produtores de cana-de-açúcar) que visa disseminar e expandir a cultura da cana-de-açúcar com materiais de altíssima qualidade e tecnologia.

## **O CONTEXTO DA PESQUISA**

Esse estudo foi elaborado com o objetivo de analisar o processo de produção do PHB - Poli (ácido 3-hidróxibutírico) - PHB - Tecnologia Coopersucar. A metodologia de pesquisa utilizada foi à qualitativa descritiva que de acordo com Vergara (2000, p.20) é utilizada, geralmente, “para expor características de uma população, não tendo compromisso em explicar os fenômenos que descreve, apesar de poder contribuir para tal explicação”.

Os estudos descritivos no entendimento de Triviños (1987, p.112) “podem ser criticados porque pode existir uma descrição exata dos fenômenos e dos fatos” e “estes fogem da possibilidade de verificação através da observação”. Ainda para o autor:

“às vezes não existe por parte do investigador um exame crítico das informações, e os resultados podem ser equivocados; e as técnicas de coleta de dados, como questionários, escalas e entrevistas, podem ser subjetivas, apenas quantificáveis, gerando imprecisão”.

Já no entendimento de Vergara (2000, p.47) “a pesquisa descritiva expõe as características de determinada população ou fenômeno, estabelece correlações entre variáveis e define sua natureza”. E ainda afirma que “não têm o compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação.” Como exemplificação, o autor cita as pesquisas de opinião.

A pesquisa bibliográfica também se estabeleceu como meio de apoio investigativo nesse estudo. O termo Bibliografia advém do grego *biblio*, ‘livro’, e *grapheia*, ‘escrever’, ‘escritura de livros’. Desde meados do século XVIII, a palavra bibliografia passou a ser sinônimo de lista de livros ou de outro tipo de material escrito referindo-se a um campo concreto.

As bibliografias resultam indispensáveis para o trabalho dos especialistas nas mais variadas disciplinas, bem como para as pessoas dedicadas à produção e distribuição de livros, como bibliotecários, editores ou bibliófilos, e podem constituir fontes muito úteis de informação para todos os leitores sérios.

As bibliografias descritivas consistem na enumeração sistemática das publicações, e se dividem, por sua vez, em universais (publicações sobre diferentes assuntos feitas em vários países e épocas) e seletivas (limitam seu campo de catalogação segundo características definidas, como uma área de interesse determinada, obras editadas em um determinado país ou escritas por um só autor).

Pádua (2004) define a pesquisa bibliográfica como fundamentada nos conhecimentos de biblioteconomia, documentação e bibliografia; sua finalidade é colocar o pesquisador em contato com o que já se produziu a respeito do seu tema de pesquisa. Já a pesquisa de campo, uma investigação empírica, ocorreu na empresa de cosméticos e segundo Vergara (2000) dessa forma se constrói um cenário elucidativo do fenômeno estudado. Para esta pesquisa preterivelmente optou-se pela observação participante.

## **GERAÇÃO DE DADOS E SEUS INSTRUMENTOS**

Muitos fatores contribuem para o surgimento e agravamento dos problemas ambientais e entre eles estão a poluição e o esgotamento dos recursos naturais. A preocupação mundial com a escassez de recursos naturais tem sido amplamente divulgada exigindo não somente das indústrias altamente poluidoras, mas, de todos os segmentos sociais, ações que denotem um compromisso permanente com a reversão do atual quadro de devastação.

A atuação das ONGs ambientalistas, o aprimoramento da legislação ambiental e as atividades voltadas para a educação ambiental nos níveis formal e informal têm ampliado o debate

das organizações e as iniciativas empreendidas nesta direção. A emergência da crise ambiental nos primeiros anos do século XXI desencadeia novas posturas no planejamento das ações empresariais. Essas ações antes restritas à expansão de divisas ganham novos contornos na medida em que o desempenho da empresa está constantemente sendo avaliados e fiscalizados pelos consumidores, órgãos públicos, concorrentes.

Como o Brasil é um dos maiores produtores de etanol podemos ser um dos maiores produtores de plástico biodegradável por usar como matéria-prima os resíduos gerados na produção do etanol e parto dessa premissa para justifica a apresentação desse trabalho.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Embora os materiais plásticos já existam há mais de cem anos, ainda são considerados modernos ao se compararem a outros materiais. Ao longo dos últimos anos, estiveram presentes em inúmeros projetos inovadores, como nos campos aeroespacial, da construção e automobilístico, destinados a: redução de pesos, melhoria no desempenho mecânico, no isolamento térmico etc.

Portanto, esses materiais são importantes para o desenvolvimento da sociedade, ao viabilizar inovações destinadas à melhoria da qualidade de vida das pessoas e da eficiência na utilização de recursos naturais. A indústria de transformação de plásticos, que também é chamada de terceira geração da indústria petroquímica, está no centro de uma cadeia industrial que se inicia com os processos de exploração e produção de petróleo e gás, principalmente, e integram fabricantes de equipamentos de transformação, fabricantes de ferramentas de moldagem e clientes de diferentes mercados, estendendo-se até o consumidor final.

Os fabricantes de resinas plásticas, conhecidos como a segunda geração petroquímica, são empresas de grande porte que transformam uma matéria-prima, normalmente derivada do refino do petróleo e que tem carbono em sua composição, em um polímero, por meio de um processo de polimerização.

Uma alternativa ao uso de produtos provenientes do refino do petróleo para a produção de resinas plásticas, cuja importância vem se tornando crescente, é a utilização de produtos derivados da biomassa, como o etanol. O processo de produção do PHB - Poli (ácido 3-hidróxibutírico) Tecnologia Coopersucar, pode ser melhor visualizado a partir da observação da imagem abaixo.

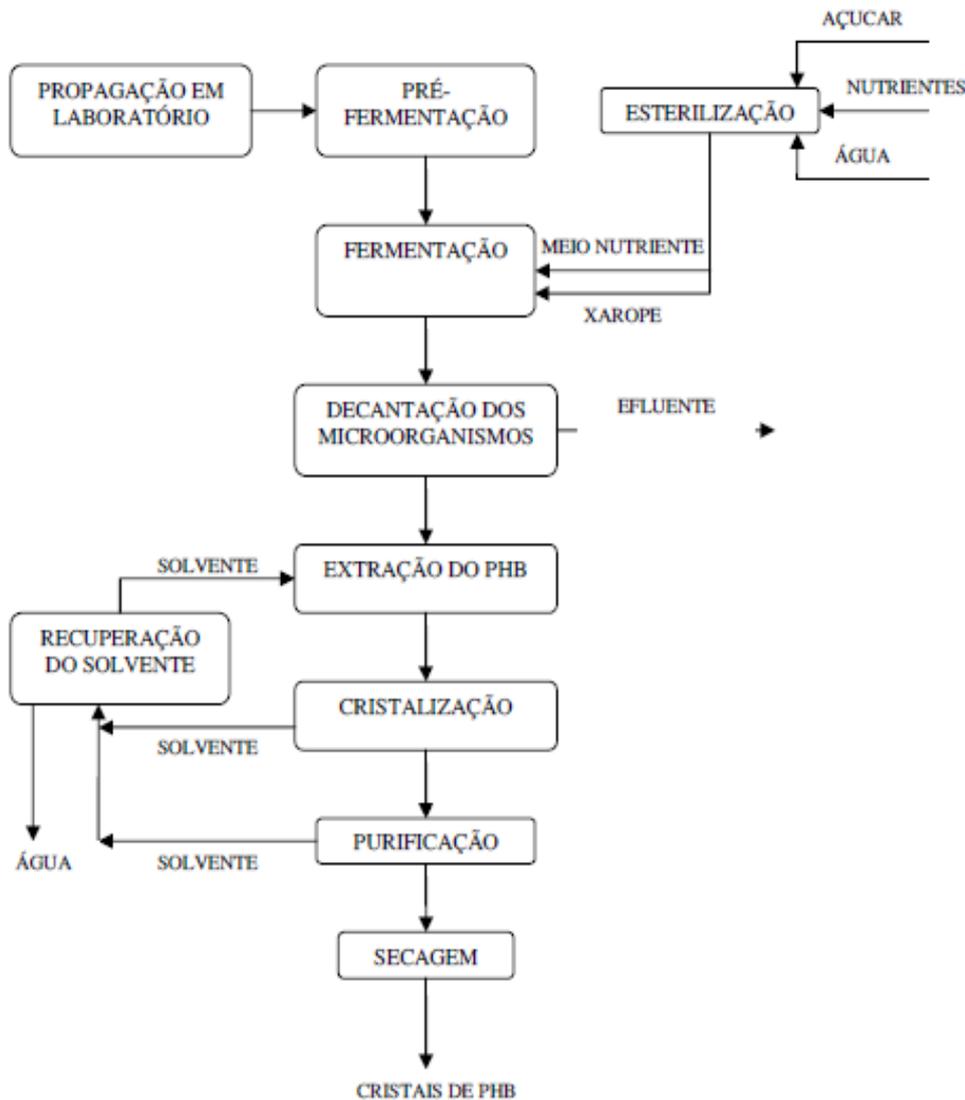


Figura 4 - Processo de Produção do Poli (ácido 3-hidróxibutírico) – PHB

Fonte: Nonato et all. (1999).

Sabe-se que o PHB é produzido a partir da fermentação do açúcar da cana-de-açúcar, que, primeiramente, invertido por processo enzimático transforma-se em um xarope. Este polímero formado no interior da bactéria se alimenta do xarope. A partir deste momento, o polímero formado pode ser utilizado na fabricação de sacolas plásticas, colheres, vasos entre outros produtos.

Há relatos acadêmicos referindo que o processo Copersucar emprega linhagens altamente eficientes no acúmulo de Poli (ácido-3-hidróxibutírico) - PHB, partindo de açúcar invertido. Haja dito que utiliza linhagens altamente eficientes no acúmulo de Poli (ácido-3-hidróxibutírico) - PHB, partindo de açúcar invertido.

As linhagens, segundo Nonato e Rossel (1999, apud Nascimento, 2001), mantidas “lioofilizadas no banco de culturas do Centro de Tecnologia Copersucar (CTC), são reativadas e testadas periodicamente, com relação à sua pureza, sendo as mesmas fornecidas à Usina da Pedra na forma de tubos de cultura”.

Das linhagens disponíveis, utiliza-se a bactéria denominada de “Gram negativa *A/caligenes eutrophus*, em função de sua alta estabilidade e reprodutibilidade de características fermentativas”. (NASCIMENTO, 2001, p.24).

Este processo assegura um desempenho de suma importância no que refere a rendimento e produtividade. Mas, por outro lado, esta linhagem é inábil no processo de inversão da sacarose compelindo “a inclusão de uma etapa de inversão do açúcar, durante o preparo do mosto”. (NASCIMENTO, 2001, p.25).

Ainda segundo este autor presentemente existe três metodologias para extrair PHAs, a saber: “extração por solvente; digestão química por hipoclorito de sódio e enzimólise seletiva”.

Em todas as metodologias apresentadas asseguram-se eficiência na extração aprimorada pela centrifugação do caldo fermentativo (a concentração de células é 50 g/l) para obter uma pasta concentrada a qual é usada como material de partida para o isolamento do polímero.

## EXTRAÇÃO POR SOLVENTE

Através deste método de extração, origina-se uma possibilidade maior de produção de polímeros com significativa massa molar. O PHA é obtido a partir da extração de uma pasta de células bacterianas diluída em um solvente orgânico, tais como o clorofórmio, o cloreto de metileno, o dicloroetano ou ainda o tricloroetano.

A solução sugerida seria filtrar para eliminar restos de células bacterianas e o PHB é então precipitado por resfriamento lento da solução ou pela adição de um não solvente tal como metanol, éter dietílico ou hexano.

O que eclode desse processo é um PHB em pó de cor branca e com elevada massa molar cristalina. Outros PHAs com taxa de cristalização inferior produz filmes ou agregados que virão a cristalizar com o passar do tempo.

## CONCLUSÃO

Presente na sociedade do consumo massivo de bens exige plástico para a fabricação de milhões de produtos. Materiais de embalagem, em grande parte, contribuem para a alta demanda de plásticos.

Nosso estilo de vida rápido exige conveniência e por fim os alimentos findam por ser pré-embalados. A fabricação de embalagens de custo eficaz que protege adequadamente o produto é possibilitada pelo plástico. Plástico é feito de petróleo, um recurso não renovável.

Embora o plástico que se utiliza na sociedade possa ser reciclado, a quantidade de resíduos sólidos gerados pelo plástico está se tornando um problema. Nos últimos anos, os recursos naturais renováveis têm sido utilizados com sucesso para produzir o plástico biodegradável em determinadas condições de temperatura e umidade.

Plástico biodegradável feito a partir de recursos renováveis é um material inovador importante um vez que diminui a dependência do petróleo e reduz a quantidade de resíduos, enquanto ainda produz um produto que oferece benefícios similares de plásticos tradicionais. Embora seja uma porcentagem pequena, ao longo do tempo a quantidade de petróleo empregado para produzir plástico contribui para o esgotamento dos combustíveis fósseis. A taxa de consumo influencia o preço global do petróleo, contribuindo para o atual aumento dos custos de matéria-prima.

Plásticos derivados de petróleo são feitos de polímeros sintéticos. No entanto, as cadeias de polímeros também são encontradas na natureza. Estas correntes são comumente encontradas no amido, na celulose e na lignina. A celulose é abundante em todas as plantas, embora algumas plantas produzam mais do que outras.

A lignina é normalmente encontrada na madeira, e o amido em plantas como batatas, milho e trigo. Plantas, madeira, milho, batata e trigo são todas as matérias-primas renováveis e prontamente disponíveis. A principal diferença entre polímeros sintéticos e polímeros encontrados na natureza é que os polímeros naturais contêm oxigênio e nitrogênio. O oxigênio e o nitrogênio na estrutura do polímero permitem que o polímero se biodegrade.

Tanto o amido de milho e madeira são materiais de custo baixo. No ritmo atual de produção, a necessidade de milho não compete com a oferta de alimentos. Apesar da vantagem no critério ambiental, os plásticos biológicos são mais caros e, por serem menos flexíveis, têm aplicações mais limitadas que os sintéticos. Além disso, eles não contribuem para o aumento do CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono) na atmosfera, visto que ao serem degradados, esse carbono passa a fazer parte da matéria orgânica do ambiente

As características físicas e mecânicas do plástico biodegradável são semelhantes às de alguns polímeros sintéticos, que utilizam o petróleo como matéria-prima, mas oferecem o benefício de se decompor muito mais rapidamente depois de descartados.

O PHB vai atender aos requisitos de uma área específica de mercado, pois muitas empresas reconhecem que ter um produto feito com plástico biodegradável é um diferencial importante.

Há necessidade de se atender ao que o mercado requer desse polímero, lembrando que por mais que se avance em tecnologia não haverá um custo mais baixo a não ser que seja modificada a forma de fabricação do PHB. Da mesma forma que se levou 60 anos para multiplicar as variedades de uso do polietileno, desde a sua descoberta em 1940, o bioplástico vai entrar para uma etapa de novas opções.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. Green Chemistry: theory and practice. New York: Oxford University Press. 1998. MIDDLETON, J. C.; TIPTON, A. J.; Synthetic Biodegradable polymers as orthopedic devices, *Biomaterials*, v. 20, p. 2335-2346, 2000.

CAMPANELLI, J. R., KAMAL, M. R., COOPER, D. G., Kinetics of Glycolysis of Poly(Ethylene Terephthalate) Melts, *Journal of Applied Polymer Science*, v. 54, 1731-1740, 1994.

GUELBERT, T. F.; CORREA, M.; LESZCZYNSKI, S. A. C. e GUERRA J. C. C. A Embalagem Pet E A Reciclagem: Uma Visão Econômica Sustentável Para o Planeta. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Outubro de 2007. Disponível em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007\\_TR680488\\_9965.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR680488_9965.pdf). Acesso em 10 janeiro de 2016.

JOHNSON, D. M. Approaches to Research in Second Language Learning. London. Longman. (1992).

LOURENÇO, M. O futuro do Porto de Santos. Disponível em: <<http://txt.estado.com.br/editorias/2008/06/11/eco-1.93.4.20080611.8.1.xml>>. Acesso em 28 de dezembro de 2016.

NASCIMENTO, J. F. "Estudo da Processabilidade e da Caracterização do Poli (ácido 3-hidroxi-butírico)- PHB Obtido a Partir de Cana-de-Açúcar". Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Química como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Química. 2001.

NONATO, R. , ROSSEL, C. Obtenção de Polímeros Biodegradáveis a partir de Fontes Renováveis: Cana de Açúcar. In WORKSHOP ON ENVIRONMENTALLY DEGRADABLE AND RECYCLABLE POLYMERS IN LATIN AMERICA, 1999, Campinas. Proceedings.

ROSENDO, A. D. R. Reciclagem Química Do Poli(Tereftalato De Etileno) (Pet) Pós-Consumo Por Aminólise E Aplicação Na Síntese De Poli(Éster-Amida). Dissertação em Ciência e Tecnologia de Polímeros, submetida ao Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências MSc, em Ciência e Tecnologia de Polímeros. 2011.

STAKE, R. E. Case Studies. In: DENZIN, N. K. & LINCOLN, Y. S. (eds.). *The Landscape of Qualitative Research – Theories and Issues*. London. Sage Publications. (1998).

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 3ª edição. São Paulo: Atlas, 2000. 92p.

WIEBECK, H.; HARADA, J. Plásticos de Engenharia. São Paulo: Editora Artliber, 2005.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Porto Alegre. Editora Bookman. (2001).