

Universidade Técnica de Lisboa
Faculdade de Arquitectura

Design de Produto
em Biopolímeros:
Objectos Emergentes

Filipe Miguel Moreira de Sousa Martins

Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em
Design de Produto

Orientador Científico: Mestre José Alves Pereira

Júri
Presidente: Doutora Maria Leonor Ferrão
Vogal: Mestre Pedro Paulo Oliveira

Lisboa,
Janeiro de 2011

*Dedico este trabalho à minha família que me deu os elementos
que me permitiram seguir este caminho,
e gostar dele.*

Queria agradecer, em primeiro lugar, ao Prof. José Alves Pereira, pela coordenação, orientação, dedicação e motivação que permitiram este trabalho ter força.

Queria também agradecer ao Prof. Pedro Paulo Oliveira, por todo o apoio que gentilmente prestou no início do trabalho, e por me ajudar a perceber qual seria o caminho a não seguir.

Mas, não esqueço desta forma o apoio de todos aqueles que com pequenos gestos contribuíram para que esta dissertação se concretizasse, a Eles os meus agradecimentos, assim como a todos aqueles que me acompanham, e que com a sua forma de ser vão construindo a minha.

Resumo

Os produtos desenvolvidos a partir de biopolímeros, polímeros bio-baseados e biodegradáveis, começam a ser vistos como alternativas com um enorme potencial. Mas estes materiais são ainda geralmente desconhecidos ou confundidos com outros produtos poliméricos. Torna-se assim relevante fazer um levantamento de objectos com origem biopolimérica, visando conhecer, analisar e compreender que tipos de produtos são e que outros poderão ser abrangidos por esta inovação material, com o objectivo de compreender qual poderá ser o seu impacto no Design de Produto.

Abordamos a importância destes materiais para o Design e para os designers de Produto, surgindo os resultados das evidências daquilo que existe, no que diz respeito aos diversos produtos observados, feitos a partir de polímeros bio-baseados e biodegradáveis, que categorizamos em diversas famílias, consoante parâmetros considerados relevantes, como a sua composição material ou capacidade funcional, dando ênfase a produtos inovadores, não só ao nível dos materiais utilizados, mas também à forma como o produto é concebido, produzido e utilizado. Reflectimos ainda sobre as perspectivas de diversos designers e profissionais, as novas formas de pensar a matéria, analisando-se assim o estado da arte, as oportunidades e as ameaças que esta introdução material pode trazer nos próximos anos, especificamente, no Design de Produto e na sociedade, em geral.

Concluimos que existem já inúmeros produtos de origem biopolimérica, abrangendo diversos sectores de aplicação e que estes materiais são muito importantes para o Design de Produto, dado que poderão afectar profundamente os ciclos de vida dos objectos produzidos, desde o conceito até à eliminação do produto, podendo estes vir a devolver ao consumidor um maior poder sobre as suas escolhas, alterando-se assim diversos paradigmas inerentes ao Design de Produto.

Palavras-chave

Design de Produto Biopolímero
Renovável Biodegradável Ciclo-de-vida do Produto

Abstract

The products developed using biopolymers, bio-based and biodegradable polymers, are increasingly seen as alternatives with a huge potential. But these materials are still generally unknown or mistaken with other polymer based products. Therefore it becomes relevant to survey biopolymeric originated objects, aiming to know, analyze and understand what kinds of products they are and what other products may be embraced by this material innovation, trying to understand what their impact in Product Design might be.

We approach these materials through their relevance towards Design and product designers, from the evidence of what exists, regarding the surveyed products, made from bio-based and biodegradable polymers, which we categorize in several families, according to parameters considered relevant, such as its material composition or functional capability, emphasizing on innovative products, not only regarding the materials used, but as well the ways in which the product is conceived, produced and used. We also reflect on the perspectives of several designers and professionals, on the new ways of thinking material, thus analyzing the state of the art, the opportunities and threats that the introduction of this material may bring in the next few years, namely, in Product Design and in the society, in general.

We have concluded that innumerable products of biopolymeric origin already exist, throughout different sectors of application and that these materials are very important to Product Design, since they may affect deeply the life cycles of the produced objects, from the concept to the elimination of the product, so that they may enhance the consumer with greater power upon its choices, therefore changing several paradigms inherent to Product Design.

Keywords

Product Design Biopolymer
Renewable Biodegradable Product Life Cycle

0.0.

Índices

0.1. Índice Geral

Dedicatória e Agradecimentos	v
Resumo e Palavras-Chave	vii
Abstract and Keywords	ix
0.0. Índices	xi
0.1. Índice Geral	xii
0.2. Índice de Ilustrações	xiv
0.3. Índice de Tabelas	xvi
0.4. Lista de Abreviaturas, Glossário e Siglas	xvii
1.0. Introdução	1
1.1. Questão da Investigação	3
1.2. Objecto de Estudo	4
1.3. Objectivos da Investigação	7
1.4. Hipóteses Formuladas	8
1.5. Metodologia da Investigação	9
1.6. Desenho de Investigação	10
1.7. Calendário	11
2.0. Enquadramento Teórico	13
2.1. O que são Biopolímeros?	14
2.2. História	21
2.2.1. Materiais na História	21
2.2.2. Origens Naturais	22
2.2.3. Origens Sintéticas	23
2.2.4. Início do Século XX	24
2.2.5. Primeira Metade do Século XX	26
2.2.6. Anos 60	26
2.2.7. Anos 90	27
2.2.8. Século XXI	27

3.0.	Investigação	29
3.1.	Alguns Biopolímeros	30
3.1.1.	PLA	31
3.1.2.	TPS	32
3.1.3.	PHA	33
3.2.	Normas e Certificação	34
3.3.	Biopolímeros e o Design de Produto	38
3.4.	Biopolímeros em Portugal	44
4.0.	Objectos Emergentes	47
4.1.	Embalagens e Contentores	48
4.2.	Para Crianças	54
4.3.	Electrónicos	56
4.4.	Higiene	60
4.5.	Escritório e Interiores	62
4.6.	Assentos	66
	Cadeira Parupu	67
4.7.	Vestuário e Adereços	70
4.8.	Medicina	76
4.9.	Agricultura e Horticultura	78
4.10.	Fórmula3 World First Racing	80
4.11.	Injectora de Plástico RepRap	81
5.0.	Gráficos para Categorização de Produtos	83
5.1.	Sectores de Aplicação dos Biopolímeros	84
5.2.	Índice de Rácio Estimado de Uso Biopolimérico	86
5.3.	Categorização por Matérias-primas de Origem	88
5.4.	Categorização Funcional de Biopolímeros em Produtos	90
6.0.	Conclusões	93
7.0.	Recomendações para Futuras Investigações	99
9.0.	Obras Citadas	103
10.0.	Bibliografia	115

0.2. Índice de Ilustrações

Ilustração 1. Produção mundial de biomassa (esquerda) e biomassa utilizada pelos humanos (direita)(Shen, Haufe, & Patel, 2009)	5
Ilustração 2. Bioplast durante o processo de compostagem (JC Hagen GmbH, 2010)	15
Ilustração 3. Importância Relativa dos Materiais na História (Astrom, 1997)	21
Ilustração 4. Contentor para líquidos produzido a partir de corno, Etiópia, cerca de 1960 (Desconhecido, 2003)	22
Ilustração 5. Bolas de snooker produzidas a partir de celulóide, finais do séc. XIX, início do séc. XX (Lessa, 2003)	24
Ilustração 6. Robert Boyer e Henry Ford com o Carro de Feijão de Soja (The Henry Ford, 2010)	26
Ilustração 7. Logótipo Compostable (Avérous, Biodegradable Polymers or Biopolymers - a classification!, 2004)	36
Ilustração 8. Cadeira S por Verner Panton (Holger, 2007)	39
Ilustração 9. Saco preto para lixo (Epsó, 2009)	39
Ilustração 10. Amostra de diversas embalagens plásticas pós consumo (Dong, 2005)	39

Ilustração 11. Poluição petropolimérica num rio de Los Angeles (Loomis, 2009)	39
Ilustração 12. Análise Comparativa entre diferentes tipos de polímeros (Lux Research Inc., 2009)	42
Ilustração 13. Hernâni Magalhães Jr, à esquerda, e Paulo Azevedo com o novo produto da Silvex (Frias, 2010)	45
Ilustração 14. Tipos de produtos segundo parcialidade de composição biopolimérica	86
Ilustração 15. Percentagem de matérias primas da amostra de produtos	88

0.3. Índice de Tabelas

Tabela 1. Categorias de Plásticos segundo Papanek (Papanek,1995)	19
Tabela 2. Exemplos de polímeros biodegradáveis (Petrie, 2010)	20
Tabela 3. Alguns biopolímeros naturais (Aryshi, History of Polymers, 2008)	23
Tabela 4. Alguns polímeros, data da descoberta e seu descobridor (PHS, 2010)	25
Tabela 5. Classificação de Polímeros Biodegradáveis (Avérous, Biodegradable Polymers or Biopolymers - a classification!, 2004)	30
Tabela 6. Formas de processamento de Bio-Flex® (PLA)(FKuR, 2010)	31

0.3. Abreviaturas, Glossário e Siglas

BPI – Biodegradable Product Institute (Instituto de Produtos Biodegradáveis)

CEN – Comité Europeu para a Normalização

EN – European Norma (Norma Europeia)

Fracções – Mistura de cadeias de hidrocarbonetos que diferem em termos de tamanho e estrutura das suas moléculas

GFRP – Glass Fiber Reinforced Plastic (Plástico Reforçado com Fibra de Vidro)

NE – Não Empresarial

NI – Não Identificado

OGM – Organismo Geneticamente Modificado

Organolépticas - Propriedades que os produtos possuem para impressionar os sentidos (visão, tacto, odor, etc)

PET – Poly(Ethylene Terephthalate) (Politereftalato de etileno)

PHA – PoliHidroxi Alcanoatos

PHB – PoliHidroxi Butiratos

PLA – Ácido Poli Láctico

PP – Poli Propileno

PS – PoliStyrene (PoliEstireno)

Termoendurecidos / Termofixos – Polímeros que endurecem quando são aquecidos, não voltando a amolecer

Termoplásticos – Polímeros que amolecem quando são aquecidos e endurecem quando arrefecidos

TPS – ThermoPlastic Starch (Amido Termoplástico)

1.0. Introdução

Neste capítulo encontra-se o planeamento deste trabalho, as questões e interesses que o motivaram, e os objectivos que foram formulados a partir dos mesmos, assim como a explicação gráfica e descritiva da metodologia utilizada durante todo o processo, e também como e ao longo de quanto tempo foi este trabalho realizado.

Os elementos que constam deste capítulo são os seguintes:

- 1.1. Questões da Investigação
- 1.2. Objecto de Estudo
- 1.3. Objectivos da Investigação
- 1.4. Hipóteses Formuladas
- 1.5. Metodologia da Investigação
- 1.6. Desenho da Investigação
- 1.7. Calendário

1.1. Questões da Investigação

Sendo que os produtos de origem material biopolimérica são um mercado emergente, que novas aplicações poderão surgir nos próximos anos?

Dentro das novas aplicações quais serão os sectores e as tipologias de produto mais afectadas por esta inovação material?

Em que medida poderão estes materiais afectar o ciclo de vida dos objectos criados pelos designers de Produto?

1.2. Objecto de Estudo

O tema da investigação aqui apresentada surge da necessidade crescente de criar alternativas de novos materiais para o Design de Produto, originadas na biomassa, em comparação com os materiais sintéticos que hoje encontramos disponíveis no mercado. Sendo o material que originalmente conduziu a este pensamento foi o compósito GFRP (resina epoxy reforçada com fibra de vidro), um compósito polimérico não reciclável, dado ser termofixo e mesmo que fosse termoplástico, a reciclagem já demonstrou não ser uma boa alternativa para o fim de vida dos produtos petropoliméricos, dado que a qualidade dos materiais diminui no processo da reciclagem, por ser complicado garantir uma separação total de todos os materiais envolvidos no processo, assim como existir uma alteração nas propriedades dos mesmos, enfraquecendo-se assim diversas características como a sua elasticidade e força tênsil, acabando estes plásticos reciclados por conter mais aditivos do que os primeiros (Mcdonough & Braungart, 2009), assim como não ser socialmente possível garantir que os plásticos são eliminados correctamente no fim do ciclo de vida do produto.

O uso na produção de objectos que requerem propriedades de forma mais orgânicas e características de resistência diversas (ex.: cadeiras, escorregas para crianças, pás de aeroplanadores, cascos de embarcações, etc.), em projectos de design pelos alunos da Licenciatura e Mestrado em Design na FA-UTL, assim como em outras universidades e áreas profissionais, tem um enorme potencial, mas sofre do mal dos compósitos petroquímicos: a fibra de vidro é prejudicial ao ambiente e à saúde quando manipulada, não se decompõe, não pode ser reciclada, sendo que quando o produto chega ao fim do seu ciclo de vida, a matéria permanece por muito mais tempo desprovida de utilidade, tornando-se assim lixo.

Sendo o GFRP uma matéria sintética, inspirada numa matéria natural, deveriam existir matérias semelhantes, originadas directamente pela natureza, possuindo níveis de toxicidade inferiores, assim como produzindo resíduos tóxicos em menor qualidade e quantidade, podendo ser decompostas e biodegradadas no fim de vida do produto.

Partindo daqui iniciei uma pesquisa nos materiais mais usados em compósitos poliméricos, mas percebeu-se que apenas poderia prosseguir

investigação num dos elementos desse compósito. Pela análise feita, infere-se que as fibras naturais são já muito usadas, por vezes reforçando petropolímeros (Kandachar & Brouwer, 2002), surgindo já algumas aplicações de resinas biopoliméricas reforçadas com fibras naturais (Oksman, Skrifvars, & Selin, 2001)(Fowler, Hughes, & Elias, 2006); logo o caminho foi estudar as matrizes biopoliméricas.

A pesquisa continuou em materiais de origem natural, que pudessem servir como alternativas aos materiais utilizados actualmente.

Durante esta pesquisa compreendeu-se existirem materiais ao longo da história, tanto de origem vegetal como animal (ver capítulo História), que permitem a substituição tanto da matriz (resina epoxy) como do reforço (fibra de vidro) em aplicações que não requeiram alta performance do material, simplesmente a sua produção em grandes escalas não existe de forma a substituir os materiais usados actualmente, tornando-os dispendiosos e inacessíveis para o consumo das massas. Não obstante, o uso da biomassa na produção de polímeros, assim como de outros recursos é um factor importante para a contínua evolução dos nossos sistemas, dado que, como pode ser observado na Ilustração 1, da produção mundial de biomassa, apenas uma pequena parte (3.5%) é aproveitada pelo ser humano.

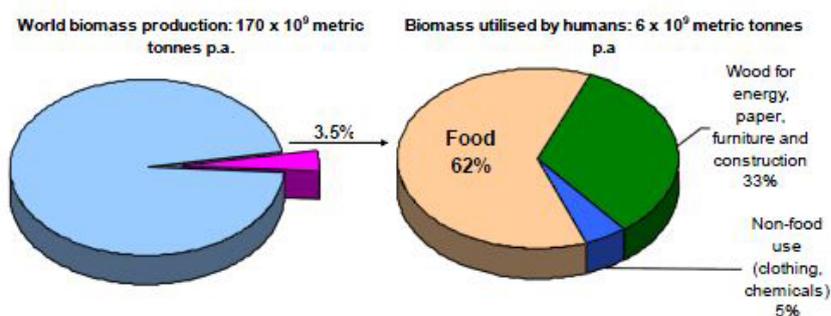


Ilustração 1.

Produção mundial de biomassa (esquerda) e biomassa utilizada pelos humanos (direita)(Shen, Haufe, & Patel, 2009)

Assim a investigação centrou-se nas resinas poliméricas de origem vegetal que estão hoje no centro das atenções de muitos laboratórios de materiais. Este seria um caminho que conduziria a áreas de estudo que não o Design de Produto, que é o foco desta dissertação. Desta forma, decidimos concentrar

os esforços nos produtos de matriz plástica, mais precisamente nos produtos biopoliméricos, cuja informação se encontra dispersa, tornando-se importante juntar o máximo possível desta, observando o mercado no que diz respeito a produtos materializados em biopolímeros, assim como as opiniões de alguns designers e profissionais de outras áreas do conhecimento.

Assim se pretende conseguir uma visão mais alargada e objectiva sobre as questões que envolvem o uso destes materiais como substitutos dos polímeros petroquímicos, com o objectivo de esclarecer os designers de produto, os alunos de design e todos aqueles a quem este problema diga respeito, podendo este âmbito ser estendido até aos consumidores.

1.3. Objectivos da Investigação

Não sendo propósito desta investigação a descoberta ou invenção de novos materiais, já que essa tarefa pertence aos engenheiros químicos e de materiais, centrámo-la nos produtos, pretendendo-se aprofundar os conhecimentos sobre aqueles que são já fabricados utilizando biopolímeros, captando características particulares dos materiais para o produto final, fazendo uso do potencial que estas matérias atingem. Além disto, reflectiremos um pouco sobre as mesmas, do ponto de vista do designer de produto, tendo em conta as condições actualmente existentes, para produzir, conceber, fabricar, comercializar e eliminar os produtos nela originados, permitindo assim obter uma visão alargada sobre diversos aspectos que envolvem estes materiais e o Design de Produto.

Para além de se apresentarem e categorizarem diversos produtos disponíveis no mercado e alguns protótipos, apresentam-se também as principais normas que regem a sua degradação e opiniões de designers relativamente ao impacto desta categoria de materiais no Design de Produto e na sociedade em geral.

1.4. Hipóteses Formuladas

Sendo que existem já diversos objectos de origem biopolimérica no mercado mundial, apesar de estarem ainda confinados a algumas áreas e tipologias de produto, a expansão das aplicações possíveis deverá aumentar consideravelmente nos próximos anos.

Surgirão alterações profundas no ciclo de vida dos produtos desenvolvidos em biopolímeros.

1.5. Metodologia da Investigação

O presente projecto de investigação iniciou-se com um primeiro momento metodológico constituído por métodos mistos qualitativos não intervencionistas, compostos pela crítica literária e análise de estudos de caso, tendo-se constituído o estado da arte de onde surgiram as hipóteses. O estado da arte foi mantido em aberto no decorrer da investigação de forma a permitir que novos produtos, artigos ou investigações que fossem lançados ou editados, pudessem ser contemplados neste estudo.

Iniciou-se assim o segundo momento metodológico composto por uma metodologia qualitativa, não intervencionista, baseada na investigação activa, onde se compreenderam e analisaram os diversos factores que contribuirão para o estabelecimento dos biopolímeros como material importante para o mundo do Design de Produto, usando-se os objectos recolhidos como base, tendo sido tomados em conta os diferentes campos e tipos de produtos a serem influenciados.

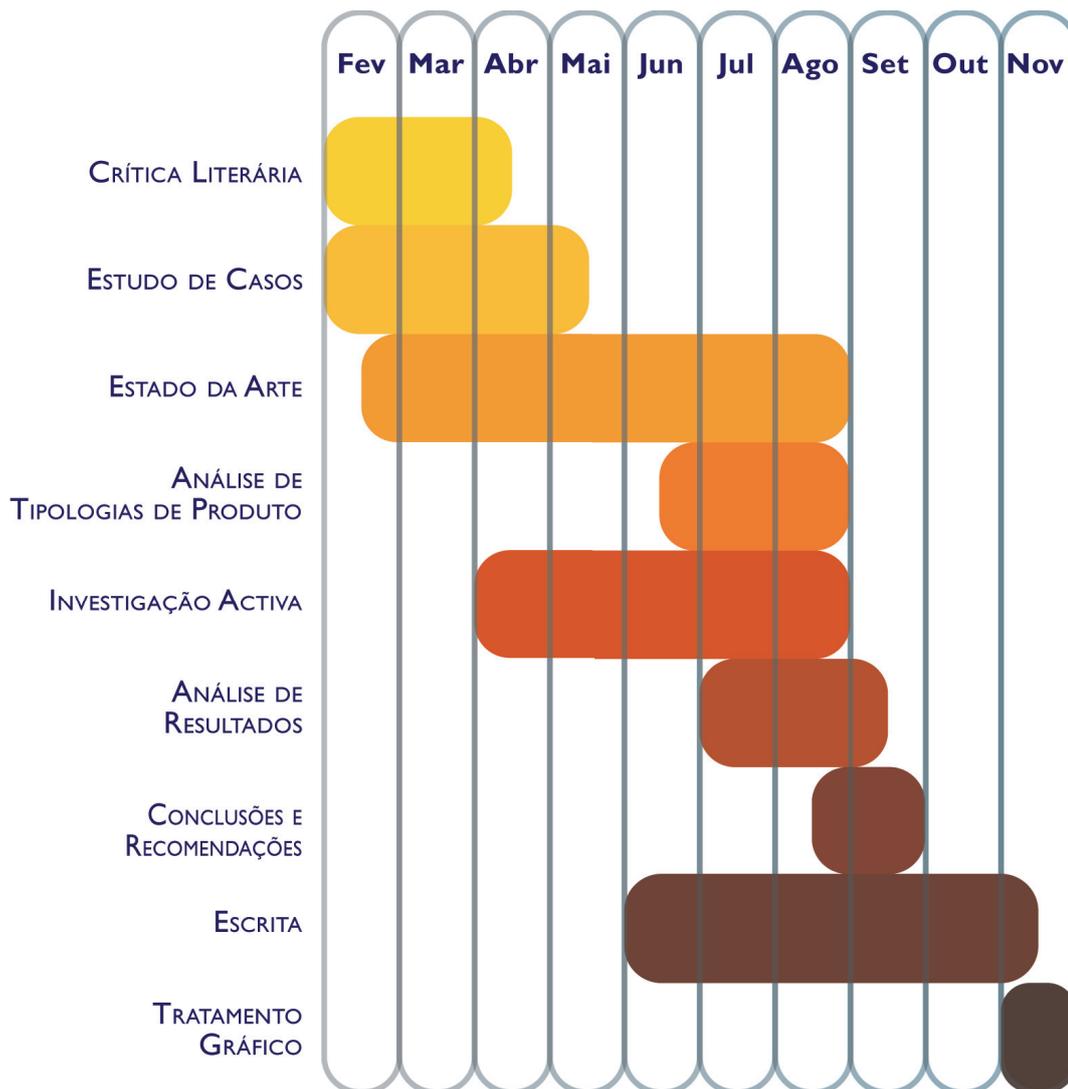
Os resultados foram obtidos a partir da análise das evidências encontradas, que após serem confrontadas com as hipóteses iniciais, conduziram às conclusões desta investigação, tanto no que diz respeito aos objectos emergentes, como ao desafio que colocarão à sua aplicação em novos produtos. Finalmente foram elaboradas as recomendações às futuras investigações.

1.6. Desenho da Investigação



1.7.

Calendário da
Investigação



2.0. Enquadramento Teórico

Neste capítulo pretende-se explicar sucintamente o que são biopolímeros, quais as suas origens e evolução do nosso relacionamento com estes materiais ao longo da história. São também apresentados alguns dos principais biopolímeros utilizados actualmente.

Os elementos que constam deste capítulo são os seguintes:

2.1. O que são Biopolímeros?

2.2. História

2.2.1. Materiais na História

2.2.2. Origens Naturais

2.2.3. Origens Sintéticas

2.2.4. Início do Século XX

2.2.5. Primeira Metade do

Século XX

2.2.6. Anos 60

2.2.7. Anos 90

2.2.8. Séc. XXI

2.1. O que são Biopolímeros?

Os polímeros há muito que influenciam a nossa espécie, tendo garantido a nossa sobrevivência, e auxiliando a nossa evolução nos mais diversificados aspectos.

Comecemos por explicar sucintamente que polímero é um termo com origem na palavra grega *polymeros* que significa “muitas partes”, dado que são substâncias compostas por moléculas de grandes dimensões, monómeros, que quando unidas, formam longas cadeias às quais chamamos polímeros (Aryshi, 2009). Originados no petróleo, são um produto orgânico. Utilizam-se diversas substâncias na sua fabricação entre elas: celulose, carvão, gás natural, sal. O petróleo é destilado de forma a separar as diversas substâncias que o constituem em fracções, cada uma delas uma cadeia de hidrocarbonetos, sendo o objectivo separar a “nafta, que é o elemento crucial para a produção de plásticos”¹ (Sevenster, 2010).

Existem duas formas principalmente usadas para produzir polímeros, a polimerização e a policondensação, usando diferentes catalizadores. Cada polímero tem a sua própria estrutura, tamanho e características, dependendo dos monómeros usados na sua produção. (Ibidem)

Os polímeros podem ser termo-endurecidos ou termoplásticos.

Os biopolímeros ou bioplásticos são um tipo de polímeros bio-baseados, provenientes de biomassa, podendo ser processados através das diversas formas, como várias das usadas para os polímeros convencionais. A estes materiais podem juntar-se, na sua composição, plasticizantes e aditivos, que permitem modificar as suas propriedades, adequando-os a determinada função.

Existem três formas de produzir polímeros bio-baseados (Shen, Haufe, & Patel, 2009), sendo estas:

- a) Usar polímeros naturais, que podem ser modificados mas que se mantêm deveras semelhantes (p.e.: polímeros de amido);
- b) Produzir monómeros bio-baseados através de fermentação

¹ *Naphtha, is the crucial element for the production of plastics.*

ou química convencional, polimerizando-se estes monómeros numa segunda etapa (p.e.: ácido poliláctico ou PLA);

- c) Produzir polímeros bio-baseados directamente a partir de micro organismos ou a partir de colheitas geneticamente modificadas (polihidroxialcanoatos ou PHA).

Os bioplásticos, segundo a definição da European Bioplastics (Thielen, 2010), assim como da British Plastics Federation (British Plastics Federation, 2010) compreendem dois tipos de polímeros:

- a. Plásticos baseados em recursos renováveis (focando a origem da matéria bruta utilizada)
- b. Plásticos biodegradáveis e compostáveis segundo a norma EN 13432 ou standards semelhantes (focando a decomposição do produto final; plásticos biodegradáveis e compostáveis podem ser baseados em recursos renováveis (bio-baseados) e/ou recursos não-renováveis (fósseis).

Bioplásticos podem ser baseados em recursos renováveis e biodegradáveis, baseados em recursos renováveis mas não serem biodegradáveis, ou baseados em recursos fósseis e biodegradáveis (Thielen, 2010). Esta definição, que é a usada pela European Bioplastics, é abrangente, contendo em si matérias completamente diferentes no que diz respeito à forma como são produzidas e como terminam o seu ciclo de vida. Na Ilustração 2 podemos ver um garfo de Bioplast™ durante 4 fases do seu processo de compostagem.

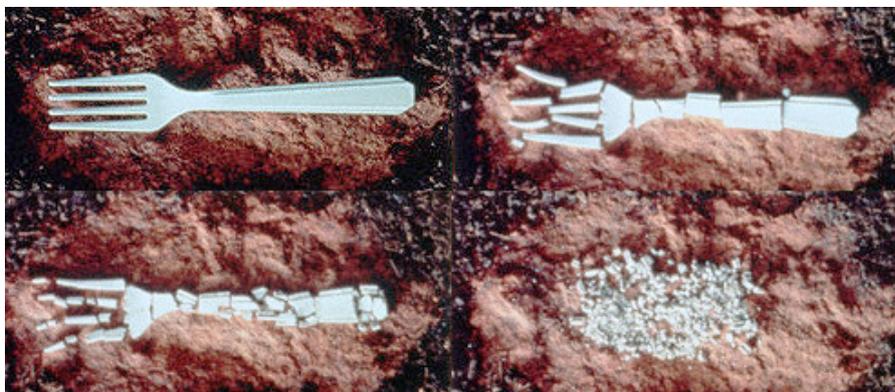


Ilustração 2. Bioplast durante o processo de compostagem (JC Hagen GmbH, 2010)

A próxima definição de biopolímero (Stevens, 2002) é condicionada por três parâmetros:

1. São biodegradáveis.
2. São produzidos a partir de matérias renováveis.
3. São produzidos usando processos amigos do ambiente.

Esta terceira característica descrita por E. S. Stevens, não é totalmente tomada em conta pelos produtores de biopolímeros, no entanto, este é o objectivo que ainda está por ser cumprido.

Segundo informação disponibilizada pela Massey University, é a natureza renovável e biodegradável de tais ingredientes que dá aos tipos de plásticos produzidos a partir de ácidos a classificação de 'bio-plásticos'² (University, Massey, 2006).

Ana Dolan, na sua apresentação *Bioplastics: Durable Renewable Sources Polymers* faz uma chamada de atenção. "Lembrem: Plásticos bio-baseados nem sempre são biodegradáveis e plásticos biodegradáveis nem sempre são bio-baseados"³ (Dotan, 2008) , que demonstra a confusão existente, no que diz respeito à definição de biopolímeros.

A biodegradabilidade da maioria dos biopolímeros apenas se dá em condições controladas, devendo ser usado, mais precisamente, o termo compostável, que determina o condicionamento da degradação do material mediante certas características de temperatura e humidade, evitando assim que o material se decomponha durante a vida útil do produto.

Perante as perspectivas descritas, para evitar a confusão e nos mantermos de acordo com a realidade actual, usaremos a definição seguinte:

- 1. São biodegradáveis e/ou compostáveis.**
- 2. São produzidos a partir de matérias renováveis.**

Isto porque o terceiro ponto que se refere aos processos amigos do ambiente, actualmente, ainda não é totalmente possível, dado que as tecnologias necessárias à sua fabricação não são neutras em termos de carbono e poluição do ar, água e solos, apesar de as investigações em biopolímeros avançarem e a Nature Works LLC providenciar no seu site informações que suportam o ponto

² *It is the renewable and biodegradable nature of such ingredients that give the types of plastic produced from the acids the classification of 'bio-plastics'.*

³ *Remember: Biobased plastics are not always biodegradable and biodegradable plastics are not always biobased*

descrito por E. S. Stevens, no qual é referido que os biopolímeros deverão utilizar processos amigos do ambiente, quando estes são comparados àqueles utilizados para produzir polímeros petroquímicos, sendo que a NatureWorks™, pretende que a produção dos seus biopolímeros seja neutra em termos de carbono (Nature Works LLC, 2005). É então referido que a produção do biopolímero Ingeo (PLA) requer menos combustíveis fósseis e produz menos gases de estufa que a dos plásticos tradicionais. O biopolímero Ingeo usa 62 a 68 por cento menos combustíveis fósseis na sua manufacturação que os plásticos tradicionais e é a primeira família mundial de polímeros disponíveis comercialmente, com uma significativa redução na emissão de gases de estufa, isto derivado de ser 100 por cento produzido a partir de fontes renováveis anualmente, com custo e performance que competem com os materiais para embalagens e fibras baseados no petróleo ⁴ (Nature Works LLC, 2010).

Papanek apresenta no seu livro *The Green Imperative*, a tabela *Categories of Plastics* (Tabela 1), na qual categoriza os diferentes tipos de plástico, demonstrando e esclarecendo desta forma diversos grupos existentes e classificáveis, incluindo os biopolímeros, usando o termo biodegradáveis que seria, deste ponto de vista mais correcto e esclarecedor, dando o exemplo do PHA, afirmando que a sua produção é muito cara, contrapondo que este valor deverá descer quando este for produzido em grande escala. Nesta tabela compreendemos os problemas que os diversos materiais acabam por pôr, sendo que esta complexidade na categorização demonstra os diversos sistemas necessários à correcta gestão dos detritos em que os materiais se acabam por tornar.

Edward Petrie apresenta uma definição de biopolímeros, semelhante à de Ana Dolan (apresentada anteriormente), em que atribui ao termo biopolímero o significado de ser um polímero derivado de fontes biológicas, normalmente da agricultura, não referenciando a sua biodegradabilidade. Entretanto, polímeros biodegradáveis são aqueles que se biodegradam, segundo a norma EN13432, para simplificar o que se entende por biodegradabilidade (Petrie, 2010). Neste artigo, E. Petrie distingue também bio-adesivos, colocando-os no contexto médico, podendo assim estes ser nomeados adesivos bio-compatíveis, entendendo-se então que referem matérias usadas na medicina, usadas por

⁴ *Ingeo biopolymer uses 62-68 percent fewer fossil fuel resources than traditional plastics in its manufacturing and is the world's first family of commercially available polymers, with significantly reduced greenhouse gas emissions, derived from 100 percent annually renewable resources with cost and performance that compete with petroleum-based packaging materials and fibers.*

serem compatíveis com o corpo humano, permitindo assim um uso intra-corporal.

Na Tabela 2 podemos observar alguns polímeros biodegradáveis, categorizados por famílias e tipos, denotando-se assim a variedade já existente e como vários destes materiais são utilizados à vários séculos, como é o exemplo da seda, cêras, borracha natural, etc.

CATEGORIES OF PLASTICS
<p>Permanent For products for which there will be no secondary use. Applications in medicine and related fields for products in direct contact with organic parts, e.g. parts of an implanted hip-joint, shell of heart pacemaker, artificial veins, blood-storage bags. Material characteristics and lasting quality performance of primary importance, e.g. nylon 66. Quantity use negligible.</p>
<p>Re-usable Product can be used over and over again unchanged, e.g. plastic bucket. Complex tools or appliances can be repaired, upgraded in all or in part for resale. Enormous numbers of items involved. Wood, tin, enamel, glass, ceramics ecologically and aesthetically preferable.</p>
<p>Recyclable Thermoplastics and elastomers melt at a specific high temperature like glass and are easy to recycle. Thermosetting polymers do not liquify and are very difficult to recycle; research is continuing into better methods.</p>
<p>Co-recyclable Compatible materials can be recycled together to form a useful new material.</p>
<p>Biodisintegratable Attempts have been made to embed a biodegradable trait into synthetic polymers so that they turn into mulch. These compounds perform badly in landfills through lack of moisture, slightly better when composted. Radical improvements have produced plastics, now commercially available, that degrade 100% less than 2 months after being discarded. Research continues into further control of the start of degradation.</p>
<p>Biodegradable 100% biodegradable rather than biodisintegratable. PHA (polyhydroalkanoates), a member of the polyester family discovered in 1925, is 'manufactured' directly by micro-organisms. Since then scores of bacteria that produce this organic polymer have been found including PHBs (polyhydroxybutyrates), one of the first to be commercially available. PHA plastics can be moulded, melted and shaped like petroleum-based plastics, and have the same flexibility and strength. The same production methods can be used e.g. melt-casting, injection-moulding, blow-moulding, spinning and extrusion. Manufactured under the name Biopol in Europe by ICI and PHBV in the United States. Too expensive for routine use for soft-drink bottles or grocery bags, but the cost should drop with full-scale production.</p>
<p>Bioregenerative Union Carbide researchers have produced a type of polycaprolactone film that completely biodegrades within 3 months, leaving no residues. Research into paper products laminated with layers of corn-based cellulose materials proved they can resist water for 6 to 8 hours and could serve as containers for drinks and fast-food items.</p>
<p>Bioenhancing Carry additives to stimulate plant growth, or, as with the artificial burrs designed in the 1970s to prevent erosion in arid climates, carry plant seeds and seedlings embedded in growth stimulants.</p>

Tabela 1.
Categorias de Plásticos segundo Papanek (Papanek,1995)

Family	Type
Polyesters	Polylactic acid Polyvinylalkoxonates
Proteins	Silk Soy protein Corn protein
Polysaccharides	Starch Cellulose Xanthan
Polyphenols	Lignin Tannin Humic acid
Lipids	Waxes Surfactants
Specialty polymers	Shellac Natural rubber Nylon (from castor oil)

Tabela 2.
Exemplos de polímeros biodegradáveis (Petrie, 2010)

2.2.

História

Neste capítulo abordaremos a evolução dos biopolímeros na história, os principais acontecimentos que afectaram a investigação e uso destes materiais, desde as suas origens na antiguidade até aos dias de hoje.

2.2.1. Materiais na História

Ao longo da história diferentes materiais definiram diferentes eras, demonstrando-se assim a sua importância para a nossa evolução. Essa importância faz com que elas sejam mesmo nomeadas segundo os materiais que simbolizam o avanço tecnológico predominante (pedra, bronze, ouro e ferro). Na Ilustração 3 podemos ver a importância relativa que alguns materiais tiveram ao longo da história humana. Note-se que durante toda a história foram utilizados múltiplos polímeros naturais, tendo sido início do século XX, com a descoberta da baquelite, que começaram a ser usados polímeros sintéticos.

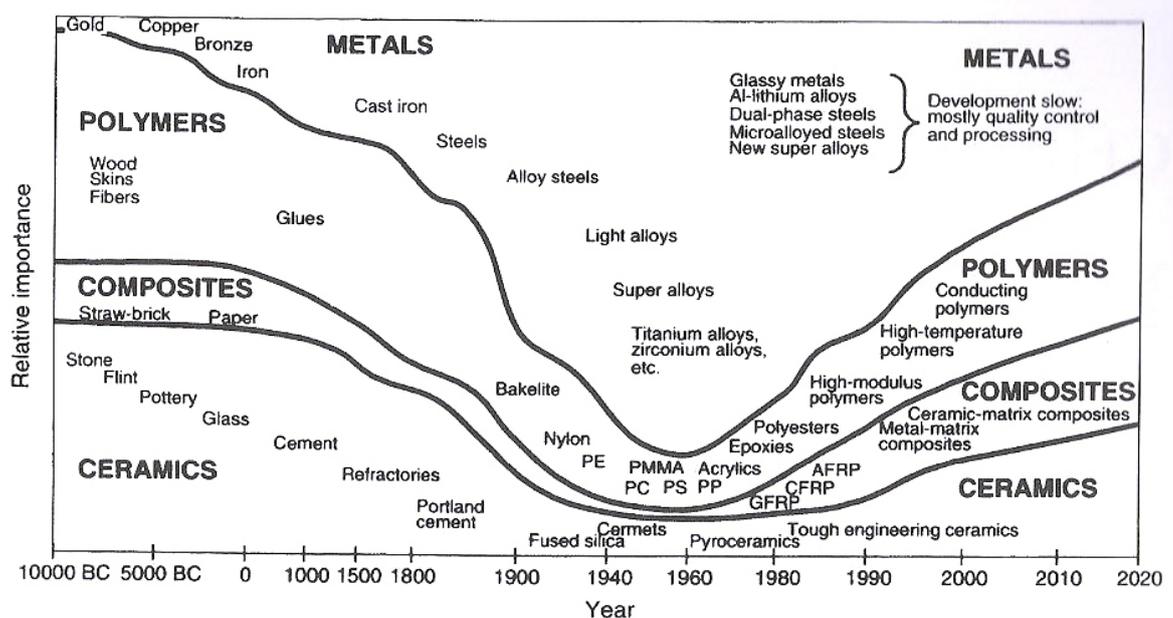


Ilustração 3.

Importância Relativa dos Materiais na História (Astrom, 1997)

2.2.2. Origens Naturais

A história dos biopolímeros é longa dado que estes existem na natureza sob as mais diversas formas, podendo ter uma origem vegetal ou animal. Os mais conhecidos são a celulose, o polímero mais abundante na Terra (Aryshi, *History of Polymers*, 2008) sendo que 40%, o âmbar, a borracha natural ou o corno, que já são usados pela espécie humana desde os tempos de Roma e durante a Idade Média. Os nativos americanos desenvolveram diversas técnicas para transformar e refinar estes materiais, produzindo colheres a partir de corno, antes de ter havido qualquer contacto com os europeus (Stevens, 2002). O corno podia também ser aquecido para ganhar uma aparência amarela ou translúcida, tendo este uso sido popular no séc. XVIII (Palate, 2010).

Na Europa, o corno moldado também foi muito usado, sendo que no século XVIII, era muito popular para produzir joalharia e caixas de rapé (Stevens, 2002). Na Ilustração XXX podemos ver como este material ainda hoje é utilizado por certos povos no continente africano.



Ilustração 4.

Contentor para líquidos produzido a partir de corno, Etiópia, cerca de 1960 (Desconhecido, 2003)

Horn	animal protein
Caoutchouc	natural rubber, from the latex of trees
Gutta Percha, Balata	natural thermoplastic from the latex of trees
Shellac	resin extrudate from insect
Amber	the ancient resin of trees
Cellulose	papyrus, straw, wood (polysaccharide, straight chain for structure)
Proteins	[casein] meat
Starch, Glycogen	polysaccharide for energy storage [carbohydrate: rice, potatoe]
Wool	protein (polypeptide)
Cotton	cellulose (polysaccharide, straight chain for structure)
Silk	protein (polypeptide)
Jute	natural fibers
Hemp	natural fibers
Flax	natural fibers
Sisal	natural fibers
Bitumen	naturally-occurring viscous hydrocarbons: pitch, tar
Elaterite	naturally-occurring branched PE

Tabela 3.

Alguns biopolímeros naturais (Aryshi, History of Polymers, 2008)

2.2.3. Origens Sintéticas

Apenas durante o século XIX os biopolímeros começaram a ter relevância para a sociedade, como resultado do avanço da química e da engenharia de materiais, derivado da Revolução Industrial, tendo sido John Wesley Hyatt Jr., com a intenção de descobrir um material que substituísse o marfim das bolas de bilhar, que iniciou pesquisas em substâncias derivadas da celulose, tendo descoberto um material que satisfazia a necessidade, que patenteou em 1869 (Stevens, 2002) ou 1870 (SPI - The Plastics Industry Trade Association, 2009). Apesar do aparente sucesso desta descoberta um problema levou ao seu posterior abandono: a sua elevada inflamabilidade, sendo que por vezes, quando do contacto entre as bolas e a ponta de um cigarro, estas se incendiavam.

Não obstante, Hyatt continuou a sua pesquisa tendo acabado por inventar a celulóide em 1870 (PHS, 2010) ou 1872 (SPI - The Plastics Industry Trade Association, 2009), que se tornou no primeiro termoplástico de uso

alargado(Stevens, 2002).

Atribui-se também a invenção da celulóide, chamado na altura Parkesine, nome dado a partir do seu inventor, Alexander Parkes, no ano de 1855 (Palate, 2010).



Ilustração 5.

Bolas de snooker produzidas a partir de celulóide, final do séc. XIX, início do séc. XX (Lessa, 2003)

2.2.4. Início do Século XX

No início do século XX, com a emergência do petróleo como fonte de produção de químicos, as pesquisas e produção de biopolímeros estagnou, tendo a pesquisa então desenvolvida sido canalizada para a investigação em petroquímicos. Isto levou a que os primeiros bioplásticos fossem substituídos por plásticos com origem petrolífera, levando os primeiros a serem esquecidos pela produção industrial.

Na Tabela 4 podemos observar que até à introdução dos petropolímeros em 1907 (baquelite), existiam já diversos biopolímeros em uso, sendo que a maioria deles foi, desde então, substituído por petropolímeros, caindo desde então em desuso, como denota a posterior ausência de descobertas de materiais desta família.

Material	Ano	Descoberto por
NATURAL RUBBER	1839	GOODYEAR
VULCANITE	1843	HANCOCK
GUTTA-PERCHA	1843	MONTGOMERIE
SHELLAC	1856	CRITCHLOW
BOIS DURCI	1856	LEPAGE
PARKESINE	1862	PARKES
XYLONITE	1869	SPILL
CELLULOID	1870	HYATT
CELLULOID PHOTO.FILM	1889	GOODWIN
VISCOSE	1892	CROSS, BEVAN & BEADLE
CELLULOSE ACETATE	1894	CROSS & BEVAN
CASEIN	1903	KUNTH
BAKELITE	1907	BAEKELAND
DAMARD LACQUER	1910	SWINBURNE
POLYVINYL ACETATE	1913	KLATTE
UREA FORMALDEHYDE	1918	JOHN
POLYACRYLATES	1927	ROHM & HAAS
BEETLE THIOUREA	1928	ROSSITER
POLYSTYRENE	1929	IG FARBEN
NEOPRENE	1930	CAROTHERS
POLYESTERS & POLYAMIDES	1930	CAROTHERS
POLYMETHYL METHACRYLATE	1932	CRAWFORD - I C I
MELAMINE	1933	HENKEL
POLYVINYLCHLORIDE	1933	SEMON - B. F. GOODRICH
POLYESTER RESIN	1933	CARLTON ELLIS
POLYETHYLENE (LOW DENSITY)	1933	GIBSON & FAWCETT- ICI
POLYVINYLIDENE CHLORIDE	1933	WILEY - DOW
NYLON 66	1935	HILL - DU PONT
NYLON 6	1938	SCHLACK
PTFE	1938	PLUNKETT- DU PONT
POLYURETHANE	1939	BAYER - IG FARBEN
EPOXIDE RESIN	1939	CASTAN
POLYACRYLONITRILE	1940	DU PONT
PET	1941	WHINFIELD AND DICKSON
SILICONES	1943	KIPPING
POLYETHYLENE (HIGH DENSITY)	1953	ZIEGLER
POLYPROPYLENE	1954	NATTA
POLYCARBONATE	1958	GENERAL ELECTRIC
POLYFORMALDEHYDE	1959	McDONALD
ETHYLENE VINYL ACETATE (EVA)	1960	DU PONT
POLYIMIDE	1962	DU PONT
POLYPHENYLENE OXIDE (PPO)	1964	GENERAL ELECTRIC
POLYSULPHONE	1965	UNION CARBIDE

Tabela 4.

Alguns polímeros, data da descoberta e seu autor/descobridor (PHS, 2010)

2.2.5. Primeira Metade do Século XX

Henry Ford é mencionado (Stevens, 2002) como um dos pioneiros no uso massificado de biopolímeros. Motivado pela ideia de dar uso aos excedentes agrícolas, Ford experimentou com feijão de soja, usando-o em volantes, acabamentos e painéis interiores.

Após estes usos de pequena dimensão, a sua empresa produziu um protótipo de automóvel biopolimérico, que exibiu em 1941. Mas com a 2ª Guerra Mundial em curso, todos os recursos que não serviam propósitos de armamento foram limitados, fazendo este ambicioso projecto estagnar.



Ilustração 6.

Robert Boyer e Henry Ford com o Carro de Feijão de Soja (The Henry Ford, 2010)

2.2.6. Anos 60

Na década de 60, já os polímeros petroquímicos haviam conquistado os mercados, sendo que o único biopolímero sobrevivente seria o celofane, que se mantém em uso até aos dias de hoje, com o propósito de produzir embalagens. (Stevens, 2002). Durante os anos seguintes a evolução no campo dos biopolímeros estagnou, não existindo qualquer tipo de informação disponível, encontrada pelo autor desta dissertação.

2.2.7. Anos 90

No início dos anos 90 a empresa farmacêutica Walter-Lambert desempenhou um papel muito importante no desenvolvimento dos biopolímeros. Enquanto pesquisavam materiais que pudessem substituir a gelatina nas cápsulas farmacêuticas e que pudessem ser moldados por injeção, depararam-se com polímeros baseados no amido. Daí surgiram os polímeros biodegradáveis Novon, que começaram a ser fabricados e distribuídos em massa em 1990. Apesar deste aparente sucesso a empresa suspendeu a sua produção 3 anos depois devido a enormes perdas no negócio.

Desde então o principal fornecedor de polímeros baseados no amido tornou-se a Novamont, produtora do amido termoplástico Mater-Bi. Tendo iniciado as suas pesquisas em 1989, no ano seguinte iniciaram a sua comercialização com uma produção anual de 4 mil toneladas, provenientes da sua fábrica em Terni, Itália. Em 1989 a Novamont, em colaboração com a Disney e o jornal Il Messaggero, lançaram o primeiro relógio biodegradável do mundo (Novamont, 2009).

Em 1997 a Novamont adquiriu diversas patentes mundiais pertencentes à Waner-Lambert, garantindo assim a sua liderança no mercado dos biopolímeros baseados no amido, prosseguindo desde então o seu enorme sucesso nesta área (Platt, Chapter 5: The Starch-Based Biodegradable Polymer Market, 2006).

2.2.8. Século XXI

Actualmente os polímeros são uma família de materiais que desempenha um papel chave na evolução. Assim, a indústria do plástico dos Estados Unidos, inclui vinte mil instalações que produzem ou distribuem materiais ou produtos, empregam mais de 1,5 milhões de trabalhadores, movendo mais de trezentos bilhões de dólares em produtos, por ano (Stevens, 2002).

A British Plastics Federation, denotando a crescente importância dos biopolímeros criou em Janeiro de 2009 o Bio-based and Degradable Plastics Group (British Plastics Federation, 2010).

Apesar de serem essenciais à nossa sociedade, a quantidade de detritos gerados pelo uso dos plásticos é enorme. Daí a relevância na utilização de matérias provenientes de fontes renováveis, que poderá levar a um consequente aumento no uso massificado de biopolímeros e polímeros bio-baseados.

3.0. Investigação

Neste capítulo apresentamos algumas normas que regem a utilização de materiais biopoliméricos e as opiniões, explicações, teorias e ideias de profissionais do Design de Produto e de outras áreas da sabedoria contíguas ao mesmo.

Os elementos que constam deste capítulo são os seguintes:

3.1. Alguns Biopolímeros

3.1.1. PLA

3.1.2. TPS

3.1.3. PHA/PHB

3.2. Normas e Certificação

3.3. Biopolímeros e o Design de Produto

3.4. Biopolímeros em Portugal

3.1. Alguns Biopolímeros

Neste capítulo abordaremos três biopolímeros que podem ser considerados, actualmente, os mais relevantes, isto porque são aqueles cuja aplicação se está a dar com maior velocidade e eficácia.

Abaixo apresenta-se uma tabela que classificadora de biopolímeros, que contém materiais cujo uso comercial ainda não está divulgado, sendo que as produções existem apenas numa pequena escala, seja por causa do custo do material, seja pelos processos necessários à sua transformação, infra-estruturas requeridas, aplicações conhecidas e potencial de desenvolvimento.

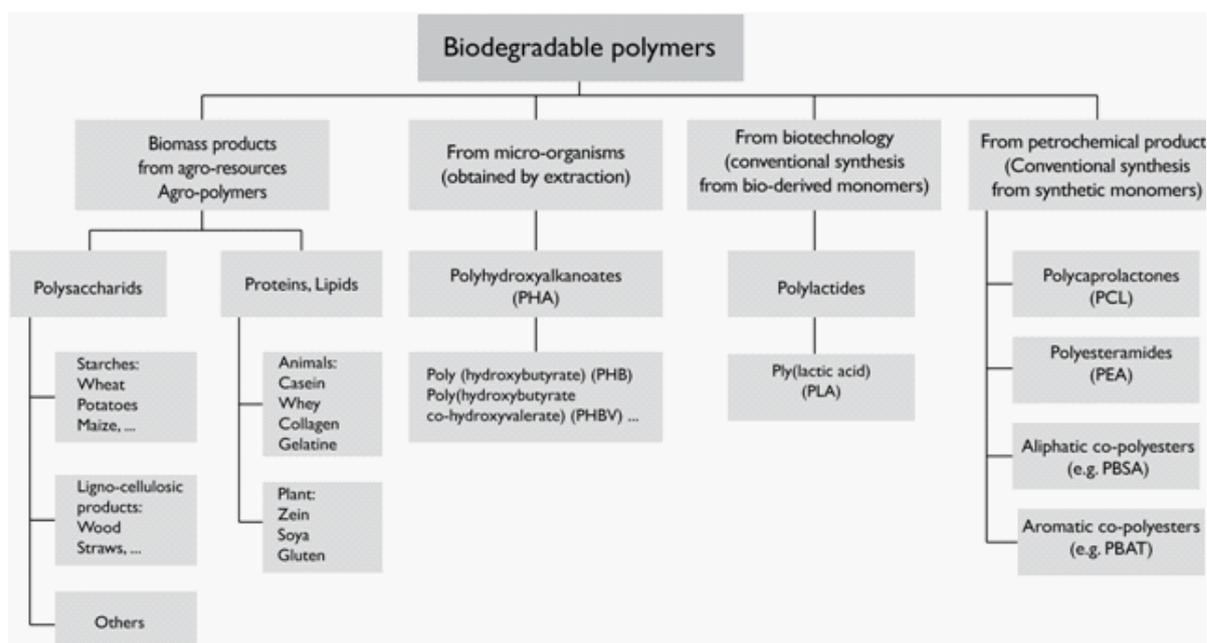


Tabela 5.

Classificação de Polímeros Biodegradáveis (Avérous, Biodegradable Polymers or Biopolymers - a classification!, 2004)

3.1.1. PLA

O PLA, ácido poli láctico, é um biopolímero com origem no ácido láctico, podendo ser produzido a partir do milho, beterraba, trigo ou outros produtos ricos em amido (Platt, Chapter 6: The Polylactid Acid Biodegradable Polymers Market, 2006).

Foi descoberto nos anos 30 por Wallace Caruthers, engenheiro na Dupont, tendo sido patenteado por esta em 1954, sendo que o objectivo prático que lhe foi atribuído centrava-se nas aplicações médicas devido ao alto custo da sua produção, que todavia tem vindo a baixar com os avanços nos processos de fermentação.

Amplamente conhecido e estudado, pode tomar uma consistência rígida ou flexível, que o torna ideal para diversas aplicações, como por exemplo embalagens⁵ (Kumar & Babu, 2004) .

Pode ser produzido quimicamente ou biologicamente (Avérous, Bioplastics - Biodegradable Polyesters, 2009) e ser processado através dos seguintes métodos: moldagem por injeção, película extrudida, moldagem por sopro, termo-formagem, co-extrusão (Platt, Chapter 6: The Polylactid Acid Biodegradable Polymers Market, 2006). Apresentamos abaixo uma tabela demonstrando os tipos de processos que podem ser usados na transformação de Bio-Flex®, um compósito de PLA, fornecido pela Nature Works™.

	Bio-Flex					
	F 1130	F 1110	F 2110	A 4100 CL	F 6510	S 6540
Blown film extr.	■	■	■	■		
Cast film and sheet extr.			■	■	■	
Extrusion foaming			■	■	■	
Extr. blow moulding			■		■	■
Lamination	■	■	■	■	■	■
Profile extrusion					■	■
Injection moulding			■		■	■
Inj. stretch blow moulding			■		■	■
Film sealing	■	■	■	■	■	
Thermoforming			■	■	■	■

Tabela 6.

Formas de processamento de Bio-Flex® (PLA) (FKuR, 2010)

⁵ Lactic acid based polyesters are well known and widely studied biodegradable polymers. Poly(lactic acid), a thermoplastic polyester, is suitable for packaging applications.

O PLA pode ser usado em aplicações do tipo:

- contentores
- tabuleiros de suporte
- aplicações eléctricas/electrónicas
- estacionários
- produtos de mesa
- fibras

Este possui como principais características:

- a biodegradabilidade
- conteúdo renovável anualmente
- compostabilidade
- aceitação para contacto com comida
- boa resistência ao impacto
- boa processabilidade
- alta rigidez
- boa estabilidade de cor
- alta resistência ao calor

(IDES, 2010)

3.1.2. TPS

O TPS, thermoplastic starch ou amido termoplástico, é um dos mais recentes desenvolvimentos que servem de alternativa aos plásticos petroquímicos(Stepto, 2004).

O amido é um material que existe abundantemente na Terra, pertencente à família da celulose, os polisacarídeos, podendo ser encontrado nos cereais, leguminosas e tubérculos, sendo as suas principais fontes o trigo, a batata, o milho, o arroz, a cassava e as ervilhas(Avérous, Bioplastics - Agro-polymers and Starch-based biomaterials, 2007).

Este material é diversas vezes encontrado nos produtos comercializados misturando no seu conteúdo, outros materiais, de forma a reforçá-lo amplificando o seu campo de uso.

Tal como o PLA o seu uso mais alargado reside nas aplicações para embalagens, podendo também ser utilizado em alimentos, papel, têxteis e adesivos(Avérous, Bioplastics - Agro-polymers and Starch-based biomaterials,

2007).

Como exemplo de materiais comercializáveis que possuem no seu conteúdo TPS podemos encontrar: Cardia Biohybrid™, Cardia Compostable™, Terraloy™, MaterBi™, entre outros.

3.1.3. PHA/PHB

Os PHA (polyhydroxyalkanoates) são uma família de co-poliésteres que pode ser encontrada na natureza. Foram já descobertos mais de 100 monómeros diferentes que podem ser multiplamente combinados de forma a atribuir ao material diferentes propriedades, manipulando-se assim a sua cristalinidade, podendo este ser termoplástico ou elastómero(Lenau, 2008), gerando uma ampla variedade de diferentes propriedades mecânicas, sendo que algumas variantes deste material possuem performances comparáveis às dos termoplásticos engenhadados(Platt, Chapter 7: The PHA Biodegradable Polymers Market, 2006).

Os PHB (polyhydroxybutyrate) são a forma de PHA mais usada actualmente, possuindo propriedades semelhantes às do polipropileno. Para além disto a biodegradabilidade e não-toxicidade do material tornam-no num bom candidato para aplicações médicas(Chen, Wu, & Chen, 2001), sendo que também por ser utilizado noutras aplicações para produzir embalagens. Esta aplicação é ainda incipiente, dado as pesquisas no material se encontrarem ainda numa fase inicial de desenvolvimento, tornando-o num material economicamente dispendioso (Chen, Wu, & Chen, 2001).

3.2. Normas e Certificação

Desde a introdução dos ‘plásticos biodegradáveis’ no final dos anos 80, a verificação da alegação do termo ‘biodegradável’ ou ‘compostável’ tem sido uma questão chave.⁶ (Thielen, Basics of Certification, 2010)

A certificação relativa aos plásticos biodegradáveis é deveras importante, pois é através da criação de normas que se certificam diversas características que os biopolímeros devem conter, como as condições técnicas e ambientais, sob as quais estes materiais são produzidos, processados e decompostos. Sem normas, qualquer fabricante de polímeros bio-baseados poderia alegar produzir biopolímeros, já que todos os materiais, eventualmente, se biodegradam, sendo que as condições e o tempo que necessitam para executar esse processo variam substancialmente consoante o material. Desta forma pretendem-se estabelecer parâmetros que sejam viáveis para se poder alegar a biodegradabilidade (Thielen, Basics of Certification, 2010).

Um dos propósitos da certificação é ajudar, tanto revendedores como consumidores, a melhor distinguirem os produtos que adquirem. Mesmo após a certificação de um produto é essencial uma contínua observação do mesmo de forma a garantir uma qualidade constante.

As principais organizações reguladoras destes processos têm origem nos E.U.A., Europa e Japão.

Seguidamente apresentaremos algumas das organizações reguladoras destas três potências, assim como uma curta descrição de algumas das principais normas reguladoras dos processos de certificação relativos aos biopolímeros.

ASTM D6400

A norma norte americana ASTM D6400 (Standard Specification for Compostable Plastics⁷) cobre materiais e produtos plásticos projectados

⁶ Ever Since the Introduction of ‘biodegradable plastics’ in the late 1980s, verification of the claims ‘biodegradable’ or ‘compostable’ has been a key question.

⁷ Especificação Estandarizada para Plásticos Compostáveis

para serem compostados, sendo a ênfase desta norma, a garantia de compostabilidade satisfatória, usando como termo de comparação materiais compostáveis reconhecidos(D20.96, Subcommittee:, 2010).

Esta norma encontra-se relacionada com outras, como por exemplo a norma D5338 (Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Controlled Composting Conditions ⁸) (D20.96, Subcommittee, 2010), a D6002 (Standard Guide for Assessing the Compostability of Environmentally Degradable Plastics ⁹) (D20.96, Subcommittee, 2010) ou a D6868 (Standard Specification for Biodegradable Plastics Used as Coatings on Paper and Other Compostable Substrates ¹⁰) (D20.96, Subcommittee, 2010)

BPI

O BPI (Biodegradable Products Institute¹¹) é uma associação norte americana que certifica, desde 2003, produtos plásticos biodegradáveis em acordo com as normas americanas ASTM D6400 e ASTM D6868. O âmbito de certificações atribuídas alcança sacos e películas, produtos de restauração, resinas e materiais para embalagens.

Para o BPI a importância da certificação surge desde a introdução de “plásticos biodegradáveis” no final dos anos 80, quando surgiu alguma confusão e cepticismo sobre alegações e performance de produto que prevaleceu. Apesar de alegados “amigos do ambiente”, vários designados produtos plásticos biodegradáveis não se biodegradavam como esperado(BPI, 2010).

Apesar disto não existia qualquer base científica para contestar as alegações feitas pelos produtores destes produtos.

Desde 2002 que existem especificações e testes, parafraseando o BPI, que provam cientificamente a biodegradação do material.

Para isto o BPI criou o logo Compostável, como marca desta certificação.

⁸ Métodos de Teste Estandarizados para Determinar a Biodegradação Aeróbica de Materiais Plásticos sob Condições de Compostagem Controladas

⁹ Guia Estandarizado para Determinar a Compostabilidade de Plásticos Degradáveis Ambientalmente

¹⁰ Especificação Estandarizada para Plásticos Biodegradáveis Usados como Revestimentos em Papel e Outros Substratos Compósitos

¹¹ Instituto de Produtos Biodegradáveis



Ilustração 7.

Logótipo Compostable (BPI, 2010)

CEN (The European Committee for Normalization¹²)

É uma instituição europeia cujo propósito é facilitar os negócios, ultrapassando barreiras para a indústria europeia e consumidores dos seus produtos. O seu objectivo principal é o de certificar produtos segundo os standards europeus e outras especificações técnicas. Os diversos membros do CEN trabalham em conjunto para desenvolver normas de aplicação voluntária.

EN 13432

A Norma Europeia EN 13432 (também chamada EN 14995), intitulada “Requerimentos para embalagens recuperáveis através da compostagem e biodegradação. Esquema de teste e critérios avaliativos para a aceitação final das embalagens” foi estabelecida pelo CEN e é também publicada pela British Standards Institution. Esta norma é um ponto de referência para todos os produtores, autoridades, gerentes de instalações e consumidores europeus. A EN 13432 é a mais rígida das standardizações para avaliar a biodegradabilidade e compostabilidade.

JBPA

A JBPA (Japan BioPlastics Association ¹³), antiga BPS (Biodegradable Plastics Society ¹⁴) japonesa, existe desde 1989, com o propósito de certificar produtos plásticos biodegradáveis e bio-baseados, mantém uma cooperação próxima com os E.U.A. (BPI), U.E. (European Bioplastics), China (BMG) e Coreia (...). Nós pensamos que a comunicação próxima dentro da Ásia é a mais

¹² O Comité Europeu para a Normalização

¹³ Associação Japonesa De Bioplásticos

¹⁴ Sociedade de Plásticos Biodegradáveis

importante, especialmente relacionada com o rápido desenvolvimento de actividades nestas áreas (JBPA, 2010).

Esta associação baseia-se nas normas da União Europeia (ISO 16929) e dos E.U.A. (ASTM D 5338) para emitir as suas certificações, sob os nomes GreenPla e BiomassPla.

A JBPA considera aptos para receber a certificação GreenPla os seguintes materiais (JBPA, 2010):

PHB=Poly(Hydroxy Butyrate)

PLA=Poly(Lactic Acid)

PCL=Poly(CaproLactone)

PBS=Poly(Butylene Succinate)

PBSA=Poly(Butylene Succinate/Adipate)

PEC=PolyEster Carbonate or Poly(Butylene Succinate/Carbonate)

PES=Poly(Ethylene Succinate)

PBAT=Poly(Butylene Adipate/Terephthalate)

PTMAT=Poly(TetraMethylene Adipate/Terephthalate)

PVA=Poly(Vinyl Alcohol)

Starch=Starch-based GreenPla

CA=Cellulose Acetate

3.3. Biopolímeros e o Design de Produto

Estes novos materiais, originados/descobertos pela biociência procuram, como todos os novos materiais, encontrar aplicações que permitam tirar o melhor partido dos mesmos. “Os sectores técnico-científicos e produtivos que desenvolvem certos materiais, os transformam e os oferecem no mercado, relacionam-se entre si em termos de prestações e de economia de processo, com o fim de encontrar aplicações nos diferentes campos produtivos”¹⁵ (Manzini, *Metamorfosis de la materia*, 1990).

No caso dos biopolímeros estas aplicações encontram-se já no mercado, apesar de num número ainda reduzido, comparativamente ao seu potencial total, mas tratando-se de uma nova família de materiais, cujas infra-estruturas produtoras, transformadoras e de recolha e tratamento de detritos existem ainda num número muito reduzido, o desenvolvimento e aplicações já existentes demonstram o desenvolvimento que poderemos observar nos próximos anos.

Sendo que no início dos anos 90, altura em que os materiais actualmente conhecidos já existiam, mas pertenciam ao campo das engenharias, servindo propósitos aplicativos correspondentes, podemos hoje observar já uma relativa variedade de campos de aplicação e produtos/objectos resultantes.

Não obstante, a identidade destes materiais está ainda longe de ser sólida, como já o é, actualmente, a dos polímeros tradicionais petroquímicos, mas como refere Manzini sobre estes, “durante um certo tempo os materiais poliméricos, num mundo dominado por fortes identidades de presenças matéricas precedentes, ainda longe de assumir uma identidade própria, buscaram identidades parasitárias, como dizer, seguiram linhas imitativas”¹⁶ (Manzini, *La Produccion de Identidad*, 1990). Tendo os polímeros petroquímicos encontrado já a sua identidade, esta pode ser considerada como paradoxal, como podemos observar nas imagens de plásticos apresentadas na página seguinte (Ilustração 8, 9, 10 e 11), dado que as soluções apresentadas, como a reciclagem,

¹⁵ *Los sectores técnico-científico y productivos que desarrollan ciertos materiales, los transforman y los ofrecen en el mercado, se relacionan entre sí en términos de prestaciones y de economía de proceso, con el fin de encontrar aplicaciones en los diferentes campos productivos.*

¹⁶ *Durante un cierto período los materiales poliméricos, en un mundo dominado por fuertes identidades de presencias matéricas precedentes, lejos de asumir una identidad propia, han buscado identidades parasitarias, es decir, han seguido líneas imitativas.*



Ilustração 8. Cadeira S por Verner Panton



Ilustração 9. Saco preto para lixo



Ilustração 10. Amostra de diversas embalagens plásticas pós consumo



Ilustração 11. Poluição petropolimérica num rio de Los Angeles

parecem não funcionar e até ser enganosas, no que diz respeito à qualidade dos materiais produzidos (McDonough & Braungart, 2009).

Ainda naquilo que diz respeito à identidade dos materiais e suas propriedades organolépticas dos novos compósitos biopoliméricos, David Trubridge menciona, que novas qualidades perceptivas estão a ser conseguidas e que estas devem ser exploradas, por gerarem qualidades visuais e tácteis muito interessantes, referindo-se à cadeira Parupu, e às quais nos devemos habituar, considerando assim que o compósito em questão (polpa de papel e PLA) parece ser uma boa escolha material para esta e outras aplicações semelhantes (Södra

¹⁷ *Bio-plastic means that we shall kill billions of hectares of trees, of fields where people make some things they can eat, e continua dizendo, All bio-materials are a crime against humanity*

Pulp Labs, 2009).

Por outra perspectiva, Phillipe Starck afirma numa entrevista publicada no *FishPlay* Blog na internet: “Bioplástico significa que vamos matar biliões de hectares de árvores, de campos onde as pessoas fazem algumas coisas que podem comer... Todos os bio-materiais são um crime contra a humanidade.”¹⁷ (Starck, 2009). Estas palavras podem ter múltiplas interpretações, sendo aquela que consideramos mais apropriada a que pode ser descrita como realista, já que, realmente, os bioplásticos significam que iremos consumir uma grande parte dos nossos recursos naturais para corresponder às actuais necessidades de material plástico que consumimos, mas essa destruição já está em curso, como afirma Papanek: À medida que vastas quantidades de plástico indestrutível são trazidas pelas águas para as costas e jazem amoldáveis nas nossas lixeiras de detritos, temos de analisar toda a questão de como o usamos (o plástico) e como o deitamos fora.¹⁸

Desta forma, Papanek refere ainda que termos como “biodegradável” e “biodegradação” são imprecisos e demasiado simplistas¹⁹ (Papanek, 1995). Daí existirem hoje já diversas normas referentes à capacidade de biodegradação de um material, assim como do tempo e condições necessárias a que este processo seja efectuado de forma eficaz e produtiva.

Outra opinião é a de Ezio Manzini que, reflectindo sobre os biopolímeros, escreve que as investigações levadas a cabo neste campo, podem levar a resultados de grande interesse sobretudo para produtos de grande consumo. (Manzini, 1993)

Realmente uma das grandes vantagens dos biopolímeros prende-se com as embalagens (Gutowski, et al., 2001), que consumimos quotidianamente e de uma forma imediata, sendo que o tempo de vida deste tipo de produtos é deveras curto, sobretudo quando comparado ao tempo de vida dos produtos embalados, acabando a matéria em que é produzido, especialmente no caso dos plásticos, que dominam uma grande parte do sector, a ser reciclada, na melhor das hipóteses, para produzir objectos com menor qualidade (Starck, 2009), ou mais comumente, em lixeiras sem qualquer tipo tratamento.

A maior parte dos produtos encontrados são produzidos a partir de plantas como milho e batata, havendo alguma dúvida quanto à relevância

¹⁸ *As vast quantities of indestructible plastic waste are washed up on the shoreline and lie unmouldering in our rubbish dumps, we must analyse the whole question of how we use it and how we throw it away*

¹⁹ *The use of such terms as “biodegradable” and “biodegradation” lacks precision and is too simplistic*

destes recursos para fins de alimentação, pois algumas das empresas produtoras das matérias-primas referem que são utilizados excedentes da indústria agro-alimentar que não serviriam para alimentação, sendo que outras empresas nada referem em relação a este assunto.

Não obstante, sendo que esta questão é abordada já diversas vezes, existem diversos bioplásticos feitos a partir dos excedentes agrícolas industriais (Bio-On, 2007) : “produtos e soluções naturais, obtidos a 100% de fontes renováveis ou desperdícios do trabalho agrícola”. Este mesmo ponto é referido no relatório Environmentally Benign Manufacturing, que demonstra também alguns dos desafios que os biopolímeros travam na actualidade, sendo que um problema comum a todos estes materiais é o necessitarem de novas grandes infra-estruturas²⁰(Gutowski, et al., 2001) , assim como o de se poderem gerar usos de terreno conflituosos, alto consumo de energia no que diz respeito à produção de PHA's e a produção de gases de estufa, que ao não serem devidamente recolhidos e aproveitados geram poluição do ar (Ibidem).

Num artigo publicado na Smithsonian Magazine (edição digital) referente à produção de PLA pela Nature Works LLC, revela-se uma parte da natureza deste material biodegradável, mas com as devidas restrições, dado que o PLA se decompõe em menos de 90 dias numa unidade controlada de compostagem (Royte, 2006). Mas a maioria dos consumidores não têm acesso a unidades desse tipo (Ibidem), dado ainda não existirem muitas em funcionamento, sendo que estes dados se referem aos Estados Unidos da América.

Nota-se também que o PLA em grandes quantidades poderá causar problemas ao processo de compostagem, deixando o composto demasiado húmido e ácido, ideia defendida por Chris Choate, que a Nature Works™ nega. Existe também um problema no que diz respeito ao oxigénio necessário para executar a compostagem, problema que no futuro será eliminado, através de compostagem anaeróbica, ou seja que não necessita de oxigénio para degradar a matéria(Royte, 2006).

Neste artigo é também referido que apesar da compostabilidade do PLA, muitas embalagens acabarão em lixeiras a céu aberto, não se dando assim a sua biodegradabilidade, já que durarão tanto tempo aí como durará uma embalagem de PET, mas que poderão vir a ser recolhidas posteriormente, deixando-se em aberto a possibilidade da sua posterior decomposição, ao contrário do PET que

²⁰ *In any case one common element for all of these new materials scenarios is the need for major new infrastructure.*

²¹ *Let's not kill the good in pursuit of the perfect.*

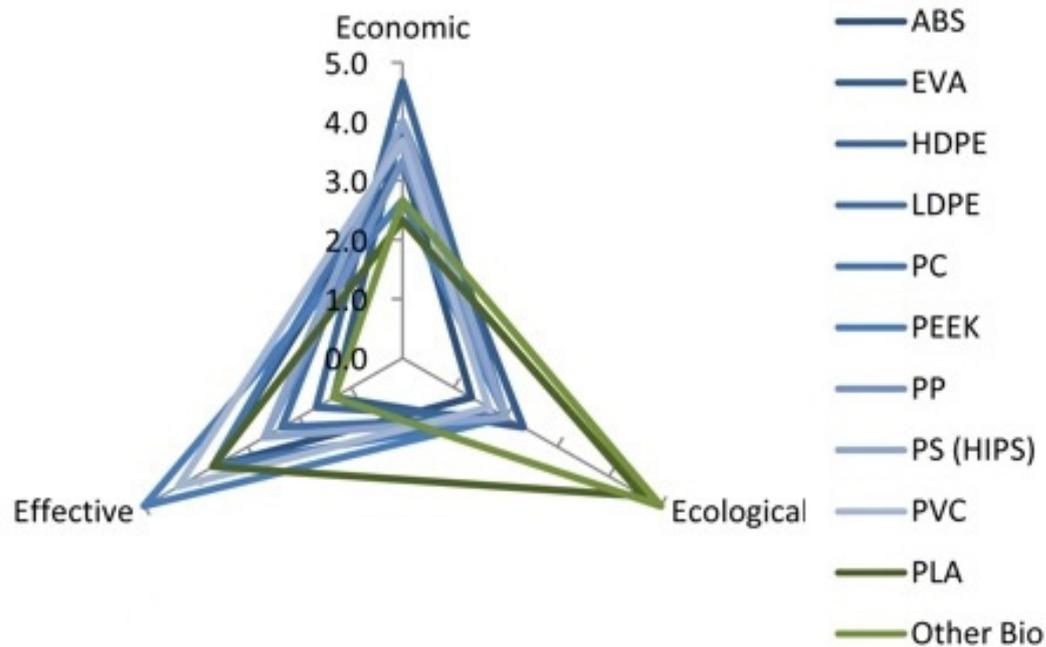


Ilustração 12.

Análise Comparativa entre diferentes tipos de polímeros (Lux Research Inc., 2009)

não pode ser decomposto.

No final do artigo, Eric Lombardi menciona que apesar de os bioplásticos actuais ainda não serem aquilo que deles esperamos, não devemos matar o bom na busca pelo perfeito²¹.

Este artigo termina com uma reflexão da autora declarando que apesar de tudo o fabrico de PLA produz menos poluição do ar e consome menos petróleo, e que assim sendo temos de começar por algum sítio (Royte, 2006).

Num outro artigo refere-se que os biopolímeros ainda não conseguiram alcançar a eficácia e o custo dos plásticos convencionais, como podemos observar na Ilustração 7, mas sendo mais ecológicos que todos eles, como denota a mesma ilustração. Não obstante, nota Bunger, para a maioria das aplicações discute-se se os plásticos convencionais oferecem uma performance demasiado elevada em aplicações como escovas de dentes, embalagens ou cartuchos de tinta (Ibidem).

Numa perspectiva do consumidor, em que se realçam os pormenores que condicionam o sucesso ou insucesso de uma aplicação biopolimérica, devemos reflectir sobre o exemplo da Sunchips, que 18 meses depois de ter lançado os seus pacotes compostáveis para snacks, optou por descontinuar 5 das 6 aplicações em que biopolímeros foram utilizados. A razão apresentada para

esta acção foi originada em queixas dos consumidores, a quem desagradavam os pacotes compostáveis por serem demasiado barulhentos. Não obstante a Sunchips manteve a embalagem compostável no produto principal da sua marca, como forma de manter a sua posição no que diz respeito à aplicação destes novos materiais (Soare, 2010).

No sentido em que os produtos deverão ter um fim de vida claro, como evidenciada por McDonough e Braungart, fornecendo os biopolímeros matéria que permitirá que no fim de vida de um produto, este não se transforme em lixo, mas possa ser decomposto e assim voltar à terra, alimentando os ecossistemas existentes, ou ser reciclado para voltar ao ciclo industrial (McDonough & Braungart, 2009), podendo-se assim evitar cenários como o demonstrado na Ilustração 11.

Apesar de tudo isto Gutowski (et al.) afirmam:

Enquanto este trabalho (no campo dos biomateriais) parece muito interessante, no ambiente, o efeito total destes materiais não é ainda bem conhecido (Gutowski, et al., 2001).

3.4. Biopolímeros em Portugal

No que diz respeito à situação dos biopolímeros em Portugal, referenciamos alguns exemplos que demonstram em que estado se encontra o panorama nacional no que diz respeito à investigação e aplicações destes materiais.

Na Universidade de Coimbra, o departamento de Engenharia Química está a desenvolver em parceria com a empresa multinacional Marigold Industrial, umas luvas biodegradáveis que sejam resistentes a altas temperaturas, corrosão, água e com um elevado nível de aderência aos objectos. A equipa de investigadores de Coimbra tem como particular função desenvolver o revestimento para estas luvas, dado que a empresa já desenvolveu o material que servirá de base às luvas (Lopes, 2010).

A empresa Cabopol, que se dedica à produção de plásticos diversificados, mas principalmente PVC, sediada em Porto de Mós, Leiria, desenvolveu o Biomind, um biopolímero produzido a partir de excedentes industriais, tanto milho como batata, cuja função será produzir sacos de plástico, por exemplo para grandes cadeias de hipermercados. Este material pode ser processado usando as “mesmas máquinas que fabricam os tradicionais sacos de plástico” (Palma-Ferreira, 2010).

No que diz respeito a produtos biopoliméricos para uso agrícola, a empresa Silvex, produtora de plásticos a nível industrial, vai desenvolver um plástico biodegradável, conjuntamente com universidades e empresas portuguesas, de forma a poder comercializar este produto num prazo de dois anos (Agência Lusa, 2010). Esta empresa possui já desde 2007 no seu leque de produtos os Bionatura, sacos para detritos orgânicos compostáveis, produzidos a partir de Materbi (Vasconcelos, 2007). Pretendem também lançar no mercado nacional e internacional diversos produtos feitos a partir do biopolímero Materbi, como sacos de fruta, sacos para dejectos de cão, sacos de pasteleiro, luvas descartáveis, entre outros (Martins, 2009). No site da Silvex podemos observar os produtos já disponíveis no mercado: película biodegradável 20mt, ver ilustração 13, lançada em Dezembro de 2010 (Portugueses criam película aderente biodegradável, 2010) e os Bionatura, sacos biopoliméricos para lixo orgânico (Silvex, 2010).

Desta forma comprovamos como o uso de biopolímeros em território nacional é já um facto que se tem desenvolvido nestes últimos anos, existindo investigação neste campo assim como aplicações com proporções industriais.



Ilustração 13.

Hernâni Magalhães Jr, à esquerda, e Paulo Azevedo com o novo produto da Silvex (Frias, 2010)

4.0. Objectos Emergentes

Neste capítulo podemos observar produtos existentes no mercado mundial ou em fase de protótipo, produzidos em biopolímeros, sejam objectos integralmente biopoliméricos ou híbridos materiais. Todos estes objectos representam, em grau diferente, a identidade que estes materiais deverão assumir no futuro, mas vários dos objectos demonstram ainda alguma confusão no que diz respeito à forma mais eficaz de projectar objectos biopoliméricos, facto facilmente compreendido pelos factores que foram referidos anteriormente neste trabalho. A identidade dos materiais utilizados nesses objectos é primariamente criada pelos seus produtores, as empresas de químicos e de materiais.

Todos estes objectos geram, por si só, a evidência de que os biopolímeros são um material com um futuro crescente, sendo-lhes possível desempenhar diversificadas funções de forma a conseguirem corresponder às necessidades dos produtos de amanhã.

O nome dos designers dos produtos nem sempre é evidenciado, apesar de, nos objectos mais relevantes e bem conseguidos, o designer é referenciado.

Os elementos que constam deste capítulo são os seguintes:

- 4.1. Embalagens e Contentores
- 4.2. Para Crianças
- 4.3. Electrónicos
- 4.4. Higiene e Saúde
- 4.5. Acessórios de Escritório
- 4.6. Assentos
- 4.7. Vestuário e Adereços
- 4.8. Medicina
- 4.9. Agricultura e Horticultura
- 4.10. Fórmula3: World First Racing
- 4.11. Biopolímero para Injetoras tipo RepRap e Makerbot

4.1. Embalagens e Contentores

Nesta secção de produtos biopoliméricos, apresentamos diversas embalagens e contentores, sejam eles de comida/bebida ou outros produtos, os biopolímeros já respondem a diversas necessidades do mercado, sendo este um dos focos do mercado deste tipo de materiais.



Produto: Água Mineral Biota

Tipo: Embalagem

Empresa: Biota

Designer: NI

Material: PLA

Ano: 2004

Site: <http://www.biotaspringwater.com/>

Observação: A tampa não é biodegradável

Produto: Innoware

Tipo: Embalagem para comida

Empresa: Innoware Inc.

Designer: NI

Material: PLA (Ingeo)

Ano: NI

Site: <http://www.innowareplastic.com/>



Produto: Biodegradable Hot Cup

Tipo: Copos Descartáveis para Bebidas Quentes

Empresa: VegWare

Designer: NI

Material: Exterior em Cartão, Interior em Bioplástico de Amido de Milho

Ano: NI

Site: http://www.vegware.com/biodegradable-hot-cups/cat_4.html





Produto: Amcor NaturePlus
Sainsbury's SO Organic Wild Rocket

Tipo: Embalagem

Empresa: Amcor

Designer: NI

Material: PLA

Ano: 2008

Site:
http://www.amcor.com/products_services/natureplus_peelable_pla_film.html

Observação: Vencedor do prémio 'Best Bioplastics Application - Packaging' nos 2008 Bioplastics Awards

Produto: Baton Plant Love

Tipo: Embalagem

Empresa: Sephora

Designer: NI

Material: PLA

Ano: 2008

Site: <http://www.cargocosmetics.com/plantlove.html>



Produto: SunChips

Tipo: Embalagem

Empresa: SunChips

Designer: NI

Material: 90% PLA, 0,38% Alumínio, restantes elementos não identificados

Ano: 2010

Site: <http://www.sunchips.com>

Observação: 1ª embalagem de snacks 100% compostável. Após 18 meses 5 das 6 embalagens utilizadas foram descontinuadas.



Produto: Harmless Air e Harmless Wrap

Tipo: Embalagem Protectora

Empresa: Harmless

Designer: NI

Material: Polímero de amido de milho

Ano: NI

Site: <http://www.harmlesspackaging.co.uk/harmless-12--harmless-packaging.html>

Produto: Ecocradle

Tipo: Embalagem

Empresa: Ecovative

Designer: Eben Bayer e Gavin McIntyre

Material: Fungos (micélio) a partir de subprodutos agrícolas

Ano: 2007

Site: <http://www.ecovatedesign.com/ecocradle>

Observação: Constituído por micélio, um fungo, o produto é cultivado, ao invés de fabricado



Este produto representa uma consciência diferente no uso de materiais poliméricos que ocorrem naturalmente, dado que o produto, uma embalagem, é cultivado em vez de manufacturado, trazendo uma abordagem totalmente diferente ao Design de Produto, à forma de produzir e projectar, possuindo um grau de biodegradabilidade elevado, não requerindo centrais de compostagem ou condições especiais para degradar. Desta mesma forma, o produto enche um molde enquanto cresce, processo semelhante ao da moldagem por injeção, a uma velocidade lenta.



Produto: BioBag

Tipo: Sacos para diversas funções: compras, lixo, cozinha, detritos de animais domésticos e humanos.

Empresa: BioBag

Designer: NI

Material: Mater bi

Ano: 2002

Site:<http://www.biobagusa.com/index.htm>

Produto: Ecolive

Tipo: Sabão com embalagem biodegradável

Empresa: Umbria Olii International

Designer: NI

Material: PLA (Bio-Flex, da FKUR)

Ano: 2010

Site:
<http://www.azom.com/news.asp?NewsID=20983>



Produto: Help

Tipo: Embalagem para produtos de primeiros socorros e medicamentos

Empresa: Help Remedias Inc.

Designer: NI

Material: Bioplástico de milho e polpa de papel

Ano: 2009

Site:<http://www.helpinneedhelp.com/packaging.html>





Produto: Bagasse Tableware

Tipo: Pratos Descartáveis

Empresa: VegWare

Designer: NI

Material: Fibra de Bagasse

Ano: NI

Site:
http://www.vegware.com/catalogue/bagasse-tableware/cat_9.html

Produto: Biodegradable Cassava Plates

Tipo: Serviço de mesa descartável

Empresa: VegWare

Designer: NI

Material: Amido de cassava e fibras vegetais

Ano: NI

Site:
http://www.vegware.com/biodegradable-cassava-plates/cat_11.html



Produto: Papcorn Tableware

Tipo: Serviço de Mesa

Empresa: VADVAD

Designer: Anne Bannick e Lene Vad Jensen

Material: PLA

Ano: NI

Site: <http://www.papcorn.dk/default.htm>

4.2. Para Crianças

Aqui podemos observar alguns produtos, que possuem um elemento comum, que é o de se dirigirem a crianças, desde brinquedos a acessórios, estes exemplos demonstram a segurança proporcionada por estes materiais.



Produto: Brinquedos I-Play

Tipo: Brinquedos para bebês

Empresa: I-Play

Designer: NI

Material: PLA

Ano: 2006

Site:
[http://www.iplaybabywear.com/2006/Content/index.php?nav_mod=products&mod=products§ion=5&category=109&order_id\[\]=10578](http://www.iplaybabywear.com/2006/Content/index.php?nav_mod=products&mod=products§ion=5&category=109&order_id[]=10578)

Produto: Banco, cadeira, penico e banheira para crianças

Tipo: Móvel

Empresa: Nature Next

Designer: NI

Material: 50% Bioplástico desde milho a tapioca e 50% não identificado

Ano: NI

Site: <http://naturenext.safety1st.com/>



Produto: Magic Nuudles

Tipo: Blocos, rolos e folhas de construção para crianças

Empresa: KTM Industries, Inc.

Designer: NI

Material: Espuma de amido de milho

Ano: 2010

Site: <http://www.magicnuudles.com/>

4.3. Electrónicos

Entre os diversos produtos electrónicos que podemos encontrar no mercado de destacar os diversos telemóveis que já foram produzidos e comercializados, assim como os objectos produzidos pelo estúdio ELIUM, em que PLA é usado em conjunto com o bambu, uma das fibras naturais mais promissoras.



Produto: Nikon fieldmicroscope
Fabre Photo EX

Tipo: Microscópio portátil

Empresa: Nikon

Designer: Nikon

Material: Peças da pele do objecto em
bioplástico de milho

Ano: 2009

Site:
<http://www.nikon.com/about/csr/environment/products/products04/index.htm>

Produto: Reclaim™ (SPH-m560)

Tipo: Telemóvel

Empresa: Samsung

Designer: NI

Material: Pele do objecto contém até 40%
Bioplástico de milho

Ano: 2009

Site:
http://www.samsung.com/us/consumer/mobile/mobile-phones/sprint-phones/SPH-M560BLASPR/index.idx?pagetype=prd_detail&returnurl=



Produto: E200 eco

Tipo: Telemóvel

Empresa: Samsung

Designer: NI

Material: Toda a estrutura é feita de bioplástico a
partir do milho e outras plantas

Ano: 2008

Site:
http://www.samsung.com/br/news/newsRead.do?news_seq=10267&page=1



Produto: FOMA(TM) N701iECO e Protótipo baseado no FOMA N900iS

Tipo: Telemóvel

Empresa: NEC

Designer: NI

Material: PLA reforçado com fibra de kenaf (para obter uma maior resistência à temperatura)

Ano: 2006 FOMA(TM) N701iECO

Site: <http://www.nec.co.jp/eco/en/04/4-5-12.html>
<http://www.nec.co.jp/press/en/0603/2001.html>

Produto: FD-300 USB Flash Drive

Tipo: USB flash drive

Empresa: Hoshino

Designer: NI

Material: Pele produzida em PLA

Ano: 2007

Site: http://www.hoshino.hk/en/product_detail.php?pid=275#



Produto: LA 81 Safe Radio bamboo, LL 99 Safe Light, LC Safe Calculator e LR 117 Safe Travel Clock

Tipo: Material Electrónico de Escritório e Doméstico

Empresa: Lexon

Designer: Pierre Garner / Elise Berthier (ELIUM studio)

Material: Algumas peças em PLA

Ano: 2010

Site: <http://www.lexon-design.com/lc-69-safe-calculator.html>

4.4. Higiene

Os produtos a seguir apresentados são todos produzidos usando diferentes materiais poliméricos: todavia tanto nos pensos higiénicos como nas fraldas, este uso diversificado de materiais pode gerar alguns problemas, no que diz respeito ao fim de vida do produto, já que nem todos os componentes materiais são biodegradáveis, aumentando assim a complexidade da triagem, encarecendo o processo.

No caso da barbeadora descartável o problema já não se põe da mesma forma, pois apesar de serem usados diferentes materiais, é de uma forma simples que os materiais biopoliméricos são separados dos restantes, mas a parte da lâmina apresenta alguma complexidade.



Produto: Ecolutions™
 Tipo: Barbeadora descartável
 Empresa: BIC®
 Designer: NI
 Material: Cabo de PLA e pigmento vegetal (soja)
 Ano: 2010
 Site:
<http://www.bicecolutions.com/pt/index.php/shaver>

Produto: Pensos Higiênicos e Toalhetes para Bebê
 Tipo: Produtos higiênicos descartáveis
 Empresa: NatraCare
 Designer: NI
 Material: Bioplástico de amido de milho
 Ano: 2008
 Site:<http://www.natracare.com/en-GB/>



Produto: Fraldas descartáveis NATURAE
 Tipo: Produtos higiênicos descartáveis
 Empresa: Naturae
 Designer: NI
 Material: Fibra de PLA (Ingeo) no interior e Mater Bi para a barreira exterior
 Site:<http://www.naturel-discount.com/bebe-et-enfant-1/couches-jetables-86/couche-jetable-naturee-2237-1-zoom-fr.htm>

4.5. Escritório e Interiores

Um dos primeiros produtos manufacturados, numa escala considerável, foram as canetas de biopolímero de milho, sendo que algumas delas evoluíram para serem também contentores de sementes. Isto reporta-nos à tabela de classificação de materiais de Papanek, sendo este objecto um bom exemplo de um *bioenhancing product*.

Este campo abre também perspectivas de compósitos biodegradáveis, como é exemplo o Pack Écriture Bio da Atlanta, produzido num compósito que mistura PLA, EcoFlex e fibras de madeira, tirando assim partido do que de melhor possuem os biomateriais.

Produto: DBA Pen
 Tipo: Caneta
 Empresa: DBA LLC
 Designer: NI
 Material: Biopolímero a partir de batata
 Ano: 2010
 Site: <http://www.dba-co.com/>
<http://www.psfk.com/2010/03/picsthe-disposable-pen-thats-made-from-potatoes.html>



Produto: Green Pen, Click Pen e EverGreen
 Tipo: Esferográficas
 Empresa: Green Pen
 Designer: NI
 Material: Mater Bi
 Ano: 2008
 Site: <http://www.greenpen.ca>

Observação: A GreenPen original (1ª à esq.) contém sementes no interior, de forma a que o consumidor entere a caneta no final da vida do produto

Durante a investigação a GreenPen diversificou a sua gama de produtos, acrescentando mais cores ao modelo Seeds, assim como variando as sementes contidas no interior da caneta acrescentando sementes de árvores às já existentes de girassóis, tomates e calêndulas. Os outros produtos disponíveis, dois modelos diferentes de canetas de mola, não sofreram qualquer tipo de alteração.





Produto: Pack Ecriture Bio

Tipo: Material para escritório

Empresa: Green Desk

Designer: NI

Material: PLA

Ano: NI

Site:
<http://www.greendesk.fr/fournitures-bureau-biodegradable/pack-ecriture-biodegradable/266.html>

Produto: PACK ECRITURE BIO

Tipo: Material para escritório

Empresa: Atlanta Office Products

Designer: NI

Material: PLA, Ecoflex e fibras de madeira certificadas

Ano: 2010

Site:
<http://www.greendesk.fr/fournitures-bureau-biodegradable/pack-ecriture-biodegradable/266.html>





Produto: Greensulate

Tipo: Isolador para interiores

Empresa: Ecovative

Designer: Eben Bayer e Gavin McIntyre

Material: Fungos (micélio) a partir de subprodutos agrícolas

Ano: 2009

Site: <http://www.ecovatedesign.com/greensulate>

Observação: Constituído por micélio, um fungo, o produto é cultivado, ao invés de fabricado

Produto: Colchão para cama

Tipo: Cobertura para colchão

Empresa: Ennerev

Designer: NI

Material: Biopolímero Ingeo™ (PLA)

Ano: NI

Site: <http://www.ennerev.it/materassi-categoria.php?id=51>



4.6. Assentos

Os assentos sempre foram um dos desafios clássicos dos designers, daí serem apresentados cinco exemplos, cada um encontrando nos biopolímeros uma diferente identidade, desde o assento que pertence mais ao campo da arte, até ao assento de automóvel, que pertence mais ao campo da engenharia.

Encontramos assim diversas perspectivas e funcionalidades de um tipo de material, verificando-se incrementos de qualidade em todos os produtos.



Produto: Parupu

Tipo: Cadeira empilhável para crianças

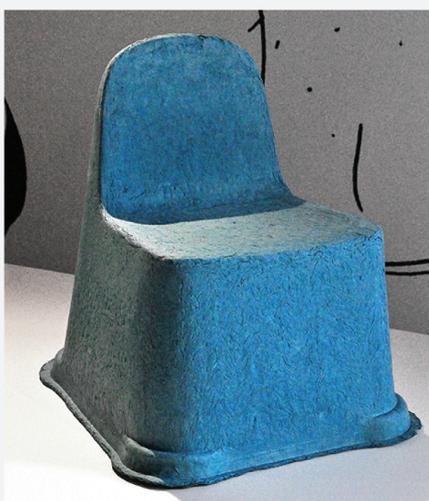
Empresa: Södra Pulp Labs

Designer: Claesson Koivisto Rune Studio

Material: Polpa de papel embebida em PLA

Ano: 2009

Site: <http://www.sodrapulplabs.com/#/overview/>



Este é um bom exemplo de compósito entre biopolímero e outro material biodegradável, e outro material biodegradável, tendo-se aqui atingido um objecto para crianças, resistente como plástico, mas com uma leveza e textura que nos traz à memória o papel





Produto: Sem nome (produção piloto)

Tipo: Assento de cadeira

Empresa: NE

Designer: Michael L. Strøm

Material: Bioplástico de amido de milho, reforçado com fibras de flax

Ano: 2009

Site:
http://www.risoe.dtu.dk/da/business_relations/cases_of_innovation/chair_of_flax_maize.aspx?sc_lang=en

Produto: Assento para automóvel

Tipo: Assento

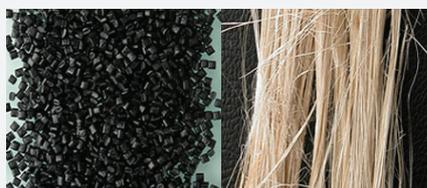
Empresa: Lexus

Designer: NI

Material: Bioplástico de óleo de castor e fibras de kenaf

Ano: 2009

Site:
http://www.lexus.com/models/HSh/features/interior/sustainable_materials.html



Produto: Assento para automóvel

Tipo: Assento

Empresa: Teijin Limited

Designer: NI

Material: Biofront (Bioplástico de amido) sem identificação de partes

Ano: 2007

Site:
<http://www.teijin.co.jp/english/rd/rd12.html>



Produto: Living Systems

Tipo: Mobiliário artístico de amido de batata

Empresa: NE

Designer: Jerszy Seymour

Material: Amido de batata

Ano: 2007

Site: <http://www.jerszyseymour.com/>



Produto: Potato Chair

Tipo: Cadeira

Empresa: Gert Eussen

Designer: Gert Eussen

Material: Bioplástico de batata

Ano: 2010

Site: <http://gerteussen.com/>
<http://www.inhabitat.com/2010/02/22/potato-chair-is-literally-made-from-potatoes/>



Para cada cadeira única esculpe-se a batata e seca-se-la à temperatura ambiente. O design em miniatura é então copiado para a escala humana usando bioplásticos, resultando numa peça de arte funcional.

4.7.Vestuário e Adereços

Esta secção compreende produtos que vão desde peças diversas de vestuário diversas, com diferentes funções e adereços usáveis no corpo, até adereços para outros objectos, como é o caso da capa protectora para I-Phone.

Encontramos assim diversos objectos, desde protótipos a produtos já massificados, para serem usados em interior e exterior.

Produto: Camisa
Tipo: Camisa masculina
Empresa: Nachl
Designer: NI
Material: Biopolímero Ingeo™ (PLA) e fibra de bambú
Ano: NI
Site: <http://www.nachl.com/>



Produto: Hola soy un chubasquero de patata
Tipo: Veste impermeável
Empresa: Equilicua
Designer: Equilicua
Material: Bioplástico de amido de batata
Ano: NI
Site: <http://www.equilicua.com/index.htm>

Produto: Red Ingeo Dress
Tipo: Vestido feminino
Empresa: Fashion Ethic
Designer: Nina Valenti
Material: Biopolímero Ingeo™ (PLA)
Ano: NI
Site: <http://site.fashionethic.com/nvf.html>





Produto: OculR

Tipo: Óculos para visualização em 3D

Empresa: Oculus3D

Designer: N I

Material: Estrutura em PLA

Site
: <http://www.oculus3d.com/Oculus3D%20OculR%20Brochure.pdf>
<http://www.oculus3d.com/Cereplast%20OCULUS3D%20News%20Release.pdf>

Produto: Bioseries I-Phone cover

Tipo: Cobertura para telemóvel

Empresa: Bioseries

Designer: NI

Material: Acima de 90% de biopolímero Ingeo™

Ano: 2010

Site: <http://www.bioserie.com/innovation.php>



Produto: Black Bioplastic Studded

Tipo: Trela

Empresa: Celebrity Leashes

Designer: NI

Material: Bioplástico NI

Ano: NI

Site: <http://celebrityleashes.com/products.aspx>

Produto: Diversos modelos
Tipo: Prancha de Snowboard
Empresa: Lib Tech
Designer: NI
Material: Pele Superior em bioplástico a partir de feijões
Ano: NI
Site:
<http://lib-tech.com/snow/tech/technormous-broknowlogy/>



Produto: Lacoste concept helmet
Tipo: Capacete para ciclistas (Conceptual)
Empresa: Para a Lacoste
Designer: Kyle J. Ferguson
Material: Hard Shell feita em biopolímero não identificado
Site:
<http://www.angelologan.com/2009/07/lacoste-eco-friendly-bike-helmet.html>
<http://www.treehugger.com/files/2009/07/lacoste-helmet.php>

Produto: Biodegradable Golf Tees
Tipo: Tees de Golf
Empresa: Grass Roots
Designer: NI
Material: Biopolímero a partir de amido de milho
Ano: NI
Site:
<http://www.grassrootsstore.com/biodegradablegolftees.aspx>



Produto: Motion Quarter

Tipo: Meias Desportivas

Empresa: Fox River Mills

Designer: NI

Material: 40% Biopolímero Ingeo™ (PLA), 35% nylon, 23% poliéster reciclado, 2% Lycra

Ano: NI

Site: <http://www.foxsox.com>



Produto: Green Silence

Tipo: Sapatos desportivos

Empresa: Brooks Sports

Designer: NI

Material: Bioplástico NI (sola intermédia)

Ano: 2010

Site: <http://www.brooksrunning.com/>

Produto: Wave Rider 13

Tipo: Sapatos desportivos

Empresa: Mizuno

Designer: NI

Material: Bioplástico a partir de óleo de rícino, elastómero termoplástico (sola intermédia)

Ano: 2009

Site: http://www.mizuno.eu/eu-eng/detail/running/road/_/_/08KN002-wave-rider-13/



4.8. Medicina

Dedicaremos um curto capítulo a este campo de produtos, por os considerarmos como sendo produtos técnicos que devem mais à engenharia que ao design de produto, afastando-se assim do objectivo desta investigação, não obstante serem produtos biopoliméricos.

Neste campo as aplicações que começam a gerar mais atenção vão desde a biocompatibilidade que possuem, degradação intra-corporal, imuno-tolerantes e não citotóxicos.(Burdica Biomed, 2010)

As principais aplicações já encontradas prendem-se com a engenharia de tecidos, cura de feridas, libertação controlada de drogas, tratamentos pós cirúrgicos, etc.(Chakrapani, 2010)

Um interessante produto biopolimérico é uma cola cirúrgica produzida a partir da proteína gerada pelo mexilhão para se agarrar às rochas, que pode ser encontrado em <http://www.biopolymer.se>. Este produto é originário da Suécia.

Existem também biopolímeros que transitaram para o campo da alimentação, tendo utilizações muito específicas. Entre estes encontramos espessantes, reguladores de fluidez, estabilizadores de calor, acidez, sabor, texturantes, retenção de água, etc.(FMC Biopolymer, 2010)



Produto: Celox

Tipo: Estancador rapido de hemorragias graves

Empresa: Sam Medical Products

Designer: N I

Material: Chitosan (derivado da concha do camarao)

Ano: NI

Site: <http://www.sammedical.com/celox.html>

Produto: IsisIQ™

Tipo: Dispositivo regulador de libertacao de substancias na pele

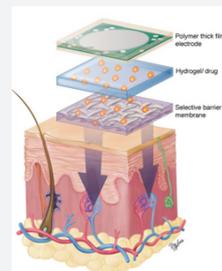
Empresa: Isis Biopolymer

Designer: NI

Material: Biopolimero NI, usado na camada superior

Ano: 2010

Site: <http://www.isisbiopolymer.com/product.html>



Produto: EcoStand™

Tipo: Suporte para tubos de ensaio

Empresa: Millipore

Designer: NI

Material: Resina à base de milho

Ano: NI

Site: <http://www.millipore.com/catalogue/item/sc5Otb001>



4.9. Agricultura e Horticultura

Na agricultura, em que sempre foram utilizados materiais perecíveis, até ao evento do plástico, em que, posteriormente, toneladas deste foram despejadas nos campos, juntamente com o lixo orgânico e os detritos do trabalho agrícola, como era habitual, gerou poluição que é por vezes invisível, dado que o plástico acaba enterrado e a decompor-se debaixo da terra, entrando nas cadeias alimentares, intoxicando os sistemas biológicos.

O plástico oferece múltiplas vantagens, mas possui fragilidades no que diz respeito à exposição aos factores climáticos, o que acelera a sua decomposição, desfazendo-se, inutilizando-se.

A maioria dos biopolímeros usados actualmente ainda não fornecem uma alternativa rapidamente biodegradável em ambiente natural, mas superam os plásticos petroquímicos. Não obstante existem já materiais que podem vir a ser melhorados de forma que se obtenha uma solução mais específica para este campo de aplicações.



Produto: Bioflex

Tipo: Protector de Frutos (bananas)

Empresa: NE

Designer: NI

Material: Bioflex 219F

Ano: NI

Site:
http://www.vegware.com/catalogue/bagasse-tableware/cat_9.html

Produto: Fleximix

Tipo: Meio para cultivo hidropónico

Empresa: Green Finger

Designer: NI

Material: Côco, turfa casca de árvores e biopolímero NI

Ano: NI

Site:
<http://www.greenfinger-hydroponics.co.uk/articles/details.php?ArticleID=51>



Produto: D-Grade® Bio

Tipo: Vasos e tabuleiros para plantas

Empresa: Desch Plantpak B.V.

Designer: NI

Material: Ingeo (PLA)

Ano: NI

Site:
<http://www.natureworksllc.com/news-and-events/press-releases/2009/10-13-09-hortifair.aspx>

4.10. Fórmula3: World First Racing



Produto: World F3rst Racing

Tipo: a) Front Wing End Plates
b) Espelhos Retrovisores

Empresa: a) NE
b) Plant & Food Research e Potatopak

Designer: a) NI
b) Richard Williams

Material: a) Ply-starch hybrid
b) Amido de batata

Ano: 2009

Site:
<http://www.worldfirstracing.co.uk/index106a.html?home>



Este é o primeiro automóvel para competir na categoria de Fórmula 3, produzido a partir de fontes sustentáveis e renováveis.

Na sua produção estão incluídos materiais reciclados, bio-compósitos, assim como dois tipos de biopolímero, nomeadamente nos espelhos retrovisores e nas *front wing end plates*.



4.11. Biopolímero Para Injetoras tipo RepRap e Makerbot



Produto: PLA 4043D Natural 2,2kg e
PLA 4043D Blue Translucent 2.2kg

Tipo: Filamento de PLA para ser injectado

Empresa: RepRap Source

Designer: NI

Material: PLA

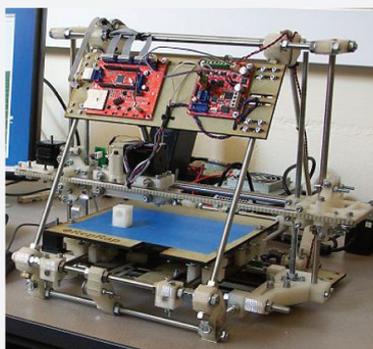
Ano: NI

Site: <http://reprapsource.com/en/shop>



A tecnologia de injeção por camadas, usada nos sistemas RepRap e Makerbot, transforma a matéria prima em produto, sendo que o consumidor compra a

matéria, produzindo ele mesmo o produto final, alterando assim o processo de consumo do mesmo.



5.0. Gráficos para Categorização de Produtos

Neste capítulo apresentamos diversos gráficos que auxiliam à compreensão da complexidade dos produtos biopoliméricos.

Os elementos que constam deste capítulo são os seguintes:

- 5.1. Sectores de Aplicação dos Biopolímeros
- 5.2. Índice de Rácio Estimado de Uso Biopolimérico
- 5.3. Categorização por Matérias-primas de Origem
- 5.4. Categorização Funcional de Biopolímeros em Produtos

5.1. Sectores de Aplicação dos Biopolímeros

No gráfico apresentado seguidamente, encontramos 59 produtos diferentes organizados segundo os sectores de aplicação a que pertencem. Neste gráfico podemos notar que diversos produtos pertencem a mais do que um sector, sendo que os produtos de Medicina, Horticultura e Escritório não demonstram tendência de overlap com outras categorias. Em todas as restantes existem objectos que pertencem a mais do que uma.

Assim sendo temos 3 produtos no sector de Medicina, 3 produtos nos relacionados com Automóveis, 7 Assentos diferentes, 7 objectos para Crianças, 9 aplicações no sector da Higiene, 8 pertencem à Alimentação, 7 pertencem às Embalagens, 8 à Electrónica, 4 são objectos de Desporto, 11 são Acessórios e 3 são elementos materiais de Escritório.



5.2. Índice de Rácio Estimado de Uso Biopolimérico

No gráfico que se apresenta na página seguinte, é evidenciada a total ou parcial composição biopolimérica de 54 produtos. Desta forma conseguimos assim obter 4 categorias, sendo que a categoria 1 contém 25 produtos são totalmente feitos a partir de biopolímeros, podendo desta forma ser totalmente biodegradados/compostados, ou facilmente reciclados. Os produtos aqui apresentados são em geral, compostos por um único elemento.

Na categoria 2 encontramos 12 produtos, quase totalmente feitos a partir de biopolímeros, podendo ser considerado que os biopolímeros usados geram um impacto significativo no produto, não sendo no entanto o principal elemento do mesmo. Alguns dos produtos aqui apresentados são totalmente biodegradáveis/compostáveis, podendo os materiais não biopoliméricos contribuir para o melhoramento da performance da resina biopolimérica.

A 3ª categoria é constituída por 12 produtos que possuem alguns componentes biopoliméricos, sendo que os biopolímeros usados têm algum impacto no produto. Aqui encontramos objectos mais complexos que nas duas categorias anteriores, sendo que na sua maioria, os objectos apresentados não são totalmente biodegradáveis/compostáveis, sendo estes classificados de híbridos bio-petroquímico poliméricos.

A categoria final, a 4ª, temos 9 produtos que são apenas parcialmente produzidos a partir de biopolímeros, ou estes não geram uma alteração significativa no produto. Aqui encontramos os objectos tecnologicamente mais complexos de toda a amostra. Nesses mesmos produtos, os biopolímeros servem geralmente para produzir a pele do objecto, não interferindo directamente no funcionamento técnico do produto em questão.

Como podemos observar na amostra apresentada quase metade dos produtos são totalmente produzidos em biopolímeros, dividindo-se de forma homogénea a parte restante dos objectos recolhidos, como observado na Ilustração 8.

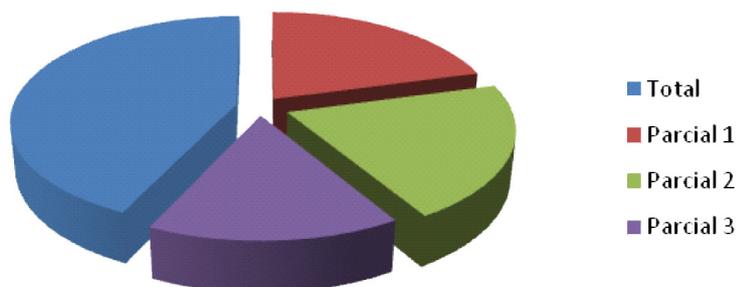


Ilustração 14.

Tipos de produtos segundo parcialidade de composição biopolimérica

Índice de Rácio Estimado de Uso Biopolimérico



5.3. Categorização por Matérias-primas de Origem

No gráfico apresentado na página seguinte, encontramos 62 produtos, organizados segundo a origem da matéria-prima, a própria matéria-prima usada e o material utilizado no fabrico do produto. Desta forma temos 31 objectos produzidos a partir de PLA originado no milho, 15 objectos produzidos a partir de TPS originado no milho, 4 objectos produzidos a partir de TPS originado na batata, 2 objectos produzidos a partir de TPS de origem não identificada (NI), 3 objectos produzidos a partir de biopolímeros não identificados. Dos restantes tipos de biopolímeros, apresentamos apenas um produto, a título de exemplo, sendo que os materiais/ matérias-primas utilizadas nestes produtos são mais específicas ou são produzidas em escalas menores, quando comparadas aos grupos maioritários apresentados.

Na Ilustração 9 podemos observar os números apresentados dispostos sob a forma de secções de um círculo, relevando-se o uso em maior número de objectos de PLA, sendo que o TPS pré-faz mais de um quarto das restantes aplicações.

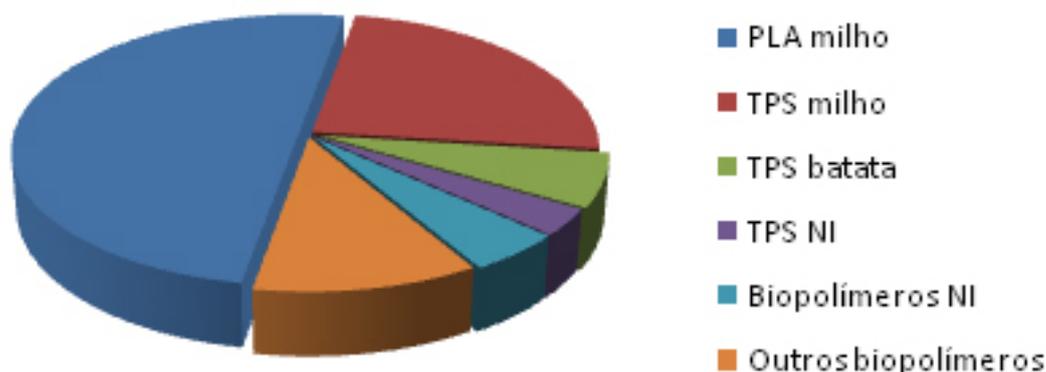
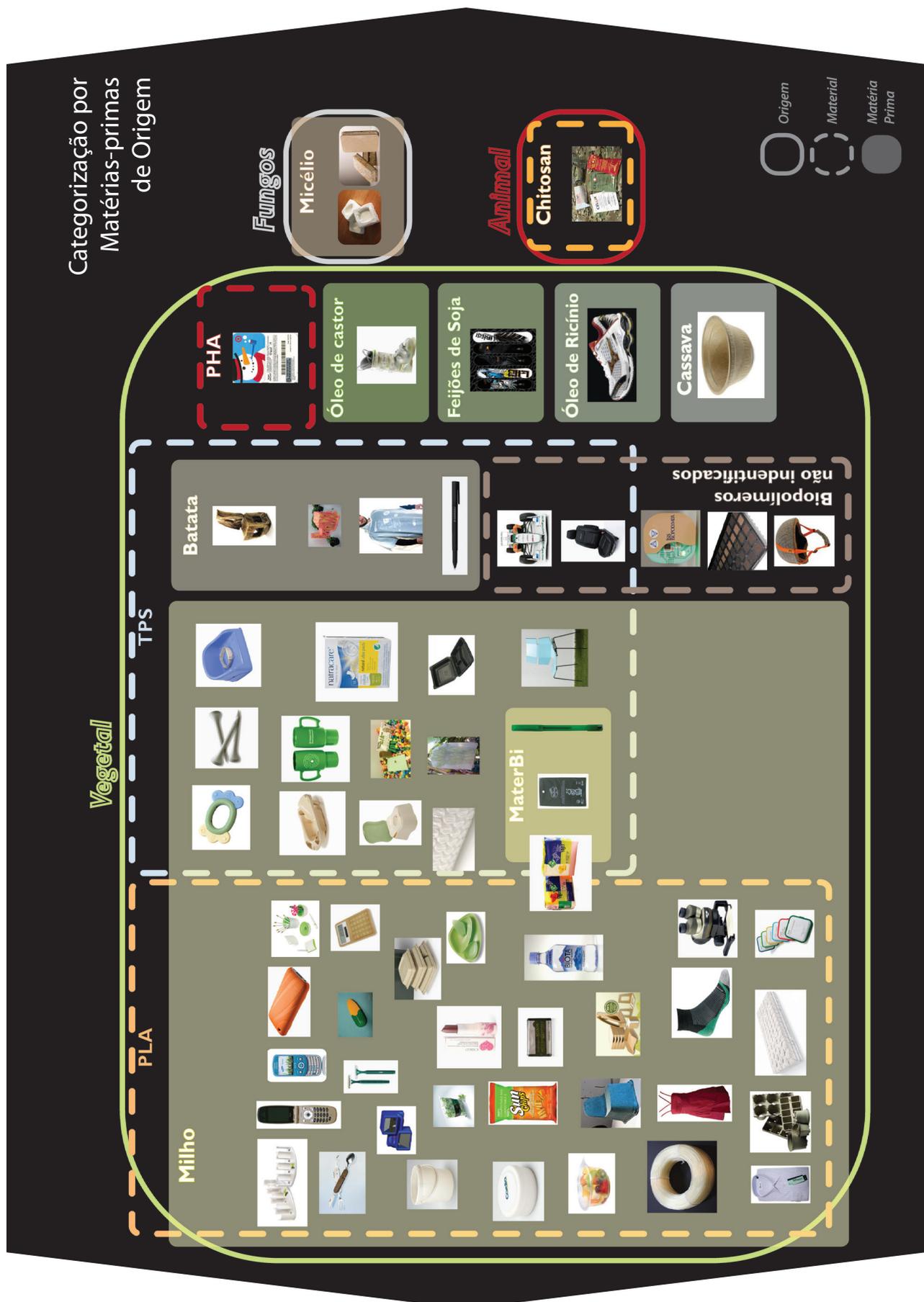


Ilustração 15.

Percentagem de matérias primas da amostra de produtos



5.4. Categorização Funcional de Biopolímeros em Produtos

No gráfico que podemos observar na página seguinte, apresentam-se 59 produtos organizados segundo 4 categorias.

A categoria Embalagens contém 9 objectos em que o biopolímero utilizado serve de embalagem ao produto.

A categoria Contentores compreende todos os objectos categorizados como Embalagens, assim como outros objectos, cuja função do biopolímero usado é conter as partes que nomeiam o produto ou conter em si, outros produtos que se apresentem nos estados sólido e líquido, não existindo qualquer produto Contentor que sirva para conter elementos no estado gasoso. Esta categoria é constituída por 25 produtos.

A categoria Protectores contém em si todos os elementos da categoria Embalagens, diversos produtos Contentores, assim como outros produtos que sejam meramente contentores de algo. Nesta categoria podemos encontrar vários produtos de Vestuário. Esta categoria é constituída por 25 produtos.

Na categoria Estruturantes foram englobados 22 produtos cujo biopolímero constituinte serve de estrutura ao produto, contendo esta categoria 1 embalagem e 4 protectores.

Nas diferentes categorias apresentadas evidenciam-se as propriedades funcionais dos biopolímeros, sendo notória a sua capacidade para cumprir diferentes funções no produto final.

6.0. Conclusões

Como principais características dos biopolímeros nota-se que são materiais descobertos há várias décadas pela ciência, mas cujas dificuldades de desenvolvimento técnico-económicas, devido à descoberta dos petropolímeros e à 2ª Guerra Mundial, levaram à estagnação da sua evolução. Esta foi retomado no final do século XX, encontrando-se ainda num estado inicial, apesar de haver um mercado em clara expansão cujos custos associados, tanto económicos como energéticos, têm vindo a baixar constantemente, possuindo já performances que conseguem responder à maioria das aplicações quotidianas. Por estas razões os biopolímeros apresentam um enorme potencial como materiais poliméricos alternativos. Com os biopolímeros abrem-se perspectivas de gerar formas orgânicas, que até agora estavam associadas aos polímeros sintéticos, mas que desta forma, passam a estar também associadas a materiais originados directamente na natureza. Prevê-se num futuro próximo, um avanço significativo em todos os aspectos desta família de materiais.

Não obstante e por se encontrarem num estado quase embrionário do seu desenvolvimento, existem ainda diversos problemas que lhes estão associados. A informação existente que lhes é relativa é pouco explícita e encontra-se dispersa, tornando-se essencial disponibilizar mais informação, a todos os agentes do processo de utilização, desde os produtores, aos designers e consumidores. A biodegradabilidade publicitada deve ser considerada algo questionável, dado persistirem confusões no que diz respeito aos termos biodegradável e compostável. No que diz respeito à reciclagem, a separação destes materiais dos polímeros tradicionais está ainda insuficientemente resolvida e as infra-estruturas de compostagem industrial existem em número muito reduzido. Apesar de os sistemas de reciclagem existirem, ainda servem para produzir material com menor qualidade que a da matéria inicial, devido às dificuldades no sistema de separação e recolha, muitos detritos terminam fora da reciclagem e compostagem, e até das lixeiras e aterros, espalhados pelas terras e pelos oceanos, surgindo daí um problema cuja total extensão ainda não compreendemos. Surgem também problemas relativos aos materiais híbridos bio-petropoliméricos, que contaminam ambos os sistemas de reciclagem e

compostagem, devendo estes ser considerados impasses não resolvidos à evolução necessária.

Em algumas instâncias a matéria-prima é originada pelas indústrias alimentares, concorrendo com as mesmas, levantando questões em relação à escassez alimentar e trazendo consigo problemas que estas indústrias já possuem, como o uso de OGM e pesticidas, com o objectivo de aumentar as produções das matérias, o que poderá levar à destruição dos ecossistemas utilizados para o seu cultivo.

Os biopolímeros não oferecem uma resposta eficaz aos problemas gerados pelo excesso de consumo de recursos materiais, não devendo portanto considerar-se que estes poderão eliminar este problema gerado pelo consumismo que se vive nas sociedades ocidentais, apesar de se apresentarem actualmente como uma alternativa cada vez mais viável. Apesar das palavras de Phillipe Starck e o seu objectivo de fazer objectos duradouros, os biopolímeros serão uma mais-valia do ponto de vista simbólico/reflectivo, pois se os polímeros petroquímicos possuem um valor simbólico ao nível do progresso, este está hoje posto em causa pela poluição e controvérsia ambiental que o seu uso desmesurado gerou.

Assim sendo, os biopolímeros, não existindo ainda uma simbologia / identidade forte que lhes esteja associada, têm a hipótese de se afirmar como alternativas mais ecológicas que os seus antecessores petroquímicos, comportando em si um simbolismo de natureza e vida, que deve ser bem cuidado, devendo-se impedir que logros, como o caso dos polímeros oxo-degradáveis, possam pôr em causa a imagem desta nova categoria de materiais, devendo ser executada uma gestão eficaz dos recursos de forma a manter a produção e aplicação de biopolímeros credível, confiável e eficaz.

Através da alteração da fonte de matéria-prima surgem diversas possibilidades no campo do Design de Produto, sendo que os produtos a serem feitos de biopolímeros deverão ter uma maior interligação, a todos os níveis, com o meio natural. Isto deverá ser explorado através de novos conceitos para aplicações inovadoras, em que serão necessários novos sistemas simbólicos apoiados em novas qualidades perceptivas dadas pelos materiais, principalmente pelos novos bio-compósitos (por exemplo: PLA e polpa de papel), de forma a permitir que na mente dos consumidores se crie uma identidade que não é ainda reconhecível. Mas os biopolímeros possuem em si, num horizonte mais próximo, a capacidade de substituição dos polímeros tradicionais em aplicações para uso quotidiano massificado, apesar de ainda não estarem desenvolvidos

de forma a poder substituir materiais de alta performance. Em ambos os casos estes materiais poderão afectar profundamente a forma de projectar e viver os produtos, sendo que têm inerentes a si, a capacidade para alterar os paradigmas associados aos ciclos de vida dos produtos, tornando-os mais naturais, no sentido em que quando o produto termina o seu ciclo de vida, este pode ser decomposto, devolvendo-se o produto humanizado ao meio natural, eliminando a totalidade do produto sem prejuízo para o ecossistema.

A evolução no campo dos biopolímeros começa a trazer à luz do dia novos conceitos de produtos, objectos com uma interligação maior com os sistemas naturais. São exemplos a caneta GreenPen, com sementes no seu interior; o Ecocradle / Greensulate, produzidos a partir de micélio; o filamento em PLA para Injectoras RepRap / Makerbot, podendo os utilizadores destas tecnologias utilizar biopolímeros, levando ao aparecimento de comunidades globais, ligadas através da internet, de pesquisa, experimentação e troca de informações no que diz respeito às capacidades desta máquina e deste material; a Parupu, cadeira empilhável para crianças em compósito de polpa de papel e PLA, que faz surgir uma nova combinação entre materiais, gerando-se novas qualidades organolépticas (o toque de papel com resistência de plástico), ao mesmo tempo que se contribui para a educação das próximas gerações.

Na vertente da produção surgem diversas vantagens, dado que as máquinas usadas para processar os petropolímeros, na sua maioria, apenas precisam de algumas afinações para poderem processar biopolímeros, havendo vantagens, por exemplo, por estes não necessitarem de tanta energia na sua produção e processamento, sendo já mais sustentáveis, apesar da fase de desenvolvimento em que actualmente se encontram. Por sua vez a matéria-prima pode derivar de subprodutos renováveis anualmente das indústrias agro-alimentares, levando assim a uma redução na quantidade de detritos gerados por estas actividades, podendo também ser usados detritos gerados pela natureza, biomassa existente, mas subaproveitada, o que, associado a uma boa gestão dos recursos, processos e detritos, será essencial para que se possa tirar maior proveito do potencial que estes oferecem.

Demonstrou-se haver em Portugal actividade nesta área, com empresas e universidades a investirem em investigação e desenvolvimento, tanto de novos materiais como de novas aplicações. Existindo já produtores de materiais biopoliméricos, o passo a seguir passará pelo seu estudo, integração e experimentação em todas as áreas susceptíveis de intervir na concepção, projecto, produção e comercialização de novos produtos. Merecem por

isso especial referência as empresas, projectistas e estudantes de Design de Produto, de forma que se possa tirar o melhor partido das capacidades que os biopolímeros podem oferecer.

A um nível mais profundo a influência que estes materiais poderão exercer nos extremos (início e fim) do ciclo de vida dos produtos, tanto ao nível dos conceitos como das suas capacidades de decomposição, que deverão tirar o máximo proveito da forma como estes materiais atribuem aos objectos poliméricos criados pelo ser humano, características de produtos criados pela natureza (biodegradabilidade, compostabilidade, formas orgânicas, entre outras). Isto poderá afectar a forma como o consumidor perceberá o produto final e terá assim uma maior noção dos ciclos/contextos associados ao mesmo, envolvendo-o mais profundamente na realidade do produto e do meio natural, afectando-se assim o final do ciclo de vida, com a devolução do produto artificial ao meio natural, fase inexistente com os petropolímeros, tendo por isso consequências nefastas para o meio ambiente.

A ligação destes materiais às novas tecnologias de processamento, como é o caso das unidades de produção caseiras tipo RepRap, poderá vir a dar ao consumidor um maior poder sobre as suas escolhas e cultura material, sendo que através da evolução do software de modelação 3D, cada vez mais acessível ao utilizador comum, o consumidor poderá a um dado ponto da evolução controlar quase todas as fases do desenvolvimento do produto que ele próprio utilizará.

7.0. Recomendações para Futuras Investigações

Dadas as mutações conceptuais verificadas com o aparecimento de novos materiais e sistemas tecnológicos nos últimos anos, é previsível que no futuro próximo venham a surgir produtos que introduzirão novas formas de relacionamento com o seu utilizador, do ponto de vista do ciclo de vida do produto; levantam-se por isso novos desafios com o aprofundamento de pesquisas, desde os conceitos de produto e sua relação com os utilizadores passando pela forma como o objecto vai evoluir no seu ciclo de vida, devendo uma parte significativa destas investigações pertencer ao campo do Design de Produto.

Poderá assim caber, aos designers de produto, a tarefa de gerar a compreensão que as massas têm destes materiais, devendo estes apoderar-se deles, jogando com todos os elementos conhecidos, descobrindo os desconhecidos, criando objectos que tenham uma vida para além daquela que está tradicionalmente associada ao plástico.

As questões em torno dos materiais usados para produtos de consumo massivo prendem-se sobretudo com a origem das matérias usadas no seu fabrico, a velocidade a que esses produtos são consumidos e o que acontece aos detritos gerados por esse consumo. Todo este processo requer ainda diversos estudos e investigações, como por exemplo nas análises de ciclo de vida.

A pesquisa de novos compósitos biopoliméricos deverá avançar consideravelmente, seja em termos de diversidade de materiais, como em termos de combinações descobertas possíveis e com aplicações reais, permitindo objectos de qualidade a preços acessíveis.

Existe muito trabalho a fazer no que diz respeito à criação da identidade dos biopolímeros, não estando esta ainda minimamente definida, dado o seu conhecimento, pela maior parte da população ser ainda extremamente reduzido. Neste campo, Designers de Produto e de Comunicação trabalharão em parceria com outras áreas, criando produtos, campanhas publicitárias, interacções, eventos, etc., que poderão moldar a imagem que o público tem dos biopolímeros.

Outras questões existem, mas considero estas aquelas que são mais relevantes para o quotidiano, sucesso e bem-estar futuro, sendo que esse bem-

estar engloba os ecossistemas em que habitamos e dos quais somos parte inseparável.

Assim sendo as recomendações que fazemos no que diz respeito à área do Design de Produto prendem-se com uma maior análise e posterior desenvolvimento dos processos que envolvem as fases do consumo, de uma compreensão mais actualizada e global das formas de projectar, sendo que simultaneamente a interacção entre sabedorias deverá continuar a aumentar consideravelmente, reduzindo-se assim os erros cometidos no passado, por exemplo com os polímeros tradicionais, reduzindo-se assim o mau uso que se possa dar aos biopolímeros.

8.0. Obras Citadas

Agência Lusa. 2010. Economia: PME: Silvex quer comercializar plástico biodegradável para a agricultura dentro de dois anos. Expresso. [Online] 30 de Junho de 2010. [Citação: 2 de Julho de 2010.] <http://aeiou.expresso.pt/pme-silvex-quer-comercializar-plastico-biodegradavel-para-agricultura-dentro-de-dois-anos=f591317>.

Amcor Limited. 2008. Sainsbury's introduces Wild Rocket salad in compostable packaging. Popsop. [Online] Popsop Ltd., 2008. [Citação: 20 de Julho de 2010.] <http://popsop.com/3661>.

Aryshi. 2009. From Little Molecules to Big Molecules. Polymer Technology. [Online] Polymer Technology, 28 de Setembro de 2009. [Citação: 26 de Maio de 2010.] <http://polymer.w99of.com/>.

—. 2008. History of Polymers. Polymer Technology. [Online] Polymer Technology, 6 de Julho de 2008. [Citação: 14 de Maio de 2010.] <http://polymer.w99of.com/history-of-polymers/>.

Atlanta. 2009. Green. Atlanta Office Products. [Online] Atlanta, 2009. [Citação: 14 de Julho de 2010.] <http://www.greendesk.fr/fournitures-bureau-biodegradable/pack-ecriture-biodegradable/266.html>.

Avérous, Luc. 2004. Biodegradable Polymers or Biopolymers - a classification! Biopol Blog. [Online] Setembro de 2004. [Citação: 5 de Abril de 2010.] <http://biopol.free.fr/index.php/biodegradable-polymers-or-biopolymers-a-classification/>.

—. 2007. Bioplastics - Agro-polymers and Starch-based biomaterials. Bioplastics Part 2. [Online] Junho de 2007. [Citação: 28 de Abril de 2010.] <http://www.biodeg.net/biomaterial.html>.

—. 2009. Bioplastics - Biodegradable Polyesters. Bioplastics Part 1. [Online] Maio de 2009. [Citação: 25 de Abril de 2010.] <http://www.biodeg.net/>

bioplastic.html.

Bio-On. 2007. Mission. Bio-On. [Online] Bio-On, 2007. [Citação: 16 de Junho de 2010.] <http://www.bio-on.it/pt/mission.html>.

BPI. 2008. "Biodegradable plastics" are not the Panacea to Solid Waste. BPI World. [Online] Março de 2008. [Citação: 15 de Fevereiro de 2010.] <http://www.bpiworld.org/resources/Documents/Position%20on%20Biodegradabilty%20v1.pdf>.

—. 2010. Canada Green Images. Canada Green. [Online] Canada Green, 2010. [Citação: 26 de Fevereiro de 2010.] http://www.cagreen.ca/images/Compostable_Logo_R_v2.jpeg.

—. 2010. The History of "Biodegradation". Biodegradable Products Institute. [Online] 2010. [Citação: 27 de Abril de 2010.] <http://www.bpiworld.org/Default.aspx?pagelD=343343>.

British Plastics Federation. 2010. Biobased and Degradable Plastics. British Plastics Federation. [Online] British Plastics Federation, 2010. [Citação: 25 de Maio de 2010.] http://www.bpf.co.uk/Topics/Biobased_and_Degradable.aspx.

Bunger, Mark. 2009. Lux Populi - Biopolymers need to compete in three dimensions to see substantial growth. Lux Research. [Online] Lux Research Inc., 9 de Dezembro de 2009. [Citação: 11 de Maio de 2010.] <http://www.luxresearchinc.com/blog/2009/12/biopolymers-need-to-compete-in-three-dimensions-to-see-substantial-growth/>.

—. 2010. The green materials revolution to arrive in baby steps. Lux Populi - The Lux Research Analyst Blog. [Online] Lux Research, 2 de Abril de 2010. [Citação: 11 de Maio de 2010.] <http://www.luxresearchinc.com/blog/2010/04/the-green-materials-revolution-to-arrive-in-baby-steps/>.

Chakrapani, V Yogeshwar. 2010. Biopolymers in the Medical Field. Fibre 2 Fashion. [Online] 21 de Abril de 2010. [Citação: 7 de Junho de 2010.] <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/26/2560/biopolymers-in-the-medical-field1.asp>.

Chen, Guoqiang, Wu, Qiong e Chen, Jinchun. 2001. Biosynthesis of Polyhydroxyalkanoates. Bioline International Official Site - Tsinghua Science and Technology. [Online] Tsinghua University, Agosto de 2001. [Citação: 11 de Junho de 2010.] <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/22153/9/ts01065.html>.

Claesson Koivisto Rune Studio; Södra Pulp Labs. 2009. Durable Pulp. Pulp Labs. [Online] Södra Pulp Labs, 2009. [Citação: 20 de Setembro de 2010.] <http://www.sodrapulplabs.com/#/project/001/>.

D20.96, Subcommittee. 2010. ASTM D5338 - 98 (2003). ASTM International - Standards Worldwide. [Online] 2010. [Citação: 12 de Maio de 2010.] <http://www.astm.org/Standards/D5338.htm>.

—. 2010. ASTM D6002 - 96(2002)e1. Astm International - Standards Worldwide. [Online] 2010. [Citação: 11 de Maio de 2010.] <http://www.astm.org/Standards/D6002.htm>.

—. 2010. ASTM D6868 - 03. ASTM International - Standards Worldwide. [Online] 2010. [Citação: 11 de Maio de 2010.] <http://www.astm.org/Standards/D6868.htm>.

—. 2010. ASTM D6400 - 04. ASTM International - Standards Worldwide. [Online] 2010. [Citação: 10 de Maio de 2010.] <http://www.astm.org/Standards/D6400.htm>.

Datschefski, Edwin. 2009. 100% Sustainable Products Now! BioThinking. [Online] 2009. [Citação: 19 de Fevereiro de 2010.] <http://www.biothinking.com/SustainableProductsNow.pdf>.

—. 2001. The Total Beauty of Sustainable Products. Suíça : Rotovision, 2001.

Desconhecido. 2003. Archive for the Container Category. Ethnology @ SNOMNH. [Online] 2003. [Citação: 16 de Dezembro de 2010.] <http://ethnology.wordpress.com/category/type-of-object/container/>.

Dong, S. (2005). Waste Not. Obtido em 23 de Janeiro de 2011, de Alaporte: <http://pix.alaporte.net/pub/d/21705-2/Waste+Not+by+Song+Dong+>

+Plastic+Bottles+2.JPG.

Dorel Juvenile Group. 2010. Bio-Plastic Products. Nature Next. [Online] Dorel Juvenile Group, 2010. [Citação: 21 de Setembro de 2010.] <http://naturenext.safety1st.com/product/index.asp?ID=104>.

Dotan, Ana. 2008. Bioplastics: Durable Renewable Sources Polymers. Society of Israel Plastics & Rubber Industry. [Online] 2008. [Citação: 12 de Abril de 2010.] http://www.plastic.org.il/nano/greenplastics/Ana_Dotan%20Renewable_Sources_Polymers.pdf.

Emmambux, M. N., Iannace, S. e Stading, M. 2003. Cereal Biopolymer Films, Coatings and Other Industrial Products. AfriPro. [Online] Abril de 2003. [Citação: 14 de Abril de 2010.] <http://www.afripro.org.uk/papers/Paper17Emmambux.pdf>.

Epsó. (2009). Epsó Distribuidora. Obtido em 12 de Janeiro de 2011, de Epsó, Comércio e Distribuidora de Produtos de Limpeza Ltda.: http://epsodistribuidora.com.br/wordpress/wp-content/uploads/wpsc/product_images/saco%20de%20lixo.jpg.

European Bioplastics. 2010. Publications. European Bioplastics. [Online] European Bioplastics, 2010. [Citação: 15 de Abril de 2010.] <http://www.european-bioplastics.org/index.php?id=191>.

—. 2004. Unilateral Industry Self-Commitment Concerning Biodegradable and Compostable Polymer Products. European Bioplastics. [Online] 17 de Novembro de 2004. [Citação: 11 de Março de 2010.] <http://www.european-bioplastics.org/media/files/docs/en-pub/Unilateral%20Self%20Commitment%20Biodegradable%20Polymer.pdf>.

FMC Biopolymer. 2010. Alginates / PGA / Applications. FMC Biopolymer - Food Ingredients. [Online] 2010. [Citação: 30 de Abril de 2010.] <http://www.fmcbiopolymer.com/Food/Ingredients/AlginatesPGA/Applications.aspx>.

Fowler, Paul A, Hughes, J Mark e Elias, Robert M. 2006. Journal of

the Science of Food and Agriculture - Review Biocomposites: technology, environmental credentials and market forces. BC. [Online] Prifysgol Bangor University, 2006. [Citação: 18 de Março de 2010.] http://www.bc.bangor.ac.uk/_includes/docs/pdf/biocomposites%20technology.pdf.

Frias, Adalberto. 2010. Hernâni Magalhães Jr, à esquerda, e Paulo Azevedo com o novo produto da Silvex. Lisboa : s.n., 2010.

Gutowski, Timothy G., et al. 2001. Environmentally Benign Manufacturing. Cite Seer. [Online] Abril de 2001. [Citação: 17 de Março de 2010.] citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.128.8490.pdf ; <http://www.wtec.org/pdf/ebm.pdf>.

Harper, C. A. 2001. Handbook of Materials. Knovel. [Online] 2001. [Citação: 2 de Dezembro de 2009.] http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=602&VerticalID=0.

Healthy Building Network; IATP. 2006. Sustainable Biopolymers Master Guidelines. Agrobioservatory. [Online] 2 de Outubro de 2006. [Citação: 16 de Março de 2010.] <http://www.agobioservatory.org/library.cfm?refid=89193>.

Holger, E. (2007). Verner Pantón. Obtido em 23 de Janeiro de 2011, de Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Panton_Stuhl.jpg.

Hoshino. 2007. Specification & Features. Hoshino - Quality for Better Life. [Online] Hoshino Company Limited, 2007. [Citação: 4 de Julho de 2010.] http://www.hoshino.hk/en/product_detail.php?pid=275#.

IDES. 2010. Overview of Polylactid Acid. IDES - The Plastics Web. [Online] IDES, 2010. [Citação: 27 de Maio de 2010.] http://www.ides.com/generics/PLA/PLA_overview.htm.

JBPA. 2010. Inventory of GreenPla Products. Japan Bioplastics Association. [Online] Japan Bioplastics Association, 2010. [Citação: 30 de Abril de 2010.] <http://www.jbpaweb.net/english/e-gp-products.htm>.

JC Hagen GmbH. 2010. Biodegradability. Bio-plast - Sustainable Polymers Derived from Corn Starch. [Online] JC Hagen GmbH, 2010. [Citação: 15 de Junho de 2010.] <http://www.bio-plast.com/en/177/Biodegradability>.

Kandachar, Prabhu e Brouwer, Rik. 2002. Applications of Bio-Composites in Industrial Products. Materials Research Society. [Online] Delft University of Technology, 2002. [Citação: 14 de Março de 2010.] http://www.mrs.org/s_mrs/bin.asp?CID=2509&DID=58046&DOC=FILE.PDF.

Kumar, Sushil e Babu, B V. 2004. Lactic Acid – A Renewable Resource for Biopolymers. Birla Institute of Technology & Science. [Online] 2004. [Citação: 27 de Dezembro de 2009.] http://discovery.bits-pilani.ac.in/~bvbabu/Sushil_Babu_Poly_2008_Abstract.pdf.

Lee, M. W., et al. 2006. Sustainable design and manufacturing - Technology needs. SIM Tech. [Online] Jan-Mar de 2006. [Citação: 21 de Abril de 2010.] http://www.simtech.a-star.edu.sg/Research/TechnicalReports/tech-reportV7/STR_V7_N1_06_FT.pdf.

Lenau, Torben. 2008. PHAs - Polyhydroxyalkanoates. Design InSite - The Designers Guide to Manufacturing. [Online] Design InSite, 2008. [Citação: 21 de Março de 2010.] <http://www.designinsite.dk/htmsider/m0955.htm>.

Lessa, Gerson. 2003. Celluloid Billiard Balls. Flickr. [Online] 2003. [Citação: 16 de Dezembro de 2010.] <http://www.flickr.com/photos/galessa/367094458/>.

Loomis, R. (2009). Urban Artifact. Obtido em 23 de Janeiro de 2011, de <http://urbanartifact.net/>.

Lopes, Maria João. 2010. Indústria - Luva de protecção biodegradável desenvolvida em Portugal. PÚBLICO. [Online] 25 de Janeiro de 2010. [Citação: 27 de Janeiro de 2010.] <http://publico.pt/1419575>.

Lux Research Inc. 2009. Lux Populi - Biopolymers need to compete in

three dimensions to see substantial growth. Lux Research. [Online] Lux Research Inc., 9 de Dezembro de 2009. [Citação: 11 de Maio de 2010.] <http://www.luxresearchinc.com/blog/2009/12/biopolymers-need-to-compete-in-three-dimensions-to-see-substantial-growth/>.

Magazine, Bioplastics. 2010. Index. Bioplastics Magazine. [Online] Bioplastics Magazine, 2010. [Citação: 2 de Junho de 2010.] <http://www.teamburg.de/bioplastics/index.php>.

Manzini, Ezio. 1993. A Matéria da Invenção. Lisboa : Centro Português do Design, 1993. p. 79. Edição original por Arcadia, Milão em 1986. ISBN 972-9445-01-X.

—. 1990. La Produccion de Identidad. [trad.] Cristina Ordoñez e Pierluigi Cattermole. Artefactos: Hacia una nueva ecologia del ambiente artificial. 1996. Milão : Celeste Ediciones y Experimenta Ediciones de Diseño, 1990, p. 149.

—. 1990. Metamorfosis de la materia. [trad.] Cristina Ordoñez e Pierluigi Cattermole. Artefactos - Hacia una nueva ecologia del ambiente artificial. 1996. Milão : Domus Academy, 1990, 7, p. 118.

Martins, Helder C. 2009. Expresso Economia: Silvex cria fábrica para a Biobag. Silvex . [Online] Março de 2009. http://www.silvex.pt/files_ul/press/20090328197362.pdf.

Mcdonough, W., & Braungart, M.. 2009. Cradle to Cradle - Remaking the Way We Make Things. Londres: Vintage.

Nature Works LLC. 2010. Fact or Fiction. Nature Works LLC. [Online] Nature Works LLC, 2010. [Citação: 27 de Abril de 2010.] <http://www.natureworksllc.com/product-and-applications/fact%20or%20fiction.aspx#hence>.

—. 2005. Nature Works LLC Announces World's First Greenhouse-Gas-Neutral Polymer. Nature Works LLC. [Online] Nature Works LLC, 26 de Setembro de 2005. [Citação: 30 de Abril de 2010.] <http://www.natureworksllc.com/news-and-events/press-releases/2005/9-26-05-natureworks-llc-announces-worlds-first-greenhouse-gas-neutral-polymer.aspx>.

Novamont. 2009. 15 years that have changed chemistry world-wide. Novamont. [Online] Novamont S.p.A., 2009. [Citação: 28 de Junho de 2010.] <http://www.novamont.com/default.asp?id=465>.

O plástico que aduba a terra. Palma-Ferreira, J F. 2010. Inovação, Lisboa : Sojornal SA, 2010, Vol. 17 de Abril de 2010.

Oksman, K, Skrifvars, F e Selin, J F. 2001. Natural Fibres as Reinforcement in Polylactid Acid Composites. Queen Mary University of London. [Online] Department of Materials, 2001. [Citação: 6 de Março de 2010.] http://www.materials.qmw.ac.uk/ecocomp/EcoComp_2001/PDF_files/oksman.pdf.

Palate, Claude. 2010. History. The Plastics Portal. [Online] 2010. [Citação: 12 de Junho de 2010.] <http://www.plasticseurope.org/what-is-plastic/history.aspx>.

Papanek, Victor. 1995. The Green Imperative: Ecology and Ethics in Design and Architecture. Londres : Thames and Hudson, 1995. ISBN-10: 0500278466 ISBN-13: 978-0500278468.

Petrie, Edward M. 2010. Word Confusion: Biopolymer, Biodegradable, Bioadhesive? Special Chem. [Online] Special Chem S.A., 25 de Agosto de 2010. [Citação: 12 de Setembro de 2010.] <http://www.specialchem4adhesives.com/home/editorial.aspx?id=3961>.

PHS. 2010. People & Polymers. Plastics Historical Society. [Online] Plastics Historical Society, 2010. [Citação: 3 de Fevereiro de 2010.]

Plastics Europe. 2009. The Compelling Facts About Plastics 2009 - An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2008. The Plastics Portal. [Online] 22 de Setembro de 2009. [Citação: 25 de Março de 2010.] <http://www.plasticseurope.org/Content/Default.asp?PageName=openfile&DocRef=20090930-001>.

Platt, David K. 2006. Chapter 5: The Starch-Based Biodegradable Polymer

Market. Global Spec: The Engineering Search Engine. [Online] Smithers Rapra Limited, 2006. [Citação: 18 de Março de 2010.] <http://www.globalspec.com/reference/48322/203279/chapter-5-the-starch-based-biodegradable-polymer-market>.

— . 2006. Chapter 6: The Polylactid Acid Biodegradable Polymers Market. Global Spec: The Engineering Search Engine. [Online] Smithers Repra Limited, 2006. [Citação: 18 de Março de 2010.] <http://www.globalspec.com/reference/48323/203279/Chapter-6-The-Polylactic-Acid-Biodegradable-Polymers-Market>.

— . 2006. Chapter 7: The PHA Biodegradable Polymers Market. Global Spec: The Engineering Search Engine. [Online] Smithers Rapra Limited, 2006. [Citação: 19 de Março de 2010.] <http://www.globalspec.com/reference/48324/203279/chapter-7-the-pha-biodegradable-polymers-market>.

Portugueses criam película aderente biodegradável. Palma-Ferreira, J. F. 2010. Economia/Plásticos, Lisboa : Sojornal SA, 2010, Vol. 4 de Dezembro de 2010.

Riedel, Ulrich e Nickel, Jörg. 2004. Applications of Natural Fiber Composites for Constructive Parts in Aerospace, Automobiles, and Other Areas. Biopolymers. [Online] Janeiro de 2004. [Citação: 11 de Março de 2010.] http://www.wiley-vch.de/books/biopoly/pdf_v10/vol10_16.pdf.

Riedel, Ulrich. 1999. Natural Fibre-Reinforced Biopolymers as Construction. Kassel Universität. [Online] Junho de 1999. [Citação: 16 de Fevereiro de 2010.] http://www.uni-kassel.de/fb15/ifw/kutech/zu%20downloaden/Tagung_1999_PDF/13%20Riedel.pdf.

Royte, Elisabeth. 2006. Science & Nature - Corn Plastic to the Rescue. Smithsonian Magazine. [Online] Agosto de 2006. [Citação: 3 de Julho de 2010.] <http://www.smithsonianmag.com/science-nature/plastic.html>.

Sevenster, Arjen. 2010. Processes - How Plastic is Made. The Plastics Portal. [Online] 2010. [Citação: 27 de Março de 2010.] <http://www.plasticseurope.org/what-is-plastic/processes.aspx>.

Seymour, Jerszy. 2007. Living Systems. Jerszy Seymour. [Online] Jerszy Seymour, 2007. [Citação: 20 de Setembro de 2010.] <http://www.jerszyseymour.com/>.

Shen, Li, Haufe, Juliane e Patel, Martin K. 2009. Product Overview and Market Projection of Emerging Bio-Based Plastics. [Online] Novembro de 2009. [Citação: 16 de Dezembro de 2009.] http://www.european-bioplastics.org/media/files/docs/en-pub/PROBIP2009_Final_June_2009.pdf.

Soare, Andrew. 2010. Buzz around compostable SunChips bag proves too loud for consumers. Lux Populi - The Lux Research Analyst Blog. [Online] Lux Research, 22 de Outubro de 2010. [Citação: 29 de Outubro de 2010.] <http://www.luxresearchinc.com/blog/2010/10/buzz-around-compostable-sunchips-bag-proves-too-loud-for-consumers/>.

Södra Pulp Labs. 2009. The Reactions - David Trubridge. Pulp Labs. [Online] 2009. [Citação: 2 de Julho de 2010.] <http://www.sodrapulplabs.com/#/project/001/reactions/>.

SPI - The Plastics Industry Trade Association. 2009. History of Plastics. SPI. [Online] The Plastics Industry Trade Association, 2009. [Citação: 17 de Fevereiro de 2010.] <http://www.plasticsindustry.org/AboutPlastics/content.cfm?ItemNumber=670&navItemNumber=1117>.

Starck, Philippe. 2009. Design in Time of Crisis. [entrev.] G T. s.l. : Fishplay Blog, 14 de Setembro de 2009.

Stepo, Robert. 2004. Development and Processing of Starch Based Materials. Springer Link. [Online] Springer Science Media, 2004. [Citação: 26 de Abril de 2010.] <http://www.springerlink.com/content/rxn16k71xn468142/>.

Stevens, E S. 2002. Green Plastics. Green Plastics. [Online] Princeton University Press, 2002. [Citação: 10 de Janeiro de 2010.] <http://greenplastics.com/reference/index.php?title=Bioplastics>.

Thielen, Michael. 2010. Basics of Certification. Bioplastics Magazine. Março / Abril [02/2010], 2010, Vol. 5, Certificação Relativa aos Biopolímeros, pp. 42-45.

—. 2010. Glossary. Bioplastics Magazine. Março/Abril [02/2010], 2010, Vol. 5, Bioplastics Definition, p. 48.

U. S. Congress, Office of Technology Assessment. 1993. Biopolymers: Making Materials Nature's Way - Background Paper. FAS. [Online] Setembro de 1993. [Citação: 12 de Abril de 2010.] <http://www.fas.org/ota/reports/9313.pdf>. ISBN 0-16-042098-9.

University, Massey. 2006. HugePotential for Bioplastics. Massey University, New Zealand's defining University. [Online] Massey University, 14 de Julho de 2006. [Citação: 25 de Fevereiro de 2010.] <http://cete.massey.ac.nz/images/Massey%20News%20Article%20-%20Huge%20potential%20for%20bioplastics.htm>.

Van de Velde, K. e Kiekens, P. 2001. Biopolymers: Overview of Several Properties and Consequences of Their Applications. Biogeneral. [Online] 7 de Agosto de 2001. [Citação: 23 de Março de 2010.] http://www.biogeneral.com/pdfs/bioab_1.pdf.

Vasconcelos, Sofia. 2007. Água e Ambiente - Silvex produz sacos de plástico feitos a partir de batata e milho. Silvex. [Online] 2007. http://www.silvex.pt/files_ul/press/bionatura.pdf.

Vink, Erwin T. H., et al. 2002. Applications of Life Cycle Assessment to Nature Works™ Polylactide (PLA) Production. Food Pack. [Online] 18 de Outubro de 2002. [Citação: 19 de Fevereiro de 2010.] http://www.foodpack.ca/images/Life_Cycle_Analysis.pdf.

9.0. Bibliografia

Agência Lusa. 2010. Economia: PME: Silvex quer comercializar plástico biodegradável para a agricultura dentro de dois anos. Expresso. [Online] 30 de Junho de 2010. [Citação: 2 de Julho de 2010.] <http://aeiou.expresso.pt/pme-silvex-quer-comercializar-plastico-biodegradavel-para-agricultura-dentro-de-dois-anos=f591317>.

Amcor Limited. 2008. Sainsbury's introduces Wild Rocket salad in compostable packaging. Popsop. [Online] Popsop Ltd., 2008. [Citação: 20 de Julho de 2010.] <http://popsop.com/3661>.

Aryshi. 2009. From Little Molecules to Big Molecules. Polymer Technology. [Online] Polymer Technology, 28 de Setembro de 2009. [Citação: 26 de Maio de 2010.] <http://polymer.w99of.com/>.

—. 2008. History of Polymers. Polymer Technology. [Online] Polymer Technology, 6 de Julho de 2008. [Citação: 14 de Maio de 2010.] <http://polymer.w99of.com/history-of-polymers/>.

Astrom, B. T. 1997. Manufacturing of Polymer Composites. Cheltenham : Nelson Thornes, 1997. p. 2. ISBN 0-7487-7076-3.

Atlanta. 2009. Green. Atlanta Office Products. [Online] Atlanta, 2009. [Citação: 14 de Julho de 2010.] <http://www.greendesk.fr/fournitures-bureau-biodegradable/pack-ecriture-biodegradable/266.html> .

Avérous, Luc. 2004. Biodegradable Polymers or Biopolymers - a classification! Biopol Blog. [Online] Setembro de 2004. [Citação: 5 de Abril de 2010.] <http://biopol.free.fr/index.php/biodegradable-polymers-or-biopolymers-a-classification/>.

—. 2007. Bioplastics - Agro-polymers and Starch-based biomaterials. Bioplastics Part 2. [Online] Junho de 2007. [Citação: 28 de Abril de 2010.] <http://>

www.biodeg.net/biomaterial.html.

—. 2009. Bioplastics - Biodegradable Polyesters. Bioplastics Part 1. [Online] Maio de 2009. [Citação: 25 de Abril de 2010.] <http://www.biodeg.net/bioplasic.html>.

Bannick, Anne e Jensen, Lene Vad. 2010. Papcorn. [Online] 2010. [Citação: 14 de Setembro de 2010.] <http://www.papcorn.dk/default.htm>.

BIC©. 2010. Ecolutions. BIC. [Online] BIC©, 2010. [Citação: 16 de Setembro de 2010.] <http://www.bicecolutions.com/pt/index.php/shaver>.

BIObagUSA. 2007. Commercial & Community Products. BioBag. [Online] BIObagUSA, 2007. [Citação: 25 de Fevereiro de 2010.] <http://www.biobagusa.com/Commercial.htm>.

Bio-On. 2007. Mission. Bio-On. [Online] Bio-On, 2007. [Citação: 16 de Junho de 2010.] <http://www.bio-on.it/pt/mission.html>.

Bioserie. 2010. Made Of Plants. Bioserie. [Online] 2010. [Citação: 16 de Outubro de 2010.] <http://www.bioserie.com/>.

BIOTA Brands of America, Inc. 2005. Biota Water Summary. Global Package Gallery. [Online] 2005. [Citação: 15 de Setembro de 2010.] http://www.globalpackagegallery.com/main.php/key/sustainable+packaging?g2_itemId=16172.

—. 2007. Biota: a Better Bottled Water. Aternative Consumer. [Online] O'Connor Media Design, 2007. [Citação: 14 de Setembro de 2010.] http://www.alternativeconsumer.com/wp-content/uploads/MOC_Mar/half_liter.jpg.

Bodywise. 2008. Natracare Poducts. Natracare. [Online] Bodywise, 2008. [Citação: 17 de Setembro de 2010.] <http://www.natracare.com/p20/en-GB/Natracare-Products.aspx>.

BPI. 2008. "Biodegradable plastics" are not the Panacea to Solid

Waste. BPI World. [Online] Março de 2008. [Citação: 15 de Fevereiro de 2010.] <http://www.bpiworld.org/resources/Documents/Position%20on%20Biodegradabilty%20v1.pdf>.

—. 2010. Canada Green Images. Canada Green. [Online] Canada Green, 2010. [Citação: 26 de Fevereiro de 2010.] http://www.cagreen.ca/images/Compostable_Logo_R_v2.jpeg.

—. 2010. The History of “Biodegradation”. Biodegradable Products Institute. [Online] 2010. [Citação: 27 de Abril de 2010.] <http://www.bpiworld.org/Default.aspx?pageId=343343>.

British Plastics Federation. 2010. Biobased and Degradable Plastics. British Plastics Federation. [Online] British Plastics Federation, 2010. [Citação: 25 de Maio de 2010.] http://www.bpf.co.uk/Topics/Biobased_and_Degradable.aspx.

Brooks Sports, Inc. 2010. Green Silence. Brooks. [Online] Brooks Sports, Inc., 2010. [Citação: 20 de Outubro de 2010.] <http://www.brooksrunning.com/on/demandware.store/Sites-BrooksRunning-Site/default/Search-Show?q=green%20silence>.

Bunger, Mark. 2009. Lux Populi - Biopolymers need to compete in three dimensions to see substantial growth. Lux Research. [Online] Lux Research Inc., 9 de Dezembro de 2009. [Citação: 11 de Maio de 2010.] <http://www.luxresearchinc.com/blog/2009/12/biopolymers-need-to-compete-in-three-dimensions-to-see-substantial-growth/>.

—. 2010. The green materials revolution to arrive in baby steps. Lux Populi - The Lux Research Analyst Blog. [Online] Lux Research, 2 de Abril de 2010. [Citação: 11 de Maio de 2010.] <http://www.luxresearchinc.com/blog/2010/04/the-green-materials-revolution-to-arrive-in-baby-steps/>.

Burdica Biomed. 2010. Introduction to Biopolymers. Burdica. [Online] 2010. [Citação: 29 de Maio de 2010.] <http://www.burdica.com/Medical-Biopolymers.html>.

Cargo Cosmetics. 2008. Plant Love. Cargo Cosmetics. [Online] Cargo Cosmetics, 2008. [Citação: 19 de Maio de 2010.] <http://www.cargocosmetics>.

com/plantlove.html.

Celebrity Leashes. 2009. Products. Celebrity Leashes. [Online] Celebrity Leashes, 2009. [Citação: 19 de Setembro de 2010.] <http://celebrityleashes.com/products.aspx>.

Chakrapani, V Yogeshwar. 2010. Biopolymers in the Medical Field. Fibre 2 Fashion. [Online] 21 de Abril de 2010. [Citação: 7 de Junho de 2010.] <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/26/2560/biopolymers-in-the-medical-field1.asp>.

Chen, Guoqiang, Wu, Qiong e Chen, Jinchun. 2001. Biosynthesis of Polyhydroxyalkanoates. Bioline International Official Site - Tsinghua Science and Technology. [Online] Tsinghua University, Agosto de 2001. [Citação: 11 de Junho de 2010.] <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/22153/9/ts01065.html>.

Claesson Koivisto Rune Studio; Södra Pulp Labs. 2009. Durable Pulp. Pulp Labs. [Online] Södra Pulp Labs, 2009. [Citação: 20 de Setembro de 2010.] <http://www.sodrapulplabs.com/#/project/001/>.

Cyberpac. 2010. Harmless Packaging is a range of truly compostable packaging sourced ethically, produced efficiently and sold responsibly. Harmless Packaging. [Online] Cyberpac, 2010. [Citação: 10 de Setembro de 2010.] <http://www.harmlesspackaging.co.uk/harmless-12--harmless-packaging.html>.

D20.96, Subcommittee. 2010. ASTM D5338 - 98 (2003). ASTM International - Standards Worldwide. [Online] 2010. [Citação: 12 de Maio de 2010.] <http://www.astm.org/Standards/D5338.htm>.

—. 2010. ASTM D6002 - 96(2002)e1. Astm International - Standards Worldwide. [Online] 2010. [Citação: 11 de Maio de 2010.] <http://www.astm.org/Standards/D6002.htm>.

—. 2010. ASTM D6868 - 03. ASTM International - Standards Worldwide. [Online] 2010. [Citação: 11 de Maio de 2010.] <http://www.astm.org/Standards/D6868.htm>.

—. 2010. ASTM D6400 - 04. ASTM International - Standards Worldwide. [Online] 2010. [Citação: 10 de Maio de 2010.] <http://www.astm.org/Standards/D6400.htm>.

Datschefski, Edwin. 2009. 100% Sustainable Products Now! BioThinking. [Online] 2009. [Citação: 19 de Fevereiro de 2010.] <http://www.biothinking.com/SustainableProductsNow.pdf>.

—. 2001. The Total Beauty of Sustainable Products. Suíça : Rotovision, 2001.

DBA LLC. 2010. DBA Products. DBA. [Online] DBA LLC, 2010. [Citação: 15 de Setembro de 2010.] <http://www.dba-co.com/>.

Desconhecido. 2003. Archive for the Container Category. Ethnology @ SNOMNH. [Online] 2003. [Citação: 16 de Dezembro de 2010.] <http://ethnology.wordpress.com/category/type-of-object/container/>.

Dong, S. (2005). Waste Not. Obtido em 23 de Janeiro de 2011, de Alaporte: <http://pix.alaporte.net/pub/d/21705-2/Waste+Not+by+Song+Dong++Plastic+Bottles+2.JPG> .

Dorel Juvenile Group. 2010. Bio-Plastic Products. Nature Next. [Online] Dorel Juvenile Group, 2010. [Citação: 21 de Setembro de 2010.] <http://naturenext.safety1st.com/product/index.asp?ID=104>.

Dotan, Ana. 2008. Bioplastics: Durable Renewable Sources Polymers. Society of Israel Plastics & Rubber Industry. [Online] 2008. [Citação: 12 de Abril de 2010.] http://www.plastic.org.il/nano/greenplastics/Ana_Dotan%20_Renewable_Sources_Polymers.pdf.

Ecovative Design LLC. 2010. Eco Cradle Applications. Ecovative. [Online] Ecovative Design LLC, 2010. [Citação: 14 de Junho de 2010.] <http://www.ecovatedesign.com/ecocradle/applications/>.

—. 2010. Greensulate. Ecovative. [Online] Ecovative Design LLC, 2010. [Citação: 21 de Setembro de 2010.] <http://ecovatedesign.com/greensulate/>.

Emmambux, M. N., Iannace, S. e Stading, M. 2003. Cereal Biopolymer Films, Coatings and Other Industrial Products. AfriPro. [Online] Abril de 2003. [Citação: 14 de Abril de 2010.] <http://www.afripro.org.uk/papers/Paper17Emmambux.pdf>.

Ennerev materassi S.p.A. 2010. Materassi. Ennerev. [Online] Ennerev materassi S.p.A., 2010. [Citação: 20 de Setembro de 2010.] <http://www.ennerev.it/materassi-categoria.php?id=51>.

Epso. (2009). Epso Distribuidora. Obtido em 12 de Janeiro de 2011, de Epso, Comércio e Distribuidora de Produtos de Limpeza Ltda.: http://epsodistribuidora.com.br/wordpress/wp-content/uploads/wpsc/product_images/saco%20de%20lixo.jpg.

European Bioplastics. 2010. Publications. European Bioplastics. [Online] European Bioplastics, 2010. [Citação: 15 de Abril de 2010.] <http://www.european-bioplastics.org/index.php?id=191>.

—. 2004. Unilateral Industry Self-Commitment Concerning Biodegradable and Compostable Polymer Products. European Bioplastics. [Online] 17 de Novembro de 2004. [Citação: 11 de Março de 2010.] <http://www.european-bioplastics.org/media/files/docs/en-pub/Unilateral%20Self%20Commitment%20Biodegradable%20Polymer.pdf>.

Eussen, Gert. 2010. The Potato Chair. Gert Eussen. [Online] Gert Eussen, 2010. [Citação: 20 de Setembro de 2010.] <http://gerteussen.com/>.

Ferguson, Kyle J. 2009. Eco-Friendly Concept Bike Helmet For Lacoste. Treehugger. [Online] Kyle J. Ferguson, 2009. [Citação: 19 de Setembro de 2010.] <http://www.treehugger.com/files/2009/07/lacoste-helmet.php>.

FKuR. 2009. FKUR - Plastics Made by Nature. FKUR. [Online] FKUR, 2009. [Citação: 16 de Setembro de 2010.] <http://www.fkur.com>.

—. 2010. Products. FKUR - Plastics Made by Nature. [Online] FKUR Kunststoff GmbH, 2010. [Citação: 23 de Janeiro de 2010.] <http://www.fkur.com/>

produkte.html.

FMC Biopolymer. 2010. Alginates / PGA / Applications. FMC Biopolymer - Food Ingredients. [Online] 2010. [Citação: 30 de Abril de 2010.] <http://www.fmcbiopolymer.com/Food/Ingredients/AlginatesPGA/Applications.aspx>.

Fowler, Paul A, Hughes, J Mark e Elias, Robert M. 2006. Journal of the Science of Food and Agriculture - Review Biocomposites: technology, environmental credentials and market forces. BC. [Online] Prifysgol Bangor University, 2006. [Citação: 18 de Março de 2010.] http://www.bc.bangor.ac.uk/_includes/docs/pdf/biocomposites%20technology.pdf.

Fox River Mills. 2010. Fox River Athletic Socks : Allsport Socks. Fox Sox. [Online] Fox River Mills, 2010. [Citação: 19 de Setembro de 2010.] <http://www.foxsox.com/catalog/product.aspx?type=subcategory&sortorder=stylenumber&code=All&selectedstyle=1235>.

Frias, Adalberto. 2010. Hernâni Magalhães Jr, à esquerda, e Paulo Azevedo com o novo produto da Silvex. Lisboa : s.n., 2010.

G4E. 2009. Hola Soy Un Chubasquero De Patata. Equilicúa Produtos Que Te Hacen Pensar. [Online] G4E Good For Environment, 2009. [Citação: 19 de Setembro de 2010.] http://www.equilicua.com/chubasquero_de_patata/asi_soy.htm.

Grass Roots. 2010. Products. Grass Roots. [Online] Grass Roots, 2010. [Citação: 19 de Setembro de 2010.] <http://www.grassrootsstore.com/biodegradablegolftees.aspx>.

Green Desk. 2009. Écriture. Green Desk. [Online] Green Desk, 2009. [Citação: 17 de Setembro de 2010.] <http://www.greendesk.fr/fournitures-bureau-biodegradable/pack-ecriture-biodegradable/266.html>.

Green Finger Hydroponics. 2008. Fleximix. Green Finger. [Online] Green Finger Hydroponics, 2008. [Citação: 15 de Setembro de 2010.] <http://www>.

greenfinger-hydroponics.co.uk/articledetails.php?ArticleID=51.

Gutowski, Timothy G., et al. 2001. Environmentaly Benign Manufacturing. Cite Seer. [Online] Abril de 2001. [Citação: 17 de Março de 2010.] citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.128.8490.pdf ; <http://www.wtec.org/pdf/ebm.pdf>.

Harper, C. A. 2001. Handbook of Materials. Knovel. [Online] 2001. [Citação: 2 de Dezembro de 2009.] http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=602&VerticalID=0.

Healthy Building Network; IATP. 2006. Sustainable Biopolymers Master Guidelines. Agrobbservatory. [Online] 2 de Outubro de 2006. [Citação: 16 de Março de 2010.] <http://www.agobbservatory.org/library.cfm?refid=89193>.

Help Remedies Inc. 2010. Packaging. Help. [Online] Help Remedies Inc., 2010. [Citação: 13 de Setembro de 2010.] <http://helpineedhelp.com/packaging.html>.

Holger, E. (2007). Verner Panton. Obtido em 23 de Janeiro de 2011, de Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Panton_Stuhl.jpg

Hoshino. 2007. Specification & Features. Hoshino - Quality for Better Life. [Online] Hoshino Company Limited, 2007. [Citação: 4 de Julho de 2010.] http://www.hoshino.hk/en/product_detail.php?pid=275#.

I Play. 2010. Products. IPlay. [Online] I Play, 2010. [Citação: 10 de Julho de 2010.] <http://iplaybabywear.com/index.php/iplay/>.

IDES. 2010. Overview of Polylactid Acid. IDES - The Plastics Web. [Online] IDES, 2010. [Citação: 27 de Maio de 2010.] http://www.ides.com/generics/PLA/PLA_overview.htm.

InnoWare Plastic™. 2010. InnoWare Plastic. InnoWare Plastic. [Online] Solo Cup Company, 2010. [Citação: 12 de Setembro de 2010.] <http://www>.

innowareplastic.com/.

Isis Biopolymer. 2010. Product. Isis Biopolymer. [Online] Isis Biopolymer, 2010. [Citação: 18 de Setembro de 2010.] <http://www.isisbiopolymer.com/product.html>.

JBPA. 2010. Inventory of GreenPla Products. Japan Bioplastics Association. [Online] Japan Bioplastics Association, 2010. [Citação: 30 de Abril de 2010.] <http://www.jbpaweb.net/english/e-gp-products.htm>.

JC Hagen GmbH. 2010. Biodegradability. Bio-plast - Sustainable Polymers Derived from Corn Starch. [Online] JC Hagen GmbH, 2010. [Citação: 15 de Junho de 2010.] <http://www.bio-plast.com/en/177/Biodegradability>.

Kandachar, Prabhu e Brouwer, Rik. 2002. Applications of Bio-Composites in Industrial Products. Materials Research Society. [Online] Delft University of Technology, 2002. [Citação: 14 de Março de 2010.] http://www.mrs.org/s_mrs/bin.asp?CID=2509&DID=58046&DOC=FILE.PDF.

KTM Industries. 2010. Products. Magic Nuudles - Cornstarch Building Blocks. [Online] KTM Industries, 2010. [Citação: 14 de Setembro de 2010.] <http://www.magicnuudles.com/catalog.php?PHPSESSID=cf66e9791f1d85a0acf6478c4e0932b8>.

Kumar, Sushil e Babu, B V. 2004. Lactic Acid – A Renewable Resource for Biopolymers. Birla Institute of Technology & Science. [Online] 2004. [Citação: 27 de Dezembro de 2009.] http://discovery.bits-pilani.ac.in/~bvbabu/Sushil_Babu_Poly_2008_Abstract.pdf.

Lee, M. W., et al. 2006. Sustainable design and manufacturing - Technology needs. SIM Tech. [Online] Jan-Mar de 2006. [Citação: 21 de Abril de 2010.] http://www.simtech.a-star.edu.sg/Research/TechnicalReports/tech-reportV7/STR_V7_N1_06_FT.pdf.

Lenau, Torben. 2008. PHAs - Polyhydroxyalkanoates. Design InSite - The

Designers Guide to Manufacturing. [Online] Design InSite, 2008. [Citação: 21 de Março de 2010.] <http://www.designinsite.dk/htmsider/m0955.htm>.

Lessa, Gerson. 2003. Celluloid Billiard Balls. Flickr. [Online] 2003. [Citação: 16 de Dezembro de 2010.] <http://www.flickr.com/photos/galessa/367094458/>.

Lexon design. 2010. Lexon. Ecofriendly. [Online] Lexon design, 2010. [Citação: 11 de Setembro de 2010.] http://www.lexon-design.com/ecofriendly_by_lexon.

Lexus. 2010. HS Hybrid Interior - Sustainable Materials. Lexus. [Online] Lexus, 2010. [Citação: 12 de Outubro de 2010.] http://www.lexus.com/models/HSh/features/interior/sustainable_materials.html.

Lib Tech. 2009. Technormous Broknowlogy. Lib Tech. [Online] Mervin Mfg., 2009. [Citação: 19 de Setembro de 2010.] <http://lib-tech.com/snow/tech/technormous-broknowlogy/>.

Loomis, R. (2009). Urban Artifact. Obtido em 23 de Janeiro de 2011, de <http://urbanartifact.net/>

Lopes, Maria João. 2010. Indústria - Luva de protecção biodegradável desenvolvida em Portugal. PÚBLICO. [Online] 25 de Janeiro de 2010. [Citação: 27 de Janeiro de 2010.] <http://publico.pt/1419575>.

Lux Research Inc. 2009. Lux Populi - Biopolymers need to compete in three dimensions to see substantial growth. Lux Research. [Online] Lux Research Inc., 9 de Dezembro de 2009. [Citação: 11 de Maio de 2010.] <http://www.luxresearchinc.com/blog/2009/12/biopolymers-need-to-compete-in-three-dimensions-to-see-substantial-growth/>.

Magazine, Bioplastics. 2010. Index. Bioplastics Magazine. [Online] Bioplastics Magazine, 2010. [Citação: 2 de Junho de 2010.] <http://www.teamburg.de/bioplastics/index.php>.

Manzini, Ezio. 1993. A Matéria da Invenção. Lisboa : Centro Português do Design, 1993. p. 79. Edição original por Arcadia, Milão em 1986. ISBN 972-9445-01-X.

— . 1990. La Produccion de Identidad. [trad.] Cristina Ordoñez e Pierluigi Cattermole. Artefactos: Hacia una nueva ecologia del ambiente artificial. 1996. Milão : Celeste Ediciones y Experimenta Ediciones de Diseño, 1990, p. 149.

— . 1990. Metamorfosis de la materia. [trad.] Cristina Ordoñez e Pierluigi Cattermole. Artefactos - Hacia una nueva ecologia del ambiente artificial. 1996. Milão : Domus Academy, 1990, 7, p. 118.

Martins, Helder C. 2009. Expresso Economia: Silvex cria fábrica para a Biobag. Silvex . [Online] Março de 2009. http://www.silvex.pt/files_ul/press/20090328197362.pdf.

Mcdonough, W., & Braungart, M.. 2009. Cradle to Cradle - Remaking the Way We Make Things. Londres: Vintage.

Millipore. 2009. Product Family Information. Millipore. [Online] Millipore, 2009. [Citação: 18 de Setembro de 2010.] <http://www.millipore.com/catalogue/item/sc50tb001>.

Mizuno. 2009. Wave Rider 13. Mizuno. [Online] Mizuno, 2009. [Citação: 20 de Setembro de 2010.] http://www.mizuno.eu/eu-eng/detail/running/road/_/_/08KN002-wave-rider-13/.

MVP Design inc. 2010. Our Products. Green Pen. [Online] MVP Design inc., 2010. [Citação: 11 de Setembro de 2010.] <http://www.greenpen.ca>.
Nachl. 2010. Products. Nachl. [Online] Nachl, 2010. [Citação: 16 de Setembro de 2010.] <http://www.nachl.com/en/prolist.asp>.

Naturaé. 2008. Couche jetable Naturaé. Naturel Discount. [Online] 2008. [Citação: 26 de Julho de 2010.] <http://www.naturel-discount.com/bebe-et-enfant-1/couches-jetables-86/couche-jetable-naturae-2237-1-zoom-fr.htm>.

Nature Works LLC. 2010. Fact or Fiction. Nature Works LLC. [Online]

Nature Works LLC, 2010. [Citação: 27 de Abril de 2010.] <http://www.natureworksllc.com/product-and-applications/fact%20or%20fiction.aspx#hence>.

—. 2009. Hortifair 2009 Showcases Innovative Ingeo Bioplastics Products. Nature Works LLC. [Online] Nature Works LLC, 2009. [Citação: 17 de Setembro de 2010.] <http://www.natureworksllc.com/news-and-events/press-releases/2009/10-13-09-hortifair.aspx>.

—. 2005. Nature Works LLC Announces World's First Greenhouse-Gas-Neutral Polymer. Nature Works LLC. [Online] Nature Works LLC, 26 de Setembro de 2005. [Citação: 30 de Abril de 2010.] <http://www.natureworksllc.com/news-and-events/press-releases/2005/9-26-05-natureworks-llc-announces-worlds-first-greenhouse-gas-neutral-polymer.aspx>.

NEC Corporation. 2006. NEC & UNITIKA Realize Bioplastic Reinforced with Kenaf Fiber for Mobile Phone Use. NEC. [Online] NEC Corporation, 2006. [Citação: 12 de Setembro de 2010.] <http://www.nec.co.jp/press/en/0603/2001.html>.

Nikon Vision Co Ltd. 2009. EZ-Micro. Nikon. [Online] Nikon Vision Co., Ltd, 2009. [Citação: 11 de Julho de 2010.] http://www.nikon.com/products/sportoptics/lineup/fmicroscope/ez_micro/index.htm.

Novamont. 2009. 15 years that have changed chemistry world-wide. Novamont. [Online] Novamont S.p.A., 2009. [Citação: 28 de Junho de 2010.] <http://www.novamont.com/default.asp?id=465>.

O plástico que aduba a terra. Palma-Ferreira, J F. 2010. Inovação, Lisboa : Sojornal SA, 2010, Vol. 17 de Abril de 2010.

Oculus 3D™. 2010. OculR™ Brochure. Oculus 3D™. [Online] 2010. [Citação: 19 de Setembro de 2010.] <http://www.oculus3d.com/Oculus3D%20OculR%20Brochure.pdf>.

Oksman, K, Skrifvars, F e Selin, J F. 2001. Natural Fibres as Reinforcement in Polylactid Acid Composites. Queen Mary University of London. [Online] Department of Materials, 2001. [Citação: 6 de Março de 2010.] http://www.materials.qmw.ac.uk/ecocomp/EcoComp_2001/PDF_files/oksman.pdf.

Palate, Claude. 2010. History. The Plastics Portal. [Online] 2010. [Citação: 12 de Junho de 2010.] <http://www.plasticseurope.org/what-is-plastic/history.aspx>.

Papanek, Victor. 1995. *The Green Imperative: Ecology and Ethics in Design and Architecture*. Londres : Thames and Hudson, 1995. ISBN-10: 0500278466 ISBN-13: 978-0500278468.

Petrie, Edward M. 2010. Word Confusion: Biopolymer, Biodegradable, Bioadhesive? Special Chem. [Online] Special Chem S.A., 25 de Agosto de 2010. [Citação: 12 de Setembro de 2010.] <http://www.specialchem4adhesives.com/home/editorial.aspx?id=3961>.

PHS. 2010. People & Polymers. Plastics Historical Society. [Online] Plastics Historical Society, 2010. [Citação: 3 de Fevereiro de 2010.]

Plastics Europe. 2009. *The Compelling Facts About Plastics 2009 - An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2008*. The Plastics Portal. [Online] 22 de Setembro de 2009. [Citação: 25 de Março de 2010.] <http://www.plasticseurope.org/Content/Default.asp?PageName=openfile&DocRef=20090930-001>.

Platt, David K. 2006. Chapter 5: The Starch-Based Biodegradable Polymer Market. Global Spec: The Engineering Search Engine. [Online] Smithers Rapra Limited, 2006. [Citação: 18 de Março de 2010.] <http://www.globalspec.com/reference/48322/203279/chapter-5-the-starch-based-biodegradable-polymer-market>.

—. 2006. Chapter 6: The Polylactid Acid Biodegradable Polymers Market. Global Spec: The Engineering Search Engine. [Online] Smithers Repra Limited, 2006. [Citação: 18 de Março de 2010.] <http://www.globalspec.com/reference/48323/203279/Chapter-6-The-Polylactic-Acid-Biodegradable-Polymers-Market>.

—. 2006. Chapter 7: The PHA Biodegradable Polymers Market. Global Spec: The Engineering Search Engine. [Online] Smithers Rapra

Limited, 2006. [Citação: 19 de Março de 2010.] <http://www.globalspec.com/reference/48324/203279/chapter-7-the-pha-biodegradable-polymers-market>.

Portugueses criam película aderente biodegradável. Palma-Ferreira, J. F. 2010. Economia/Plásticos, Lisboa : Sojornal SA, 2010, Vol. 4 de Dezembro de 2010.

Rep Rap. 2010. Mendel. RepRapWiki. [Online] Rep Rap, 2010. [Citação: 20 de Setembro de 2010.] <http://reprap.org/wiki/Mendel>.

Rep Rap Source. 2010. Open Source Technologies. Rep Rap Source. [Online] Rep Rap Source, 2010. [Citação: 19 de Setembro de 2010.] <http://reprapsource.com/en/shop>.

Riedel, Ulrich e Nickel, Jörg. 2004. Applications of Natural Fiber Composites for Constructive Parts in Aerospace, Automobiles, and Other Areas. Biopolymers. [Online] Janeiro de 2004. [Citação: 11 de Março de 2010.] http://www.wiley-vch.de/books/biopoly/pdf_v10/vol10_16.pdf.

Riedel, Ulrich. 1999. Natural Fibre-Reinforced Biopolymers as Construction. Kassel Universität. [Online] Junho de 1999. [Citação: 16 de Fevereiro de 2010.] http://www.uni-kassel.de/fb15/ifw/kutech/zu%20downloaden/Tagung_1999_PDF/13%20Riedel.pdf.

Royte, Elisabeth. 2006. Science & Nature - Corn Plastic to the Rescue. Smithsonian Magazine. [Online] Agosto de 2006. [Citação: 3 de Julho de 2010.] <http://www.smithsonianmag.com/science-nature/plastic.html>.

Sam Medical Products. 2010. Celox. Sam Medical Products. [Online] Sam Medical Products, 2010. [Citação: 18 de Setembro de 2010.] <http://www.sammedical.com/celox.html>.

Samsung. 2008. Samsung apresenta novo celular ecológico na China. Samsung. [Online] Samsung, 2008. [Citação: 11 de Julho de 2010.] http://www.samsung.com/br/news/newsRead.do?news_seq=10267&page=1.

—. 2010. Samsung Reclaim™ Cell Phone. Samsung. [Online] Samsung, 2010. [Citação: 21 de Setembro de 2010.] <http://www.samsung.com/us/mobile/cell-phones/SPH-M560ZAASPR>.

Sevenster, Arjen. 2010. Processes - How Plastic is Made. The Plastics Portal. [Online] 2010. [Citação: 27 de Março de 2010.] <http://www.plasticseurope.org/what-is-plastic/processes.aspx>.

Seymour, Jerszy. 2007. Living Systems. Jerszy Seymour. [Online] Jerszy Seymour, 2007. [Citação: 20 de Setembro de 2010.] <http://www.jerszyseymour.com/>.

Shen, Li, Haufe, Juliane e Patel, Martin K. 2009. Product Overview and Market Projection of Emerging Bio-Based Plastics. [Online] Novembro de 2009. [Citação: 16 de Dezembro de 2009.] http://www.european-bioplastics.org/media/files/docs/en-pub/PROBIP2009_Final_June_2009.pdf.

Soare, Andrew. 2010. Buzz around compostable SunChips bag proves too loud for consumers. Lux Populi - The Lux Research Analyst Blog. [Online] Lux Research, 22 de Outubro de 2010. [Citação: 29 de Outubro de 2010.] <http://www.luxresearchinc.com/blog/2010/10/buzz-around-compostable-sunchips-bag-proves-too-loud-for-consumers/>.

Södra Pulp Labs. 2009. The Reactions - David Trubridge. Pulp Labs. [Online] 2009. [Citação: 2 de Julho de 2010.] <http://www.sodrapulplabs.com/#/project/001/reactions/>.

SPI - The Plastics Industry Trade Association. 2009. History of Plastics. SPI. [Online] The Plastics Industry Trade Association, 2009. [Citação: 17 de Fevereiro de 2010.] <http://www.plasticsindustry.org/AboutPlastics/content.cfm?ItemNumber=670&navItemNumber=1117>.

Starck, Philippe. 2009. Design in Time of Crisis. [entrev.] G T. s.l. : Fishplay Blog, 14 de Setembro de 2009.

Stepito, Robert. 2004. Development and Processing of Starch Based Materials. Springer Link. [Online] Springer Science Media, 2004. [Citação: 26 de Abril de 2010.] <http://www.springerlink.com/content/rxn16k71xn468142/>.

Stevens, E S. 2002. Green Plastics. Green Plastics. [Online] Princeton University Press, 2002. [Citação: 10 de Janeiro de 2010.] <http://greenplastics.com/reference/index.php?title=Bioplastics>.

Strøm, Michael L. 2009. The world's first designer chair made of flax and maize. Risoe. [Online] Risoe DTU National Laboratory for Sustainable Energy, 8 de Fevereiro de 2009. [Citação: 20 de Setembro de 2010.] http://www.risoe.dtu.dk/da/business_relations/cases_of_innovation/chair_of_flax_maize.aspx?sc_lang=en.

Sun Chips. 2009. Our Flavors. Sun Chips. [Online] Sun Chips, 2009. [Citação: 15 de Setembro de 2010.] http://www.sunchips.com/flavor_harvest_cheddar.shtml.

Teijin Limited. 2009. Research and Development. Teijin. [Online] Teijin Limited, 2009. [Citação: 20 de Setembro de 2010.] <http://www.teijin.co.jp/english/rd/rd12.html>.

The Henry Ford. 2010. Soybean Car. The Henry Ford. [Online] Benson Ford Research Center, 2010. [Citação: 29 de Março de 2010.] <http://www.thehenryford.org/research/soybeancar.aspx#>.

Thielen, Michael. 2010. Basics of Certification. Bioplastics MAgazine. Março / Abril [02/2010], 2010, Vol. 5, Certificação Relativa aos Biopolímeros, pp. 42-45.

—. 2010. Glossary. Bioplastics Magazine. Março/Abril [02/2010], 2010, Vol. 5, Bioplastics Definition, p. 48.

U. S. Congress, Office of Technology Assessment. 1993. Biopolymers: Making Materials Nature's Way - Background Paper. FAS. [Online] Setembro de 1993. [Citação: 12 de Abril de 2010.] <http://www.fas.org/ota/reports/9313.pdf>.

ISBN 0-16-042098-9.

Umbria Ollii International. 2010. Eco Friendly Laundry Soap gets Compostable Packaging. AZo Materials. [Online] AZoM™, 2010. [Citação: 16 de Setembro de 2010.] <http://www.azom.com/news.asp?NewsID=20983>.

University of Warwick. 2010. World First Racing. World First Racing. [Online] University of Warwick, 2010. [Citação: 20 de Setembro de 2010.] <http://www.worldfirstracing.co.uk/index106a.html?home> .

University, Massey. 2006. HugePotential for Bioplastics. Massey University, New Zealands defining University. [Online] Massey University, 14 de Julho de 2006. [Citação: 25 de Fevereiro de 2010.] <http://cete.massey.ac.nz/images/Massey%20News%20Article%20-%20Huge%20potential%20for%20bioplastics.htm>.

Valenti, Nina. 2008. Nature VS Future. Fashion Ethic. [Online] Fashion Ethic, Inc., 2008. [Citação: 18 de Setembro de 2010.] <http://site.fashionethic.com/nvf.html>.

Van de Velde, K. e Kiekens, P. 2001. Biopolymers: Overview of Several Properties and Consequences of Their Applications. Biogeneral. [Online] 7 de Agosto de 2001. [Citação: 23 de Março de 2010.] http://www.biogeneral.com/pdfs/bioab_1.pdf.

Vasconcelos, Sofia. 2007. Água e Ambiente - Silvex produz sacos de plástico feitos a partir de batata e milho. Silvex. [Online] 2007. http://www.silvex.pt/files_ul/press/bionatura.pdf.

VegWare. 2010. Bagasse Tableware. VegWare Packaging Made from Plants. [Online] VegWare, 2010. [Citação: 12 de Julho de 2010.] http://www.vegware.com/catalogue/bagasse-tableware/cat_9.html.

—. 2010. Cassava Tableware. VegWare Packaging From Plants. [Online] VegWare, 2010. [Citação: 13 de Julho de 2010.] http://www.vegware.com/biodegradable-cassava-plates/cat_11.html.

—. 2010. Hot Cups. VegWare. [Online] VegWare, 2010. [Citação: 18 de

Julho de 2010.] http://www.vegware.com/biodegradable-hot-cups/cat_4.html.

Vink, Erwin T. H., et al. 2002. Applications of Life Cycle Assessment to Nature Works™ Polylactide (PLA) Production. Food Pack. [Online] 18 de Outubro de 2002. [Citação: 19 de Fevereiro de 2010.] http://www.foodpack.ca/images/Life_Cycle_Analysis.pdf.