

Criação de um material com resíduos de papéis/poliéster como opção para novos produtos: caracterização tangível e intangível

Making of a material with paper waste / polyester as an option for new products: tangible and intangible characterization,

Jussara Smidt Porto, doutoranda, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

jussara.porto@ufrgs.br

Clarissa Coussirat Angrizani, doutora, Instituto Federal Sul-rio-Grandense/Sapucaia do Sul

cangrizani@hotmail.com

Lauren da Cunha Duarte, doutora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

lauren.duarte@ufrgs.br

Eliana Paula Calegari, doutoranda, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Instituto Federal de Rondônia

elianapaulac@gmail.com

Branca Freitas de Oliveira, doutora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

branca@ufrgs.br

Sandro Campos Amico, doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

amico@ufrgs.br

Resumo

A preocupação com o meio ambiente tem demandado pesquisas nas áreas de novos materiais, e, cada vez mais, entram no mercado novos produtos alternativos, que procuram inovar quanto às questões de usabilidade, segurança e reciclagem. Os materiais compostos por Poliéster e Papel Pequeno (PO/PP) e Poliéster e Papel Grande (PO/PG), desenvolvidos neste trabalho, estão inseridos neste contexto. Deste modo, o objetivo deste trabalho é relatar o desenvolvimento dos materiais alternativos criados a partir do resíduo de papéis gerados pela Gráfica da UFRGS acrescentado à resina poliéster. Para a análise destes materiais seguiu-se a metodologia de Percepção dos Materiais pelos Usuários, proposto por Dias (2009), que analisa os aspectos tangíveis e intangíveis dos materiais. Com a aplicação da metodologia de Dias (2009) foi possível identificar e analisar as características destes materiais. Assim, esse diagnóstico poderá orientar os designers aos novos desafios em relação à aplicação destes novos materiais.

Palavras-chave: compósitos; novos materiais; caracterização.

Abstract

Concern for the environment has demanded research in the areas of new materials, more and more, new products are entering the market, which seek to innovate regarding usability, safety and recycling issues. The polyester/small paper (PO/PP) and polyester/large paper (POPG) materials, developed in this work, are inserted in this context. In this way, the objective of this work is to report the development of alternative materials created from the paper residue compounds generated by UFRGS Graph added to the polyester resin. For the analysis of these materials was followed the methodology of Perception of Materials by Users, proposed by Dias (2009), which analyzes the tangible and intangible aspects of the materials. With the application of the methodology of Dias (2009) it was possible to identify and analyze the characteristics of these materials, helping with the diagnosis that can guide the designers to the new challenges regarding the application of these new materials.

Keywords: composites; new materials; characterization.

1. Introdução

O crescimento da economia e da renda per capita de um país demanda por recursos naturais e produtos manufaturados, a consequência disso são crescimento desenfreado ocasionando danos ao meio ambiente e maior quantidade de resíduos gerados (LIU *et al.*, 2015). Devido a isso, deve haver por parte de gestores e empresários, uma maior preocupação com a sustentabilidade do planeta. Atualmente, buscam-se novas alternativas para frear os danos ao meio ambiente e com isso a humanidade se reconstrói e se lança para novos significados e novos horizontes, nos quais os aspectos ambientais, sociais e econômicos fundem-se para a construção de um novo paradigma. Assim, são geradas novas atitudes por parte da sociedade, que sinalizam um maior comprometimento em relação ao meio ambiente (PORTO *et al.*, 2015).

Na indústria de papel a questão ambiental traz simultaneamente desafios e oportunidades. As pressões para reduzir o impacto dos Gases de Efeito Estufa (GEE) no clima tendem a diminuir o consumo e a oferta de bens em geral. A madeira e suas fibras derivadas, porém, por serem materiais renováveis, deverão mostrar-se cada vez mais atraentes. Essa característica de sustentabilidade deverá constar como um dos principais argumentos para que as fibras papeleiras sejam apresentadas como alternativa válida para o uso de plásticos (SILVA *et al.*, 2016). Estes autores afirmam que a demanda global de papéis e cartões deverá crescer à taxa anual de cerca de 1,0%, devendo atingir 467 milhões de toneladas em 2030.

O Brasil possui uma grande disponibilidade deste resíduo para ser reutilizado na fabricação de novos papeis, podendo ainda, ser incorporado como reforço na fabricação de outros materiais. Somente no ramo gráfico diversos tipos de sobras de papel são disponibilizados após a elaboração de materiais gráficos, como livros, folders, calendários, cadernos, cartazes, entre outros. Estas sobras estão disponíveis dos mais diversos formatos e tamanhos, como: rebarbas do corte inicial, refile dos livros, resíduos de perfurações de garras e espirais para elaboração de blocos e calendários, fresa nas lombadas de livros para cola da capa, malas da impressão (gerando resíduo com tinta), entre outros. Segundo o

artigo intitulado “Reciclagem Industrial de Papel (2016)” somente 37% de resíduo de papel é reciclado no Brasil.

Vários pesquisadores trabalham com o resíduo de papel, como Žmak *et. al* (2015) e Prambauera *et. al* (2015), utilizam resíduo de papel, sob diferentes formas para a concepção de novos materiais, geralmente compósitos. Salmah e Faisal (2014) desenvolveram um compósito de resíduos de papel offset/polietileno de baixa densidade utilizando percentuais de 10-40% em massa de papel, observaram que o aumento na quantidade de papel resultou em materiais com maiores valores de resistência e módulo em tração.

No sentido de melhor aproveitar o resíduo oriundo de aparas de papéis do processo de produção da indústria gráfica, existe um projeto de pesquisa, em andamento na Gráfica da UFRGS, que busca estudar o desenvolvimento de novos materiais compósitos que possibilitem a reutilização destes resíduos. Uma das resinas pesquisadas para adicionar ao resíduo foi a resina poliéster.

Optou-se pela adição deste polímero, apesar de ser oriundo de fonte não renovável, pelo fato de que este material aceitou uma carga bastante elevada deste reforço, permitindo a incorporação de 80% de papel na mistura. Este fato possibilita que se desenvolva um material no qual se mantém as boas propriedades do poliéster, (como a facilidade de manipulação, cura rápida, transparência, estabilidade dimensional, boas propriedades mecânicas, elétricas e químicas (CAVALCANTI, 2006)), em uma composição de somente 20% deste material. Isso possibilita a redução do uso deste material em 80% em volume.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram confeccionadas amostras dos compósitos com dois tipos de aparas de papéis oriundos de dois equipamentos utilizados na Gráfica da UFRGS (identificados como papel pequeno e papel grande), cada um adicionado ao poliéster insaturado, nas proporções máximas de saturação de papel que foi possível (80% em volume).

Este artigo apresenta as características tangíveis (caracterização física e mecânica) e intangíveis deste novo material compósito, seguindo o modelo proposto por Dias (2009) – Percepção dos Materiais pelos Usuários. Segundo a autora, podem-se analisar os materiais sob dois âmbitos: Tangíveis: que contempla aspectos técnicos; na esfera ambiental, que converge para sustentabilidade, preservação das fontes de insumo; na dimensão prática do uso, em que os requisitos se relacionam à usabilidade, ergonomia, conforto e segurança. No tocante à estética, a seleção se fundamenta na expressividade e linguagem dos materiais. E intangíveis, no aspecto simbólico, os materiais evocam valores culturais, da memória, da tradição e das associações (DIAS, 2009).

1.1 Características Tangíveis e Intangíveis do Material

Cada material possui suas próprias características, e elas estão diretamente ligadas às opções de processamento e aplicabilidade. Todo material possui um conjunto de características tangíveis e intangíveis que servem como requisitos diferenciais para cada necessidade.

Segundo Dias (2009), atributos tangíveis, constituem o perfil objetivo que visam quantificar o comportamento dos materiais quanto às propriedades físicas, mecânicas e térmicas, que podem ser medidas e obtêm-se números como resultados. O perfil objetivo dos materiais é composto por informações como valores de força, módulos, dureza, ductilidade, condutividade térmica, coeficiente de expansão, peso, preço, entre outros. Essas informações são necessárias para determinação das cargas máximas em serviço de uma estrutura, temperatura, fluxo de calor, ciclo de vida, assegurando os requisitos funcionais, técnicos, ambientais e econômicos estabelecidos em projeto (ASHBY & JOHNSON, 2010).

Por outro lado, os atributos intangíveis, são características que definem o perfil subjetivo dos materiais, onde o material é definido por significados atribuídos e emoções evocadas que não podem ser exclusivamente identificadas por valores numéricos ou quantitativos, isto é, são classificados como dados qualitativos. As características são definidas com questões relacionadas à estética e ao valor simbólico percebido pelas pessoas, são atributos que precisam ser compreendidos em termos socioculturais, na medida em que são construídos socialmente. As propriedades sensoriais também compõem o grupo dos atributos intangíveis. Estas propriedades referem-se ao tato, visão, e a relação destes com a percepção de conforto e a sensação de bem estar que um material pode transmitir (DIAS, 2009).

1. Metodologia

1.1 Materiais

Foram utilizados para este novo material, dois resíduos da Gráfica da UFRGS, classificados como papel pequeno e papel grande, os mesmos podem ser visualizados na Figura 1, respectivamente. A matéria-prima destas aparas é papel off-set da InternacionalPaper, cuja gramatura é 75 g/m² e o teor de umidade 6%.

Neste artigo utilizou-se como matriz a resina poliéster insaturada ortoftálica da marca Raicholp e o iniciador Butanox M-50 (1,3% v/v) que foram adquiridos na empresa Comfibras na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. E como desmoldante, utilizou-se a cera de carnaúba da marca TecGlaze-N adquirida na Comfibras.

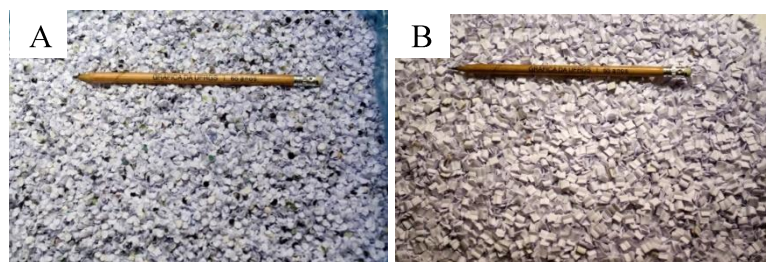


Figura 1: A) Resíduo denominado papel pequeno (PP) e B) Papel grande (PG). Fonte: elaborada pelos autores.

1.2 Métodos

Preparação dos compósitos

Foram preparadas duas composições de compósitos de poliéster com resíduo de papel, e um material somente com a resina poliéster para ser utilizado a título de comparação, como pode ser visualizado na Tabela 1. Esta quantidade de carga foi escolhida com o intuito de aproveitar o máximo possível esse resíduo e utilizar o mínimo de material polimérico na produção dos compósitos visando a redução do impacto ambiental.

Tabela 1: Composição e nomenclatura dos materiais estudados.

Material	Identificação	Percentual volumétrico da matriz	Percentual volumétrico da carga
Poliéster	PO	100	0
Poliéster/papel pequeno	PO/PP	20	80
Poliéster/papel grande	PO/PG	20	80

Inicialmente foi realizada a coleta dos resíduos de papel provenientes de equipamentos do setor de acabamento: de uma coladeira, Eurobind da marca Heidelberg para o papel grande (PG), e de uma furadeira, Mini Max para o papel pequeno (PP). Após foi realizada uma seleção no resíduo coletado para evitar o uso de outro tipo de material. Na sequência, as aparas de papel foram secas na estufa com circulação de ar por 2 horas/60°C.

Os compósitos foram obtidos por moldagem por compressão, em prensa hidráulica da marca Marconi modelo MA 098/A sob pressão de 3 bar, onde permaneceram 75 min na temperatura de 80°C, o que resultou na cura do compósito. Foi realizada a pós-cura nas placas, em estufa de circulação de ar na temperatura de 60°C durante 4h. A Figura 2 apresenta os materiais desenvolvidos.



Figura 2: Materiais desenvolvidos com papel pequeno (PP) e papel grande (PG). Fonte: elaborada pelos autores.

Caracterização dos compósitos

A metodologia usada para a caracterização dos compósitos seguiu a metodologia desenvolvida por Dias (2009) descrita anteriormente. O Quadro 1 apresenta os possíveis atributos das características tangíveis e intangíveis.

Quadro 1: Aspectos intangíveis e tangíveis que serão tratados neste trabalho.

<i>Aspectos Tangíveis (Perfil Objetivo)</i>			<i>Aspectos Intangíveis (Perfil Subjetivo)</i>	
Atributos técnicos			Atributos estéticos	Atributos práticos
Classe Técnico	Classe Ambiental	Classe Estética	<ul style="list-style-type: none"> - Forma; - Cor; - Transparência; - Brilho; - Táctil; - Textura; - Cheiro. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação; - Usabilidade; - Limpeza e higiene; - Saúde e salubridade; - Sustentabilidade.
Atributos mecânicos: <ul style="list-style-type: none"> - Ensaio de tração; - Ensaio de flexão; - Ensaio de dureza; - Ensaio de impacto. Atributos físicos: <ul style="list-style-type: none"> - Ensaio de absorção de água; - Ensaio de ângulo de contato. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidade; - Resíduos industriais; - Conteúdo de material reaproveitado. 	Atributos de processos: <ul style="list-style-type: none"> - Conformação; - Usinagem; - Junção; - Superfície. 		

Caracterizações Tangíveis (Perfil Objetivo)

Segundo a metodologia de Dias (2009), neste trabalho foram analisadas as propriedades tangíveis referentes aos atributos técnicos que são divididos nas seguintes classes: técnicos, ambientais e estéticos. Na classe dos técnicos foram analisados os atributos mecânicos, a partir de ensaios de tração, flexão, dureza e impacto. Os parâmetros utilizados para estes ensaios estão descritos a seguir:

O ensaio de **tração** foi realizado de acordo com a norma ASTM D3039 em um equipamento universal de ensaio Instron 3382 (célula de carga de 100 kN, com precisão de 0,32%) na velocidade de 2 mm/min. O módulo de elasticidade foi obtido por meio de vídeo extensômetro. O ensaio de **flexão** foi realizado de acordo com a norma ASTM D790. Foi utilizado o equipamento universal de ensaios EMIC 23-5D (célula de carga de 5 kN).

Para as medições da **dureza** shore D, foi seguida a norma ASTM D2240 em equipamento da marca Bareiss. Foram realizadas 20 leituras em cada amostra, feitas com espaçamento entre si e das bordas da amostra de, no mínimo 3 mm, e obtido o valor médio. O ensaio de **impacto** IZOD foi realizado em amostras entalhadas de acordo com ASTM D256 usando um equipamento da marca CEAST modelo Impactor II, com o martelo de 2,75 J. A entalhadora utilizada foi da marca CEAST modelo NOTCHVIS. Foram utilizados cinco corpos de prova para cada ensaio.

Ainda, seguindo a caracterização utilizada pela metodologia de Dias (2009), na classe dos técnicos foram analisados os atributos físicos, a partir dos ensaios de absorção de água. A descrição da metodologia utilizada para este ensaio está descrita a seguir:

Para o ensaio de absorção de água, seguiu-se a norma ASTM D570. Foram utilizados 5 corpos de prova de cada família. Inicialmente, os corpos de prova foram secos em estufa, e após pesados em uma balança digital da marca Precisa modelo XT220A e condicionados em recipientes contendo água destilada à temperatura ambiente (23°C). Em períodos pré-determinados, os corpos de prova foram removidos da água, e o excesso de água foi retirado com toalhas de papel, e em seguida pesados. Essa análise foi realizada com objetivo de verificar tanto a aparência dos materiais após o ensaio de absorção de água quanto o percentual de sorção de água.

Nos atributos técnicos sob a ótica da caracterização tangível, foi feita a avaliação dos atributos técnicos especificamente na classe ambiental, em que os materiais foram analisados sob os aspectos de disponibilidade, resíduos industriais, conteúdo de material reaproveitado.

Finalizando a caracterização tangível, nos desdobramentos dos atributos técnicos os materiais são analisados na classificação estéticos que compreendem aos atributos de processos (conformação, usinagem, junção e superfície). Para a determinação destes atributos foi confeccionado um compósito de cada família nas dimensões de 270 x 170 x 4 mm. Para os testes relacionados aos atributos de processos foram utilizadas máquinas básicas de marcenaria. Assim, foram realizados os seguintes testes: corte (manual e elétrico), furação (elétrica), lixamento (manual e elétrico) e inserção de parafuso nas amostras.

Caracterizações Intangíveis (Perfil Subjetivo)

Para avaliação das características intangíveis seguindo a metodologia desenvolvida por Dias (2009), a qual classifica o perfil subjetivo sob os atributos estéticos (forma, cor, transparência, brilho, tátil, ótico, textura, cheiro, som, sabor, temperatura), atributos práticos (identificação, usabilidade, ergonomia, contexto de uso, conforto, segurança e proteção, limpeza e higiene, saúde e salubridade, sustentabilidade, qualidade, desempenho, confiabilidade, resistência, eficiência energética, durabilidade) e atributos simbólicos (cultura e tradição, memória, envelhecimento, natural e artificial, autêntico e imitação, artesanal e industrial, inovação, identidade, preço, valor social, valor sentimental, associação, padrões, estilo de design, personalidade).

2. Resultados e discussões

2.1 Sob o Aspecto Tangível

Avaliação quanto à classe técnica:

1) Atributos mecânicos

A partir do ensaio de tração (Tabela 2) foi determinada a resistência à tração e o módulo de elasticidade. Há um aumento no módulo elástico com a inserção do reforço para a matriz polimérica poliéster, devido ao acréscimo das cargas de papel (papel > 4 GPa), que é mais rígido que a matriz. Nos ensaios de resistência a flexão (Tabela 3) os resultados demonstraram uma resistência inferior à matriz, demonstrando que a reforço não agregou valor à matriz. Limitando o seu uso em produtos que exijam estas características.

Nos ensaios mecânicos de dureza (Tabela 2) foi demonstrado que a carga melhorou as características do poliéster. Quanto ao ensaio mecânico de impacto (Tabela 2) a inserção do papel no poliéster apresentou um aumento na resistência ao impacto devido a boa adesão do poliéster ao papel, tanto do pequeno quanto ao grande.

Tabela 2: Propriedades mecânicas dos materiais desenvolvidos.

	Resistência à flexão (MPa)	Resistência ao impacto (kJ/m ²)	Dureza (Shore D)	Resistência à tração (MPa)	Módulo em tração (GPa)
Poliéster	75,07 ± 4,92	0,69 ± 0,06	76,2 ± 0,4	12,44 ± 3,00	3,2 ± 0,8
Poliéster/papel pequeno	38,60 ± 3,58	1,67 ± 0,17	83,2 ± 1,1	14,10 ± 1,73	4,1 ± 0,4
Poliéster/papel grande	21,59 ± 5,10	2,25 ± 0,22	85,0 ± 0,8	8,43 ± 1,04	3,9 ± 0,6

2) Atributos físicos

No ensaio de absorção de água houve uma maior absorção do compósito PO/PG (poliéster com papel grande) em relação ao PO/PP (poliéster com papel pequeno), isso aconteceu devido à maior aglomeração do papel grande, que acabou gerando mais vazios facilitando a absorção de água. Após o tempo máximo de estudo (91 dias) observou-se que o poliéster, poliéster/papel pequeno e poliéster/papel grande apresentaram um percentual de sorção de água de 1,5; 7,4 e 9,2 respectivamente.

Avaliação quanto à classe Ambiental

Nos atributos técnicos sob a ótica da caracterização tangível, foi feita a avaliação dos atributos técnicos especificamente na classe ambiental, em que os materiais foram analisados sob os aspectos de disponibilidade, resíduos industriais, conteúdo de material reaproveitado. Nestes aspectos os materiais criados se justificam pela disponibilidade de resíduos gerados em gráficas, tanto particulares quanto públicas. Para um parâmetro de volume de material residual, pode-se citar o volume mensal de resíduo de papel na Gráfica da UFRGS, que chega a aproximadamente 900 Kg mensais.

Avaliação quanto à classe Estética

Quanto aos atributos de processos citados na metodologia. Na operação de corte e lixamento os dois materiais desenvolvidos apresentaram facilidade na execução destes procedimentos. A execução do furo tanto com a broca quanto com a fresa não apresentou

trincas visíveis a olho nu. Em relação à união de duas placas através de um parafuso é necessário realizar uma força moderada para não gerar a propagação de trincas na região da união (Figura 3).



Figura 3: Testes quanto aos processos de fabricação. Fonte: elaborada pelos autores.

2.2 Sob o Aspecto Intangível

Os materiais criados foram analisados sob os aspectos intangíveis. Como resultado dessa análise, procurou-se ressaltar as características que foram observadas, resultantes das percepções sensoriais encontradas nos compósitos. Os materiais Poliéster/Papel Pequeno (PO/PP) e o Poliéster/Papel Grande (PO/PB) foram analisados sob o ponto de vista dos atributos estéticos e atributos práticos.

Atributos Estéticos:

Forma: Estes materiais poderão ser confeccionados sob as mais variadas formas e dimensões, devido à resina poliéster em seu estado inicial estar líquida, se adaptando aos mais variados tipos de geometrias, obedecendo às necessidades do produto em relação às características físicas e mecânicas. Como exemplo, podemos citar as formas cilíndricas, côncavas, reta, elíptica, piramidal, quadrada, retangular, etc.

Cor: Os materiais podem ser apresentados sob a sua forma natural sem alteração do seu aspecto. No caso do material com o papel pequeno, estando na cor natural ocorre a valorização pela associação que se pode fazer com o mármore. Mas, pode-se incorporar cores variadas ao material sob diversas maneiras, acrescentando pigmentos ao poliéster ou tingindo o papel. Ainda é possível criar padrões diferentes de cores e tonalidades para aumentar a gama de opções dos produtos fabricados.

Transparência: Estes materiais devido a sua natureza não podem refletir a luz. Caso os materiais fossem transparentes esta característica seria indesejada porque o material PO/PP não remeteria ao mármore, portanto esta característica não é necessária ao material.

Brilho: O poliéster incorporado ao papel atribui um aspecto brilhoso ao material, portanto o brilho é um elemento inerente aos dois materiais criados. Esta característica aproxima o material ao aspecto do mármore (PO/PP), e valoriza o novo material. Observou-se que ao cortá-los, a superfície cortada perde este brilho, que pode ser um dos recursos para retirar o brilho do material. Outros recursos são a escovação, jato de areia, texturização, etc.

Tátil: Segundo Dias (2009) a curiosidade tátil para o contato é quase incontrolável nos indivíduos. Os novos materiais têm apresentado superfícies e texturas desconhecidas que provocam a curiosidade do consumidor, podendo ser um quesito muito valorizado, dependendo do produto criado. No caso dos materiais criados, principalmente do PO/PG, desperta muita curiosidade tátil devido a sua textura, aspecto e relevo. No contato com o material se pode identificar a sensação da temperatura, suavidade, rugosidade do material que podem proporcionar sensação de bem estar ou não, tornando-se um recurso para os designers direcionarem estes materiais.

Textura: O material possui uma textura particular segundo sua composição física, neste caso os pedaços de papeis no PO/PG dão a rugosidade e a irregularidade do material. No PO/PP os papeis pequenos é que proporcionam ao material a textura característica. A textura nos dois materiais pode ser percebida pela visão e/ou pelo tato. Ainda, segundo Zuo *et. al* (2001), nestes materiais a textura quanto à dimensão físico-química pode aparentar ser densa, derrapante, escorregadia, robusta, pesada. Quanto à dimensão emocional pode aparentar ser agradável, alegre, de bom gosto, cara, limpa, forte, moderna. Na dimensão simbólica, o PO/PP imita pedra (mármore).

Cheiro: Estes materiais não possuem cheiro característico de materiais artificiais, trazendo uma vantagem a eles.

Temperatura: Os materiais ainda não foram analisados para medir sua capacidade isolante ou suas propriedades como condutor de calor. Pela aparência dos materiais passam a ideia de materiais frios, que podem ser associados a produtos modernos, ou agregados a outros materiais para torná-los mais agradáveis.

Atributos práticos

Identificação: o material deve ser identificado, mas com o aumento de novos materiais, aumentou-se a dificuldade de reconhecê-los. Nossa memória, intuição e experiência buscam relacionar estes materiais com nomes conhecidos – “madeira”, “ferro”, “plástico”. Os materiais criados aparecem revestidos de uma “aparência” que nos permite no máximo dizer com “o que se parece”, mas realmente é difícil afirmar de que são feitos. Este material, especificamente PO/PP, se parece com o mármore, podendo ser criada uma personalidade própria para ele.

Usabilidade: Os materiais atendem a uma série de atributos que preenchem pré-requisitos específicos, como serem macios (conforto), serem aderentes (seguro), serem finos e resistentes (permitir um tato fino) etc. Outra possibilidade de usabilidade do material é se a ele pode ser colocado alças, encaixes, puxadores e cabos, desta forma, são exemplos de

como os materiais podem influenciar os aspectos de uso e manuseio. O material criado atende aos quesitos de usabilidade.

Limpeza e higiene: A limpeza e higiene são aspectos que interferem na aparência, no conforto, na segurança e na saúde dos usuários. A falta desses quesitos acontece quando há acúmulo ou aderência de sujeira em frestas, juntas, texturas e na superfície durante o contato de uso. Outros aspectos importantes dos materiais com relação à higiene e limpeza: a resistência a ataques químicos (ácidos, óleos, graxas), a resistência a abrasivos (produtos de limpeza) e a resistência às manchas. O poliéster proporciona uma proteção ao papel, protegendo-o de sujeiras e impurezas.

Sustentabilidade: o material desenvolvido em laboratório possibilita a escolha da matéria-prima, que podem causar o menor impacto ao meio ambiente e/ou buscar proporções nas misturas que limitem o uso de alguma dela. No caso dos materiais criados buscou-se fazer a reutilização do papel e ainda adicioná-lo o máximo possível para reduzir o uso do poliéster.

3. Conclusão

A pesquisa de novos materiais tem impulsionado novas opções para o desenvolvimento de materiais alternativos que procuram inovar quanto às questões de usabilidade, segurança e reciclagem. A escolha da resina poliéster em particular foi devido à facilidade de incorporação do papel na mesma, e com a possibilidade de inserção de até 80 % em volume como provado neste trabalho. Além disso, este novo material após a sua funcionalidade ainda poderá sofrer o processo de moagem e ser utilizado como carga de enchimento em outros materiais.

Com o desenvolvimento dos materiais expostos nesse trabalho, buscou-se caracterizar as propriedades destes compostos. A caracterização foi analisada segundo a metodologia de Dias (2009) que divide os atributos em tangível e intangível. Quanto aos atributos tangíveis, exceto a resistência a flexão, os materiais criados apresentaram propriedades mecânicas superiores ao uso da resina poliéster insaturada. Assim, para os autores deste artigo, há a percepção que dependendo da aplicação, este material é apropriado para o desenvolvimento de produtos, e, além disso, o papel como um resíduo do processo gráfico, torna-se matéria-prima barata e pode ser uma nova fonte de reutilização.

Ainda, observou-se que os materiais demonstraram excelentes características quanto aos aspectos relacionados aos atributos estéticos, práticos e simbólicos indicando que essas percepções subjetivas possuem potencial para serem exploradas em especificações objetivas (técnicas) para um futuro desenvolvimento de produtos.

Referências

- ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. **Materials and design: the art and science of material selection in product design**. Amsterdam: Elsevier/ButterworthHeinemann, 2010.
- BARROSO, C. R. **A Gestão do Design na otimização do uso de recursos naturais. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação Gestão do Design)**. Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, São Paulo, 2006.

- CAVALCANTI, W. S. **Compósitos Poliéster/Tecidos Tramados Vegetal-Vidro: Caracterização Mecânica e Simulação da Sorção de Água**. Tese (Doutorado em Engenharia de Processo). Universidade Federal de Campina Grande, C.G. 2006.
- DIAS, M. R. A. C. **Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação Permatus**. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.
- LIU, A. *et al.* **A review of municipal solid waste environmental standards with a focus on incinerator residues**. International Journal of Sustainable Built Environment, vol. 4, p. 165–188, 2015.
- PASSOS, P.R.A. **Destinação sustentável de cascas de coco (cocos nucifera) verde: obtenção de telhas e chapas de partículas**. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético). Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- PORTO, J.S. *et al.* **A pesquisa voltada para o estudo de materiais e produtos sustentáveis: relatos e experiências de grupos de pesquisa na Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. 5º Simpósio de Design Sustentável, R.J. 2015.
- PRAMBAUERA, M.; PAULIK, C.; BURGSTALLER, C. **The influence of paper type on the properties of structural paper – polypropylene composites**. Composites, v. 74, p. 107-113, 2015.
- RECICLAGEM INDUSTRIAL DE PAPEL. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-papel-2/#more-2030>>. Acesso em: 11 dez. 2016.
- SALMAH, H.; FAISAL, A. **The effect of waste office white paper content and size on the mechanical and thermal properties of low density polyethylene (LDPE) composites**. Polymer-Plastics Technology and Engineering, vol. 49, p. 672–677, 2010.
- SILVA, C.A.F.; BUENO, J.M.; NEVES, M.R. **A indústria de celulose e papel no Brasil**. Guia ABTCP fornecedores & fabricantes: celulose e papel 2016|2017. p. 16-28.
- ZUO, H. *et al.* **An investigation into the sensory properties of materials**. In: The Second International Conference on Affective Human Factors Design. Singapore 2001.
- ŽMAK, I.; KUPRES, K.; ŽUPAN, J. **Thermal properties of waste paper composites**. International Conference Matrib Materials, Wear, Recycling. Vela Luka, Croácia, jun. 2015.