

Compósitos a partir de materiais de fontes renováveis como alternativa para o desenvolvimento de produtos

Composites from renewable sources as an alternative for product development

Eliana Paula Calegari*
Branca Freitas de Oliveira**

*Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Design & Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
End. Eletrônico: elianapaulac@gmail.com

**Professora do Programa de Pós-Graduação em Design & Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
End. Eletrônico: branca@ufrgs.br

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17623

Recebido em 02.02.2016

Aceito em 28.03.2016

ARTIGO - VARIA

RESUMO

A preocupação ambiental tem gerado interesse na pesquisa de novos materiais que estejam alinhados com os princípios da sustentabilidade. Entre esses materiais, atualmente, encontram-se os compósitos produzidos a partir de recursos de fontes renováveis. Este artigo apresenta os resultados de um estudo de caso acerca de produtos em que são empregados os referidos compósitos. Realizou-se uma pesquisa na rede mundial de computadores usando a ferramenta de buscas google sobre produtos fabricados com esses compósitos e comparou-se com produtos fabricados a partir de materiais usualmente utilizados na indústria, tais como polímeros, metais e cerâmicas. Constatou-se que os compósitos feitos a partir de fontes renováveis estão sendo, principalmente, aplicados em embalagens, na produção de ferramentas para jardinagem e vasos para plantas. Dessa forma, observou-se que os referidos compósitos podem substituir materiais comumente empregados na indústria atendendo aos requisitos funcionais e estéticos demandados na confecção desses produtos.

Palavras-chave: Compósitos. Materiais de fontes renováveis. Design de produto.

ABSTRACT

Environmental concern has generated interest in research about new materials aligned with the principles of sustainability. Currently, among these materials are the composites made from renewable resources. This article presents the results of a case study about products containing the mentioned composites. A search was performed on the World Wide Web, using the Google search engine, about products made with these composites. They were compared with products made from materials commonly used in industry, such as polymers, metals and ceramics. It was found that composites made from renewable sources are used mainly in packages and in the production of gardening tools and plant pots. The finding is that such composites can replace commonly used materials, meeting functional and aesthetic requirements of industrial producers.

Keywords: Composites. Renewable materials. Product design.

1 INTRODUÇÃO

As consequências do que inventamos, projetamos, fazemos, compramos e usamos podem resultar em poluição e demais problemas ambientais. Assim, percebe-se a urgência na investigação de soluções viáveis que tenham potencial para reduzir a degradação ambiental. Papanek (2002) afirma que, diante das mudanças catastróficas que provocamos na natureza, é fundamental que designers, arquitetos, engenheiros e outros profissionais contribuam para a busca de soluções para essa problemática. Cândido (2011) destaca que o design de produto vem passando por mudanças profundas no processo de desenvolvimento de produtos nos últimos anos, que transpassa a questão do produto ser esteticamente agradável, funcional e ter uma estrutura bem resolvida; a aplicação do fator ambiental vem sendo imposta como requisito de projeto.

Carvalho (2011) aponta que as preocupações com as questões ecológicas têm gerado interesse na utilização de materiais oriundos de fontes renováveis, que sejam sustentáveis, ou ainda, que possam ser compostados. Vilaplana *et al.* (2010) salientam que uma das estratégias para minimizar a poluição provocada por materiais sintéticos é a utilização de materiais de base biológica, como os polímeros e os compósitos que são derivados de fontes renováveis, propiciando o desenvolvimento de materiais que podem ser facilmente degradados ou assimilados pela natureza.

Neste trabalho foi realizado um estudo de caso a partir de produtos em que são empregados compósitos provenientes de fontes renováveis. O estudo iniciou com uma pesquisa na rede mundial de computadores usando a ferramenta de buscas google sobre produtos fabricados com esses compósitos, em português e inglês, no período de outubro e novembro de 2015. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave: produtos e compósitos sustentáveis, aplicação de compósitos de fontes renováveis, design de produto e compósitos sustentáveis. Na sequência, foram pesquisados os produtos similares na rede mundial de computadores usando a ferramenta de buscas google a partir do nome dos produtos a fim de analisar quais os tipos de materiais que são, geralmente, empregados nesses produtos. Dessa forma, foi possível verificar se existem produtos fabricados em compósitos de fontes renováveis, quais são esses produtos e quais os materiais que estão substituindo. Ainda, foram analisados aspectos referentes à funcionalidade, estética e durabilidade nos produtos em compósitos e nos similares em materiais usualmente utilizados pela indústria.

2 COMPÓSITOS À BASE DE MATERIAIS DE FONTES RENOVÁVEIS

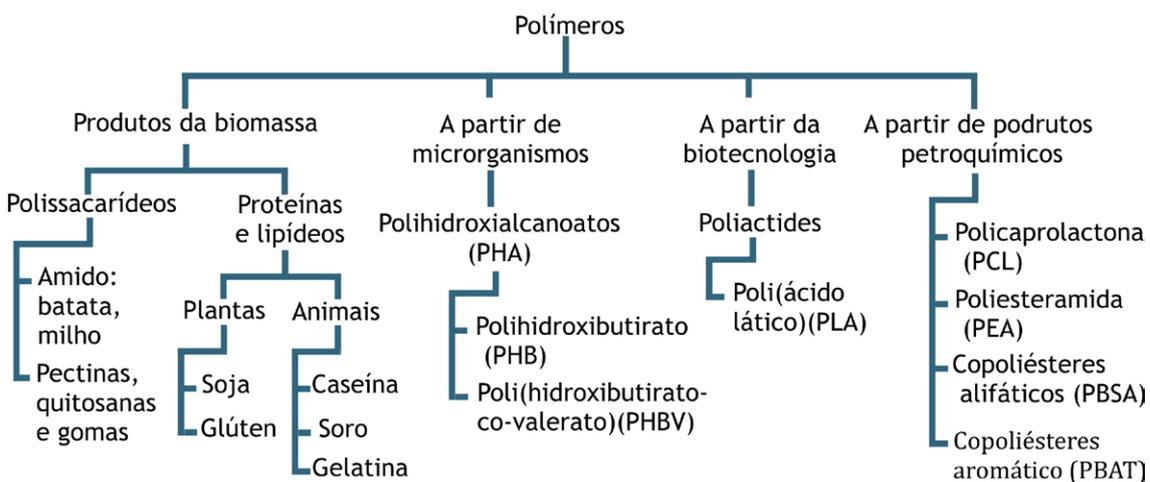
Conforme a Norma American Society for Testing and Materials (ASTM D3878 – 95), a definição de material compósito consiste em uma substância constituída de dois ou mais materiais, insolúveis entre si, que são combinados para formar um material com certas propriedades que não se encontram nos materiais isoladamente. Neto e Pardini (2006) esclarecem que os materiais que constituem o compósito são chamados de fases, sendo que uma delas é descontínua, denominada de reforço, sendo responsável por fornecer resistência ao esforço e a outra fase é contínua, chamada de matriz, correspondendo ao meio de transferência desse esforço. Dessa forma, as propriedades dos compósitos são influenciadas pelas propriedades dos materiais das fases constituintes, pela distribuição e interação entre o reforço e a matriz. Assim, a finalidade da combinação dos materiais é promover características específicas para o compósito dependendo da aplicação.

Os compósitos são constituídos por diversos tipos de materiais, em que, tanto a matriz e/ou o reforço podem ser de origem sintética e/ou natural. Atualmente, os materiais de fontes renováveis estão sendo bastante utilizados no desenvolvimento de compósitos. Segundo Vilaplana *et al.* (2010), durante as duas últimas décadas, o interesse na investigação de polímeros e compósitos de fonte renovável tem crescido como resultado da preocupação ambiental e do esgotamento dos recursos fósseis, como pode ser demonstrado pelo número exponencialmente crescente de patentes e publicações sobre esses materiais.

POLÍMEROS DE FONTES RENOVÁVEIS COMO MATERIAIS DA MATRIZ

Segundo a Norma ASTM D883-99, polímeros de fontes renováveis são plásticos que podem ser convertidos em gás carbônico, metano e componentes celulares microbianos, entre outros produtos, quando em presença de microrganismos de origem natural tais como bactérias, fungos e algas. Formolo *et al.* (2003) afirmam que esses polímeros estão despertando grande interesse de pesquisadores pelo fato de serem projetados para degradarem no solo pela ação de organismos vivos em poucos meses. Avérous e Boquillon (2004) classificaram os polímeros de fontes renováveis em três famílias, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Classificação de polímeros de fonte renovável.



Fonte: Adaptado de Avérous e Boquillon (2004).

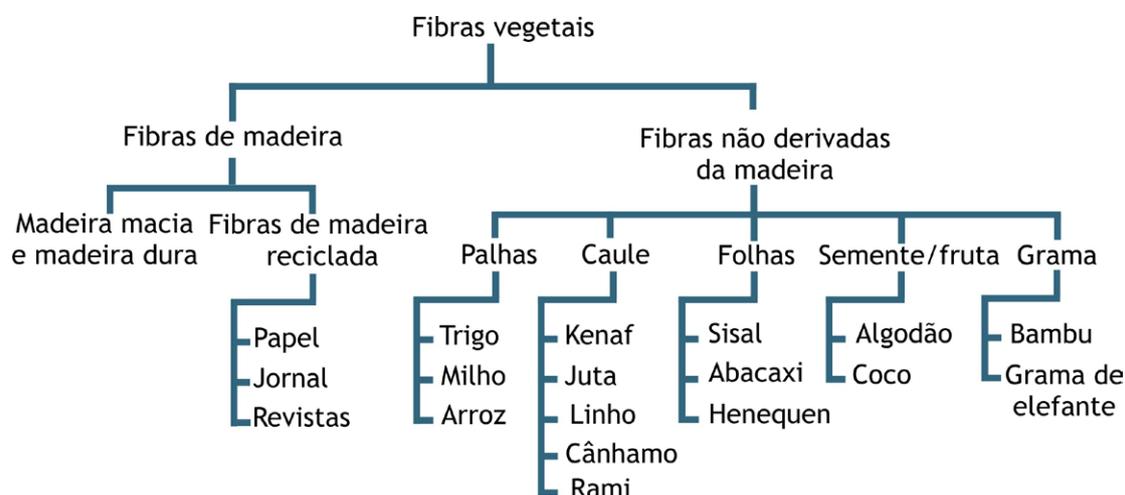
Conforme Silva (2009), a maioria desses polímeros está disponível comercialmente, facilitando o desenvolvimento de compósitos oriundos de recursos renováveis. O mercado de polímeros de fontes renováveis no Brasil, segundo Brito *et al.* (2011), é incipiente, entretanto, espera-se a produção em larga escala, pois o País possui grande potencial de cultivo de biomassa. As principais dificuldades no mercado brasileiro são a baixa consciência na utilização desses materiais, o alto custo e o baixo desempenho comparada ao dos polímeros convencionais.

FIBRAS NATURAIS COMO MATERIAIS DE REFORÇO

Com o objetivo de melhorar as propriedades mecânicas dos polímeros provenientes de recursos renováveis e reduzir o custo de produção, são incorporadas fibras vegetais nesses materiais (MACEDO, 2010). Morais e Caraschi (2015) citam o exemplo do polímero polihidroxibutirato (PHB), que apresenta boas propriedades mecânicas, porém, é duro e quebradiço, o que limita suas aplicações. Suas propriedades podem ser melhoradas pela incorporação de reforços, como as fibras e os resíduos lignocelulósicos, assim, as fibras podem melhorar a rigidez e a resistência mecânica dessa matriz (VILAPLANA *et al.*, 2010).

Para Gurunathan *et al.* (2015) as fibras naturais podem ser classificadas com base na sua origem, que pode ser: vegetal, animal ou mineral. As fibras vegetais são as mais utilizadas como reforços em compósitos podendo ser provenientes da madeira ou não, sendo seus principais componentes a celulose, a hemicelulose, a lignina, as pectinas e as ceras. As fibras de madeira podem ser extraídas de madeiras macias ou duras ou ainda podem ser recicladas. As fibras não derivadas de madeira podem ser extraídas de diversas partes das plantas, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Classificação das fibras naturais.



Fonte: Mohanty *et al.* (2005).

Conforme Rowell *et al.* (1997), as fibras vegetais mais utilizadas como material de reforço em compósitos poliméricos são as fibras de sisal, coco, juta e banana, além de fibras de madeira, bagaço de cana-de-açúcar e bambu. Para Monteiro *et al.* (2006), muitas fibras para compósitos são regularmente cultivadas, como o algodão, o linho, o cânhamo, o rami, o sisal e a juta; outras são o subproduto de plantas com a finalidade para alimentação, como o bagaço de cana-de-açúcar, a casca do coco, o caule da bananeira, a casca de arroz e a palha do milho.

Scandola (2011) expõe que uma abordagem interessante para a preservação da terra é a extração de fibras a partir de resíduos agrícolas. A utilização de subprodutos agrícolas, como uma fonte de fibras naturais, ajuda na preservação da terra e dos recursos naturais necessários para o cultivo de novas fibras, assim, é benéfica para a agricultura e contribui para solucionar o problema da eliminação dos resíduos agrícolas. Conforme Machado *et al.* (2010), no Brasil, há uma grande variedade de fibras vegetais devido à biodiversidade existente no território do País, como: sisal, coco, juta, curauá, fibra de bagaço de cana-de-açúcar e outras, com diferentes propriedades químicas e físicas. Na Figura 3 é possível visualizar as fibras brasileiras que possuem potencial para serem utilizadas como reforço em compósitos.

Figura 3 – Fibras brasileiras utilizadas no desenvolvimento de compósitos: A) Bagaço de cana-de-açúcar, B) Juta, C) Curauá, D) Bananeira, E) Carnaúba, F) Sisal, G) Coco, H) Palha de arroz, I) Palha de milho e J) Palha de trigo.



Fonte: Machado *et al.* (2010), *Matéria Brasil* (2015).

Outras vantagens na utilização de fibras vegetais em compósitos incluem baixo custo, atoxicidade, baixa densidade, menor abrasão comparada às fibras sintéticas e baixo consumo de energia na sua produção (MOHANTY *et al.*, 2000). No que diz respeito às desvantagens das fibras vegetais, Scandola (2011) afirma que a principal é a variabilidade nas propriedades mecânicas, como consequência da variação da idade da planta, da área geográfica, das condições climáticas e dos métodos de colheita. Outra potencial desvantagem das fibras vegetais é a elevada absorção de água que ocorre devido aos grupos hidroxila da celulose, o que pode ocasionar baixa adesão entre as fibras e a matriz. Assim, durante o processamento de compósitos, é importante realizar a secagem das fibras.

O PROCESSAMENTO E A CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE FONTES RENOVÁVEIS

Para Satyanarayana (2010), os fatores necessários para a produção de compósitos incluem a seleção das fibras vegetais e da matriz, os tratamentos adequados na superfície das fibras visando à redução da sensibilidade à umidade e a maior aderência entre as fibras e a matriz, e as técnicas de fabricação, preferencialmente, de baixo custo.

Após esse processo inicial de preparação dos materiais da matriz e do reforço, estes são misturados e conformados. Os compósitos são fabricados a partir de tecnologia tradicional, como a extrusão, injeção e moldagem por compressão (FARUK *et al.*, 2012). As diferentes técnicas de processamentos para a obtenção de compósitos resultam em diferentes propriedades, as quais influenciam no desempenho desses materiais.

Após o processamento, os compósitos podem ser caracterizados para verificar o seu comportamento diante da umidade, de forças mecânicas, da degradação e de outros fatores. Calegari (2013) realizou um levantamento de trabalhos na literatura que visam o desenvolvimento e a caracterização de compósitos provenientes de fontes renováveis, e foi constatado que as propriedades mecânicas de tração e de impacto são as mais comumente investigadas. Nesses trabalhos, a caracterização, geralmente, visa à comparação das propriedades de compósitos com diferentes quantidades de reforço, os tratamentos superficiais nas fibras vegetais, plastificantes utilizados na matriz e diferentes técnicas de processamento. Além disso, em alguns trabalhos, foi verificada a adesão entre a fibra e a matriz via Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a absorção de água e a biodegradabilidade.

Em relação à absorção de água, os efeitos resultantes podem contribuir para a perda de compatibilização entre as fibras e a matriz, o que pode provocar enfraquecimento da adesão interfacial. Assim, a análise da absorção de água, os seus efeitos degradativos e as diferentes formas de minimizá-los durante a vida útil, constituem as principais áreas de foco de pesquisa na elaboração de compósitos provenientes de materiais de fontes renováveis.

3 APLICAÇÕES DE COMPÓSITOS DE FONTES RENOVÁVEIS

A partir de uma busca na rede mundial de computadores, na ferramenta de buscas google, constatou-se que existem produtos em que são empregados compósitos fabricados com materiais de fontes renováveis, no entanto, o desenvolvimento desses materiais é recente. Na Figura 4, são apresentados os produtos que foram encontrados na referida busca.

Figura 4 – A) Embalagens para frutas, B) Embalagem para ovos, C) Embalagem para ovos, D) Ferramentas temporárias, E) Linha de acessórios descartáveis para uso na jardinagem, F) Vasos para plantas, G) Vasos para mudas de plantas.



Fonte: Matéria Brasil (2015), CPT (2015), Design magazine & Resource (2015), Eberspacher (2011), Takeidea (2015), Ecodesenvolvimento (2015).

Verificou-se que existem produtos em que são empregados compósitos de fontes renováveis, como as embalagens para frutas e ovos desenvolvidas por Natalia Chaves e Manuela Yamada (Figuras 4A e 4B), produzidas à base de fibra de coco e amido de mandioca e divulgadas no site Matéria Brasil. Outro exemplo de embalagem para ovos produzida com compósitos é a desenvolvida por uma empresa holandesa, que é confeccionada a partir da fibra de coco e borracha natural (Figura 4C).

Também foram encontrados produtos para jardinagem como as “Ferramentas Temporárias” desenvolvidas por uma estudante de design da Universidade de Michigan (Figura 4D), que consiste em uma linha de ferramentas para jardinagem composta por um espeto de marshmallows, uma espátula e uma pá. Outro exemplo é o kit de produtos para jardinagem criado pela designer chilena Genoveva Cifuentes (Figura 4E). Ainda em relação a produtos voltados para jardinagem, o designer Cristián Arismendi criou a coleção Loé Pots (Figura 4F), que consiste em vasos de musgo esfagno e fibra de coco. A empresa Florestas Inteligentes cultiva e comercializa mudas de plantas, e as acondiciona em embalagens feitas de compósito à base de casca de arroz e celulose (Figura 4G).

ANÁLISE DOS PRODUTOS

Embalagens para frutas

As embalagens para frutas fabricadas em compósito são desenvolvidas a partir de materiais de fontes renováveis, tendo a fibra de coco como reforço e o amido de mandioca como material da matriz. Em relação ao produto similar, encontrou-se no mercado embalagens para frutas poliméricas em poliestireno ou polipropileno, e outra com bandeja em poliestireno expandido (isopor) e filme de policloreto de vinila, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Embalagens para frutas.

Embalagens para frutas	
Produto em compósito	Material
	Fibra de coco e amido de mandioca.
Produto similar	Material
	Poliestireno (PS) ou polipropileno (PP).
	Bandeja em poliestireno expandido (isopor) e filme de policloreto de vinila (PVC).

Fonte: Matéria Brasil (2015), Infobios (2015).

No que diz respeito às embalagens para frutas em compósitos, foram desenvolvidas a partir do conceito dos ninhos de aves, assim, visam à proteção e ao amortecimento que podem reduzir as perdas durante o transporte. O material das embalagens possui rápida degradação e baixa tecnologia empregada no seu processo produtivo, o que é interessante para a produção artesanal desses produtos. O processo de fabricação consiste na prensagem a frio dos materiais, com posterior secagem em ambiente aquecido. Desse modo, possui matéria-prima reutilizável, a cadeia produtiva é regional e é compostável (MATÉRIA BRASIL, 2015).

Já as embalagens poliméricas são desenvolvidas a partir de fontes petrolíferas, considerados materiais não renováveis quando comparados com materiais provenientes de plantas que possuem renovabilidade em um curto período. As embalagens de poliestireno ou polipropileno são confeccionadas por meio do processo de fabricação por termoformação que exige maquinário específico, sendo o processo mais caro do que a prensagem a frio para a produção das embalagens em compósitos. Em relação ao descarte das embalagens, podem-se considerar, a partir da matéria-prima, que as de compósitos, provavelmente, terão a degradação em menor tempo comparada às embalagens poliméricas.

Em relação à funcionalidade, ambas as embalagens, em compósitos e poliméricas, cumprem a função de conter e proteger. No entanto, no quesito proteção relacionado ao transporte, as embalagens em compósito podem ser mais adequadas pelo fato de que foram projetadas para tal função. No que diz respeito à estética, as embalagens em compósito remetem ao natural, pela cor marrom e as fibras de coco aparentes, com estilo rústico, e possuem formato diferenciado. Já as embalagens em polímero são comuns, porém, a vantagem é que a embalagem é transparente, tornando possível o consumidor observar o produto antes da compra.

A durabilidade das embalagens poliméricas provavelmente é maior do que as de compósito de materiais naturais. Contudo, as embalagens de compósitos possuem a vantagem de serem produzidas com materiais naturais e, após o descarte, degradam-se em um curto período, quando comparado com as poliméricas. Geralmente, as embalagens são descartadas após o uso do produto, assim, o período de degradação torna-se mais importante do que o tempo de vida útil da embalagem.

Embalagens para ovos

As embalagens para ovos em compósitos são produzidas a partir de materiais de fontes renováveis como a fibra de coco e o amido de mandioca, e outra de fibra de coco e borracha natural. Em relação ao produto similar, encontrou-se no mercado embalagens para ovos em papelão, poliestireno expandido (isopor) e poliestireno, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Embalagens para ovos.

Embalagens para ovos	
Produto em compósito	Material
	Fibra de coco e amido de mandioca.
	Fibra de coco e borracha natural.
Produto similar	Material
	Papelão
	Poliestireno expandido (isopor)
	Poliestireno (PS)

Fonte: Matéria Brasil (2015), CPT (2015), Huevosinmaculada (2015).

A embalagem de fibra de coco e amido de mandioca faz parte da linha de produtos da embalagem para frutas, apresentada anteriormente. A embalagem para ovos também foi desenvolvida a partir do conceito de ninhos de aves, que visa proteção e o amortecimento durante o transporte. A embalagem de fibra de coco e borracha natural foi desenvolvida por uma empresa holandesa, com o objetivo de substituir as embalagens fabricadas com papelão, plástico e isopor, já que muitas destas não são recicladas ou reaproveitadas (CPT, 2015).

No que diz respeito aos produtos similares encontrados no mercado, existem embalagens para ovos em papelão, poliestireno expandido (isopor) e de poliestireno. Cabe destacar que as embalagens confeccionadas em papelão são as mais próximas às embalagens de compósitos de fontes renováveis, pois o papel também é proveniente de fontes renováveis, e o papelão pode ser reciclado para a produção de novos produtos ou até mesmo para novas embalagens para ovos. Já em relação às embalagens poliméricas, em termos ambientais, o uso de compósitos de fontes renováveis é mais apropriado, que além de ser de fonte renovável é utilizado resíduo, como é o caso da fibra de coco.

Em relação à funcionalidade, aparentemente, todas as embalagens cumprem esse aspecto. Já em relação à estética, a embalagem de compósito é bastante diferenciada das demais pelo estilo rústico que remete à natureza. No que diz respeito à durabilidade, as embalagens de compósito e papelão, provavelmente, possuem menor durabilidade, o que pode ser interessante para o fim de vida, já que as embalagens são descartadas após o uso.

Produtos para jardinagem

Foram encontrados produtos para jardinagem em compósitos como as ferramentas e vasos para plantas. As ferramentas são produzidas a partir de uma cola à base de gelatina e serragem. Em relação ao produto similar, encontrou-se no mercado ferramentas para jardinagem em alumínio e cabo em madeira, e outra em polipropileno como pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3 – Ferramentas para jardinagem.

Ferramentas para jardinagem	
Produto em compósito	Material
	Cola à base de gelatina e serragem.
Produto similar	Material
	Alumínio e cabo em madeira.
	Polipropileno (PP)

Fonte: Design magazine & Resource (2015), Tramontina (2015).

Em relação às ferramentas em compósito, podem ser montadas usando um galho; as ferramentas duram cerca de 8 meses e durante sua degradação liberam sementes de flores. O material das ferramentas consiste em um compósito constituído por cola à base de gelatina e serragem, que resulta em uma mistura de madeira líquida. O objetivo ao criar essa linha de ferramentas foi despertar a discussão sobre o ciclo de vida dos objetos, a quantidade de lixo gerada e acumulada no meio ambiente, e o papel do design em amenizar os problemas causados pelo consumo (DESIGN MAGAZINE & RESOURCE, 2015).

No que diz respeito aos produtos similares encontrados no mercado, tem-se as ferramentas de alumínio e cabo em madeira e outras em polipropileno. O alumínio é um material que pode ser reciclado diversas vezes; a madeira é um material de fonte renovável (CALLISTER, 2006). Em relação às ferramentas em polipropileno, de acordo com Lesko (2004), esse polímero faz parte da classificação dos polímeros termoplásticos, devido ao fato do material amolecer e fundir quando aquecido e resfriar rapidamente. Em função desse comportamento, o polipropileno pode ser moldado por injeção, o que também favorece a reciclagem do material, contudo, esse processo demanda gastos energéticos e resíduos que na maioria das vezes são eliminados no meio ambiente.

O polipropileno possui uma ampla gama de aplicações em objetos do cotidiano. Assim, ele pode ser considerado um material prático, tanto por questões relativas ao processo de fabricação, por ser facilmente conformado, quanto a questões de durabilidade, qualidade no acabamento, permite pigmentação, possui boa resistência e é de fácil limpeza. No entanto, esse polímero demora em média 100 anos para decompor-se na natureza (CALLISTER, 2006).

As ferramentas para jardinagem, diferentemente das embalagens, não são produtos descartáveis, e precisam ser fabricadas com material durável e que seja compatível com o uso, pois possuem a função, principalmente, de cavar, revolver e recolher a terra, assim, há a necessidade de materiais resistentes. Em relação às ferramentas em compósito, esse material pode limitar a funcionalidade e a durabilidade. No entanto, como relatado, o projeto desse produto é conceitual com o objetivo de despertar a reflexão sobre o ciclo de vida dos produtos.

Em relação aos vasos para plantas, foram encontrados diversos modelos em distintos materiais de reforço e matriz dos compósitos. Esses vasos para plantas são produzidos a partir de caroço de ameixa, musgo esfagno e fibra de coco, casca de arroz e celulose. Em relação ao produto similar, encontrou-se no mercado em polipropileno e cerâmica como podem ser observados no Quadro 4.



Quadro 4 – Vasos para plantas.

Vasos para plantas	
Produto em compósito	Material
	Caroço de ameixa.
	Musgo esfagno e fibra de coco.
	Casca de arroz e celulose.
Produto similar	Material
	Polipropileno (PP)
	Cerâmica

Fonte: Eberspacher (2011), Takeidea (2015), Ecodesenvolvimento (2015), Ecovaso (2015), Tirol Plantas (2015).

O projeto de vasos para jardinagem a partir de caroço de ameixas foi desenvolvido pela designer chilena Genoveva Cifuentes. A partir da constatação de que seu país era o segundo maior exportador de ameixas desidratadas do mundo e que os caroços, retirados do processo de seleção, eram descartados, a designer desenvolveu uma pesquisa de materiais para a elaboração de uma linha de acessórios descartáveis para uso na jardinagem. De acordo com a designer, o material é biodegradável e pode ser plantado junto com as sementes e mudas, além disso, é re-

sistente ao transporte e foi aplicado em diferentes modelos de vasos e placas para identificação das plantas (EBERSPACHER, 2015).

Outro designer chileno, Cristián Arismendi, criou a coleção Loé Pots, que consiste em vasos de musgo esfagno, matéria-prima abundante no Chile, e fibra de coco. As características do musgo permitem que os vasos tenham a capacidade de absorver e reter água, mantendo a umidade constante no interior do recipiente, retardando o período para regar a planta (TAKEIDEA, 2015).

A empresa Florestas Inteligentes cultiva e comercializa mudas de plantas, e as acondiciona em embalagens feitas de compósito à base de casca de arroz e celulose. A embalagem é permeável e conforme a planta cresce ela é inserida junto com a embalagem em outra com maior capacidade, e aos poucos a embalagem menor se decompõe (ECODESENVOLVIMENTO, 2015).

Em relação aos vasos para plantas produzidos com polipropileno, conforme o fabricante, são confeccionados pelo método da injeção. As características desse material já foram relatadas na análise dos materiais das ferramentas para jardinagem. No que diz respeito aos vasos em cerâmica, a matéria-prima básica é a argila sendo trabalhada no torno para a confecção dos vasos (LIMA, 2006).

Em termos de funcionalidade, ambos os vasos de compósitos, polipropileno e de cerâmica, cumprem a função principal do produto, que é conter as plantas. Sendo que o vaso de casca de arroz e celulose pode ser plantado junto com a planta e integrar-se com o solo. Em relação à estética, os vasos de compósitos possuem aparência diferenciada que depende do material com o qual são produzidos, em geral, remetem ao estilo rústico pela coloração em tons de marrom. A questão da durabilidade, provavelmente, os vasos em polímero e cerâmica são mais duráveis, no entanto, quando se trabalha com o conceito de colocar o vaso junto com a planta na terra, como é o caso do plantio de mudas, os vasos em compósitos provenientes de fontes renováveis são mais adequados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho constatou-se que estão sendo desenvolvidos e aplicados compósitos provenientes de fontes renováveis em bens de consumo. O desenvolvimento de compósitos à base de materiais de fontes renováveis centra-se no uso de polímeros provenientes de materiais da biomassa, como o amido de milho, o trigo, a batata, a mandioca, a partir de microrganismos e da biotecnologia, como material da matriz. Já para compor o reforço, são utilizadas, principalmente, fibras vegetais. O processamento desses compósitos é realizado por meio de tecnologia tradicional, como a moldagem por compressão, extrusão e injeção.

As vantagens desses compósitos residem no fato de que são provenientes de recursos renováveis, podem degradar-se no meio ambiente em um período menor de tempo em relação aos materiais de origem petroquímica. No entanto, apresentam certas limitações, como baixo desempenho mecânico e a sensibilidade à umidade, o que não inviabiliza o seu uso em produtos, na medida em que podem ser empregados em aplicações que estejam de acordo com as características desses materiais. Como é o caso dos produtos apresentados neste trabalho, a exemplo das embalagens e utensílios para jardinagem.

Em relação às aplicações, foram encontradas embalagens para frutas e ovos, ferramentas para jardinagem e vasos para plantas em compósitos. Na análise realizada a partir da comparação desses produtos com similares em materiais tradicionalmente utilizados pela indústria, consta-

tou-se que são funcionais, possuem estética diferenciada, relacionada principalmente ao estilo rústico e remetendo ao natural. Em relação à durabilidade, provavelmente, os produtos em compósitos são menos duráveis, o que pode ser interessante para embalagens. Por fim, verificou-se que os compósitos de fontes renováveis estão substituindo polímeros provenientes do petróleo.

Dessa forma, os compósitos, derivados de materiais de recursos renováveis, são interessantes do ponto de vista ecológico. No entanto, as características que os tornam menos agressivos ao meio ambiente podem restringir suas aplicações por terem resistência mecânica limitada e sensibilidade à umidade. Portanto, o emprego desses compósitos precisa estar alinhado com o tipo de aplicação e suas características. A comunidade acadêmica está realizando esforços para contornar esses problemas, e assim ampliar as oportunidades de aplicações dos referidos compósitos.

Portanto, os compósitos provenientes de recursos renováveis são um novo conceito em materiais, que parte da combinação de materiais, principalmente vegetais, ocasionando assim, um menor tempo de degradação e deposição em aterros sanitários. Dessa forma, esses materiais são uma alternativa para o design de produtos que visam o cuidado com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AVÉROUS, L.; BOQUILLON, N. **Biocomposites based on plastificized starch**: thermal and mechanical behaviours. *Carbohydrate Polymers*, v. 52, p. 111-122, 2004.

BRITO, G. F. *et al.* **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes**. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v. 6.2, 127-13, 2011.

CALEGARI, E. P. **Estudo da aplicação de compósitos biodegradáveis à base de biopolímero e fibras de curauá no design de produto**. Mestrado (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Design com ênfase em Design e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

CALLISTER, W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais**: uma introdução. São Paulo: LTC, 2006.

CÂNDIDO, L. H. A. **Estudo do ciclo de reciclagem de materiais em blendas acrilonitrila-butadieno-estireno/polycarbonato**. Doutorado (Tese). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CARVALHO, L. F. M. **Tratamentos de fibras de carnaúba [copernicia prunífera (miller) H. E. moore] para o desenvolvimento de compósito biodegradável com matriz de polihidroxibutirato**. Doutorado (Tese). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, UFRN. Natal, 2011.

CPT. **Embalagem ecológica é novidade na comercialização de ovos**. Disponível em: < <http://www.cpt.com.br/noticias/embalagem-ecologica-novidade-comercializacao-ovos>> Acesso em: 12 jul. 2015.

DESIGN MAGAZINE & RESOURCE. **Student spotlight**: Hannah Dow's biodegradable temp tools. Disponível em: <http://www.core77.com/blog/sustainable-design/student_spotlight_hannah_dows_biodegradable_temp_tools_24720.asp> Acesso em: 10 nov. 2015.

EBERSPACHER, G. **Designer cria embalagens biodegradáveis com caroço de ameixa: Embalagens são indicadas para produtos relacionados à jardinagem.** 2013. Disponível em: <<http://atitudesustentavel.com.br/blog/2011/11/21/designer-cria-embalagens-biodegradaveis-com-caroco-de-ameixa/>> Acesso em: 10 jul. 2015.

ECODESENVOLVIMENTO. **Projeto une recuperação ambiental e inclusão social.** 2011. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/setembro/florestas-inteligentes#ix-zz1YQ6f1gHx>> Acesso em: 10 jul. 2015.

ECOVASO. **Vasos de plástico para plantas.** Disponível em: <<http://www.ecovaso.com.br/>> Acesso em: 12 jul. 2015.

FARUK, O. *et al.* **Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000-2010.** Progress in Polymer Science, 2012.

FORMOLO, M. C. *et al.* **Polihidroxialcanoatos:** biopoliésteres produzidos a partir de fontes renováveis. Revista Saúde e Ambiente, Joinville, v. 4, 14-21, 2003.

GURUNATHAN, T.; MOHANTY, S.; NAYAK, S. K. **A review of the recent developments in biocomposites based on natural fibres and their application perspectives.** Composites: Part A 77, p. 1–25, 2015.

HUEVOSINMACULADA. **Huevo a granel.** Disponível em: <<http://huevosinmaculada.com/ficha.asp?id=1>> Acesso em: 12 dez. 2015.

INFOBIOS. **Importância da embalagem na manutenção da qualidade pós-colheita de frutas.** 2014. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2014_1/frutas/> Acesso em: 10 jul. 2015.

LESKO, J. **Design Industrial Materiais e Processos de Fabricação.** Editora Edgard Bluncher, 2004.

LIMA, M. A. M. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

MACEDO, J. de S. **Desenvolvimento de biocompósitos à base de polihidroxibutirato e resíduos do processamento de fibras de casca de coco.** Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, COPPE, UFRJ. Rio de Janeiro, 2010.

MACHADO, M. L. C. *et al.* **Estudo das Propriedades Mecânicas e Térmicas do Polímero Poli-3-Hidroxibutirato (PHB) e de Compósitos PHB/Pó de Madeira.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 20, n. 1, p. 65-71, 2010.

MATÉRIA BRASIL. **Materioteca.** Disponível em: <<http://materia brasil.com.br/>> Acesso em: 23 mai. 2015.

MOHANTY, A. K. *et al.* **Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites: An Introduction.** Taylor & Francis, 2005.

MOHANTY, A. K.; MISRA, M.; HINRICHSEN, G. **Biofibres, biodegradable polymers and biocomposites: An overview.** Macromol. Mater. Eng. 276/277, p. 1-24, 2000.

MONTEIRO, S. N.; DE DEUS, J. F.; D'ALMEIDA, J. R. M. **Mechanical and Structural Characterization of Curaua Fibers,** In: Characterization of Minerals, Metals & Materials - TMS Conference, San Antonio, USA, CD - Rom, p. 369 - 375, 2006.

MORAIS, G. A. C.; CARASCHI, J. C. **Compósitos de polihidroxitirato (PHB) reforçado com resíduos agroindustriais**. Disponível em: <<http://www.instructor.com.br/unesp2005/files/CICEM/trabalhos/6.pdf>> Acesso em: 2 nov. 2015.

NETO, F. L.; PARDINI, L. C. **Compósitos Estruturais**. Ciência e Tecnologia. Ed. Edgard Blücher, 2006.

PAPANEK, V. **Arquitetura e design: ecologia e ética**. Lisboa: Edições 70, 2002.

ROWELL, R. M. *et al.* **Utilization of natural fibers in plastic composites**: Problems and Opportunities. Lignocellulosic – Plastics Composites. Edited by: LEÃO, A.; CARVALHO, F. X.; FROLLINI, E. São Paulo, p. 23 - 51. 1997.

SATYANARAYANA, K. G. **Biodegradable polymer composites based on brazilian lignocellulosic**. Revista Matéria, v. 15, n. 2, p. 088-095, 2010.

SCANDOLA, E. Z. M. **Green Composites**: An Overview. Polymer Composites, p. 1906 - 1915, 2011.

SILVA, V. da. **Desenvolvimento de biocompósitos de poli(3-hidroxitirato-co-3-hidroxitirato) (PHBV) com resíduos de madeira**. Dissertação – Programa de Mestrado em Engenharia de Processos, Univille. Joinville, 2009.

TAKEIDEA. **Vasos biodegradáveis**. 2013. Disponível em: <<http://takeidea.com.br/design/vasos-biodegradaveis/>> Acesso em: 10 dez. 2015.

TIROL PLANTAS. **Vasos de cerâmica para plantas**. Disponível em: < <http://www.tirolplantas.com.br/loja/Default.aspx?cid=265>> Acesso em: 13 dez. 2015.

TRAMONTINA. Ferramentas para jardinagem. Disponível em: < <http://www.tramontina.com.br/pt/>> Acesso em: 13 dez. 2015.

VILAPLANA, F.; STRÖMBERG, E.; KARLSSON, S. **Environmental and resource aspects of sustainable biocomposites**. Polymer Degradation and Stability, 95, p. 2147-2161, 2010.