

Material sustentável: características intangíveis do compósito constituído de resíduos de papéis com amido

Sustainable materials: intangible characteristics of a composite material made of starch paper residue

PORTO, Jussara Smidt
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS | jussara.porto@ufrgs.br

ANGRIZANI, Clarissa Coussirat
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS | cangrizani@gmail.com

DUARTE, Lauren da Cunha
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS | lauren.duarte@ufrgs.br

CALCAGNO, Carmen Iara Walter
Instituto Federal de Sapucaia do Sul - RGS | carmencalcagno@sapucaia.ifsul.edu.br

CARDOSO, Gustavo
Instituto Federal de Sapucaia do Sul - RGS | guga.cardoso@hotmail.com

Resumo

Este artigo constitui-se no desenvolvimento de um novo material oriundo da composição de um polímero biodegradável de fonte renovável, o amido, adicionado ao resíduo de papel. Descreve-se o processo de obtenção deste material compósito e sua análise sob o aspecto das características intangíveis. Como resultado desta pesquisa pode-se afirmar que este compósito pode constituir-se como uma alternativa interessante para criação de produtos inovadores e sustentáveis.

Palavras-chaves: Compósito biodegradável. Amido. Papel. Características intangíveis.

Abstract

This paper is about the development of a new material from the composition of a renewable biodegradable polymer - the starch - added to paper waste. We describe the process of obtaining this composite material and the analysis of its intangible characteristics. As a result of this research, we can argue that this composite material can be an interesting alternative for designing innovative and sustainable products.

Keywords: Biodegradable composite material. Starch. Paper. Intangible characteristics.

1 INTRODUÇÃO

A utilização estratégica de materiais é um dos mais influentes meios que os designers podem se valer para comunicar e criar conexões entre os produtos e seus usuários (DIAS, 2009). Desse modo, espera-se que os materiais devam ter, não só boas características físicos/químicas, como também, características que valorizem o produto nos aspectos simbólicos, estéticos e práticos, para que ele possa ser lembrado pelo o que ele remete, pela relação com seu uso e sua aplicabilidade.

Para Ashby e Johnson (2011), as áreas de pesquisas, como engenharia de materiais e design se complementam e se interligam na busca de novos materiais, isso fica explícita pelo novo enfoque que é dado à engenharia dos materiais em função do design; e do novo olhar ao material que é dado pelo design em relação ao material/processamento/propriedades. Nesse contexto, Asbjørn Sørensen, Jagtap e Warell (2016) afirmam que os designers industriais possuem habilidades únicas para combinar propriedades técnicas e características intangíveis dos materiais no processo de desenvolvimento de produtos.

Para tanto, é a percepção sistêmica que caracteriza e estimula a atuação do designer na busca de novos padrões de produção. Tornando-se imprescindível o conhecimento do material sob todos os aspectos para o desenvolvimento de produto (KRUCKEN, 2009).

Vislumbrando a importância da criação de novos materiais e a necessidade de conhecê-los sob todos os aspectos, a fim de que possam promover aos profissionais melhores escolhas no momento do desenvolvimento de produtos; será apresentado neste artigo um novo material (compósito Amido/papel), com destaque as suas características intangíveis, que possibilitarão indicações de possíveis produtos.

Para a concepção deste novo material, optou-se pela escolha do amido pelo fato de ser oriundo de fonte renovável e biodegradável, estar disponível na sua forma natural, possuir baixo custo, permitir modificações físicas, aceitar incorporação de fibras vegetais e/ou resíduos sólidos industriais e propiciar aplicações em produtos voltados à sustentabilidade.

Além destas características, o amido tem uma produção média de 20 milhões de ton/ano (CONAB, 2017) e é muito utilizado nas indústrias do setor têxtil e siderúrgica. Inclusive, este material é muito estudado por pesquisadores na produção de embalagens biodegradáveis (ALVES et al., 2007; SAKANAKA, 2007).

O outro material escolhido, pela quantidade de resíduo disponível, é o resíduo de papel da indústria gráfica. A produção impressa gera grande disponibilidade deste resíduo que ainda não é reutilizado/reciclado no Brasil. A prática da reciclagem de papel ainda é limitada, somente 37% deste resíduo é reaproveitado (MACHADO, 2013), tornando-se uma opção interessante como carga em materiais compósitos. Neste caso, o resíduo de papel escolhido é oriundo do descarte da produção de materiais gráficos da Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Assim, decidiu-se por desenvolver um material compósito, que pode ser definido como uma substância formada de dois ou mais materiais, insolúveis entre si, com distintas composições, propriedades e estruturas. Cujas classificações podem ser compósitos reforçados com partículas, com fibras ou compósitos estruturais (CALLISTER JUNIOR., 2007). Pode-se combinar diferentes tipos de materiais para produzir um compósito, o objetivo de desenvolver um compósito é que as combinações dos seus constituintes resultem em um material com propriedades distintas das matérias-primas utilizadas (CORRADINI et al., 2005).

Nesse artigo portanto, apresenta-se inicialmente a descrição do processamento e características deste novo material. Por fim, apresenta-se uma análise dos aspectos intangíveis (simbólicos, estéticos e práticos), objetivando ressaltar as possibilidades que este compósito pode oferecer no campo do design.

A fim de classificar o material sob as características intangíveis, buscou-se na literatura autores que pesquisassem a caracterização dos materiais sob estes aspectos. Optou-se por adotar o estudo de Dias (2009) que sintetizou a análise de vários autores e desenvolveu o modelo Permatius - Percepção dos materiais pelo usuário. A autora sugere uma classificação dos materiais e produtos quanto aos aspectos tangíveis (objetivo) e intangíveis (subjetivos), que se constitui como um facilitador que guia o designer na exploração das características objetivas e subjetivas do material. Os atributos intangíveis são características que definem o perfil subjetivo dos materiais, onde o mesmo é definido por significados atribuídos e emoções evocadas que não podem ser exclusivamente identificadas por valores numéricos ou quantitativos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Para o desenvolvimento deste material foram utilizados a água e o amido comercial de mandioca (polvilho doce) para obtenção do amido termoplástico, e após foi incorporado resíduo de papel picado de revistas e de

papéis provenientes do processo de impressão da Gráfica da UFRGS, gerados pela Coladeira Eurobind da marca Heidelberg (resíduo denominado de papel maior (PMA), com dimensões de ≈ 5 mm) e Furadeira Mini Max (resíduo denominado de papel menor (PME), com dimensões de ≈ 2 mm). Os resíduos de papéis são apresentados na Figura 2. A matéria prima destas aparas é o papel offset da International Paper, cuja gramatura é de 75 g/m² e o teor de umidade é de 6%. Utilizou-se ainda corantes naturais de origem alimentícia em forma de pó nas cores azul, chlorella e vermelho.

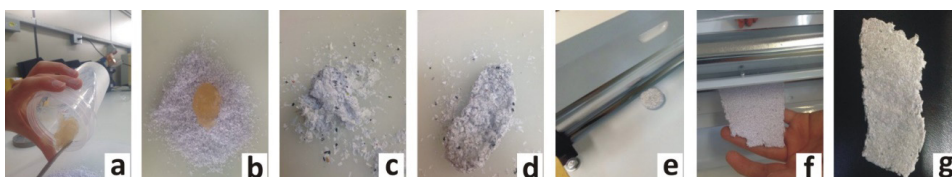
2.2 Equipamentos

Na gelatinização do amido utilizou-se um recipiente com água quente, medido por um termômetro da marca Digital Thermometer. Uma estufa da marca DELEO 2A SED para a secagem do material. Para manter uma espessura constante o material foi passado em uma laminadora de marca ARKE SF-300. Utilizou-se ferramentas de corte (estilete, faca, tesoura), parafuso e uma furadeira manual da marca DWT modelo SBM-600.

2.3 Método

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Desenvolvimento Integrado de Materiais e Produtos (DIMP) do Instituto Federal Sul-Riograndense (IFSul/Sapucaia do Sul). Para a preparação do material, primeiramente, iniciou-se com a gelatinização do amido, ocasionada pela ruptura da sua estrutura cristalina, por meio do seu aquecimento em um recipiente com água em uma temperatura de 90 °C, que possibilitou transformá-lo em um material no estado de gel. O amido gelatinizado foi incorporado ao papel e ao amido seco, gradativamente, para o processamento da mistura. Este processo foi manual, e misturou-se de uma forma rápida e constante, buscando chegar nas proporções ideais dos componentes (Figura 1). Após a mistura, foram confeccionadas amostras para o processamento dos materiais. Também se preparou amostras incorporando pigmentos ao material.

Figura 1 - Etapas de processamento para obtenção do material amido/papel: amido gelatinizado (a); inserção do amido gelatinizado sobre um pouco de papel (b); mistura ao amido seco (c); mistura final dos dois tipos de amido com papel (d); entrada do material no laminador (e); saída do material do laminador (f) e aparência final do material após secagem da água (g).



Fonte: Os autores (2018).

A caracterização do material foi através das características intangíveis, que analisou os aspectos subjetivos do material. As características foram observadas durante todas as etapas do processamento, desde a gelatinização do amido até o pós-processamento, utilizando como critério o modelo Permatius - Percepção dos materiais pelo usuário, da pesquisa proposta por Dias (2009), a percepção dos autores do trabalho nas percepções tátil e visual das amostras durante o desenvolvimento no laboratório. Sob o ponto de vista da análise das características intangíveis, a experiência consistiu-se na observação dos atributos estéticos, dos atributos práticos e dos atributos simbólicos.

A síntese da metodologia segundo o modelo Permatius será exposta a seguir, na Tabela 1 com a classificação dos aspectos tangíveis e intangíveis. Ressalta-se que neste artigo será dada ênfase a análise das características intangíveis percebidas no compósito em estudo e apresentadas a partir deste modelo.

Tabela 1 - Metodologia de Percepção dos Materiais pelos Usuários (Permatius), proposto por Dias (2009).

Caracterizações Tangíveis (Perfil Objetivo)			Caracterizações Intangíveis (Perfil Subjetivo)		
Atributos técnicos			Atributos Estéticos	Atributos Práticos	Atributos Simbólicos
Classe Técnico	Classe Ambiental	Classe Estética	Forma, Cor, Transparência, Brilho, Tátil, Textura, Cheiro, Sabor, Temperatura	Identificação, Usabilidade, Ergonomia, Contexto de uso, Conforto, Segurança e proteção, Limpeza e higiene, Saúde e salubridade, Sustentabilidade, Qualidade, Desempenho, Confiabilidade, Resistência, Eficiência energética, Durabilidade	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
Atributos mecânicos Ensaio de tração, flexão, dureza e impacto	Disponibilidade, Resíduos industriais, Conteúdo de material reaproveitado	Atributos de processos conformação, usinagem, junção e superfície			
Atributos físicos Ensaio de absorção de água, ensaio de ângulo de contato					

Fonte: Dias (2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise quanto ao aspecto intangível do material será demonstrada sob os atributos estéticos, práticos e simbólicos. Estes aspectos serão descritos ao longo da apresentação dos resultados com as devidas discussões em relação a cada característica encontrada no material desenvolvido.

3.1 Análise quanto aos Atributos Estéticos e Práticos

Devido a constante preocupação com o acúmulo de resíduos gerados do processo de produção de serviços gráficos, optou-se por desenvolver um material que possibilitasse reutilizar este resíduo descartado, resultante de aparas do processo da produção da indústria gráfica. Portanto, desde a idealização do compósito, buscaram-se combinações que mantivessem o cuidado com a *sustentabilidade* ambiental. Este quesito envolveu decisões como a escolha dos recursos que causassem menor impacto ao meio ambiente. Assim, optou-se por utilizar o resíduo de papel como carga à matriz de amido de mandioca devido a este material ser de fonte renovável e biodegradável.

Para o desenvolvimento deste estudo, trabalhou-se com três diferentes tipos de resíduos conforme a Figura 2. Utilizaram-se papéis de revistas picados (a) que foram usados como parâmetro de comparação, e resíduos de papéis obtidos na Gráfica da UFRGS: papel picado menor (b) e papel picado maior (c).

Figura 2 - Papéis de revista (a), papel menor (b) e papel maior (c).



Fonte: Os autores (2018).

Foram realizados diferentes testes para chegar às proporções que resultassem uma boa processabilidade e uma consistência rígida após a sua secagem. A fim de estabelecer parâmetros que certificassem que a aparência e as proporções testadas eram as ideais, a sensação *táctil*, num primeiro momento, serviu como um balizador para os experimentos que analisaram a consistência da mistura e as proporções dos elementos misturados. Esta característica serviu para orientar nos testes de saturação dos elementos, dimensionando as proporções ideais dos elementos na mistura. Assim, optou-se em utilizar 36% papel, 27% amido gelatinizado e 37% de amido seco em massa. A sequência apresentada na Figura 1 pôde-se visualizar todo o processamento.

Na fase do processamento, houve ainda a preocupação com a redução de energia, quando se optou por colocar o papel seco com o amido, dispensando um primeiro experimento que utilizou papel molhado adicionado ao amido. Nesse sentido, a expectativa de criar-se materiais que resultassem com melhor *eficiência energética*, fez com que se reduzisse uma etapa do processo, eliminando o procedimento de molha do papel e conseqüentemente a energia dispensada para a sua secagem.

A mistura do amido com o papel somente foi possível em função da transformação do amido de mandioca em amido termoplástico, pois ficando em um estado gelatinizado, facilitou a adesão entre eles. Na Figura 3a pode-se observar a aparência do amido gelatinizado sem a presença de grumos e na Figura 3b a presença de grumos que podem se formar na etapa da gelatinização. Essa consistência, diferente em relação ao restante do gelatinizado traz dificuldades na etapa de dispersão do papel no amido e, se os grumos não forem eliminados na etapa de mistura, ocasiona a formação de heterogeneidades no material final (Figura 3c). Portanto, as características do amido gelatinizado devem ser observadas e é necessário que ele tenha aparência homogênea, para que não haja um comprometimento em relação à imagem e à consistência do material.

Figura 3 - Amido gelatinizado sem grumos (A), Grumos presentes no amido durante o processamento (B) e no material final (C) identificados pelo círculo.

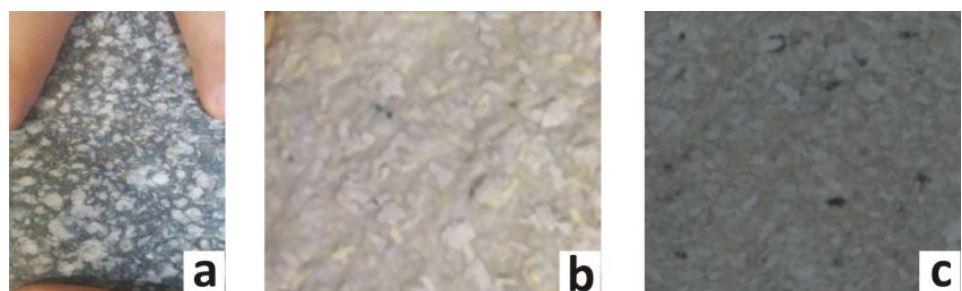


Fonte: Os autores (2018).

Para o material ser aceito, deve haver uma *identificação*. Com a mistura dos dois elementos e conforme seu processamento, este material pode perder a caracterização dos materiais de origem, criando uma nova *identidade* que o assemelha ao gesso, caso fique bem macerado ou com a aparência do granito, com uma maceração moderada, ou ao mármore, caso o papel fique aparente. Essa identificação que pode ser dada ao material, traduz-se como positiva para agregar valor e para a sua aceitação no mercado.

Na Figura 4a o material expressa o próprio material, no caso do papel de revista, na Figura 4b pode ser identificado os pedaços de papéis brancos e na Figura 4c a mistura apresenta semelhança ao granito. A associação que se dá com estes materiais é devida a transparência do amido, que ressalta o papel matizado do resíduo.

Figura 4 - Composto com papel de revista/amido (a) Composto papel grande/amido (b) Composto papel pequeno/amido (c).



Fonte: Os autores (2018).

Observou-se que se podem incorporar cores variadas a este material. Testou-se a incorporação da cor através da inserção de pigmentos ao amido gelatinizado e depois misturado ao papel. O recurso do uso da cor possibilita que aumente as aplicações do material, conforme a criatividade do designer e/ou as necessidades do produto/cliente. Neste sentido, buscou-se explorar o aspecto visual do material pela pesquisa da inclusão de cores, visando promover maiores possibilidades de recursos, e ainda para manter-se o foco no aspecto ambiental (*sustentabilidade*), procurando-se utilizar corantes naturais que pudessem ser agregados à mistura. Foram utilizados os corantes alimentícios nas cores, azul, chlorella e vermelho bordô. O corante foi agregado ao amido gelatinizado antes da adição do papel, conforme a Figura 5. Este procedimento de agregar cor no amido em um estado gelatinoso possibilita uma excelente incorporação do pigmento, entretanto. Estas possibilidades de adição de cores permitem ao designer explorar diferentes estratégias para obter resultados que melhor representem a concepção desejada por ele.

Figura 5 - Incorporação do pigmento ao amido gelatinizado (a) com posterior adição de papel (b). A cor incorporada ao material (c).

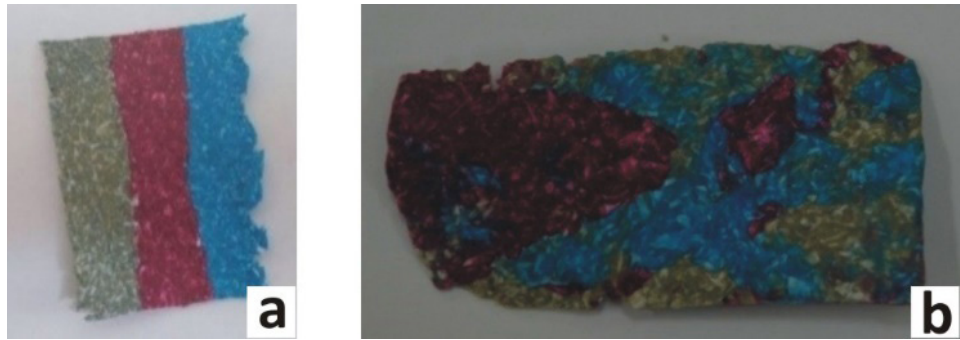


Fonte: Os autores (2018).

Nos testes com pigmentação foi possível constatar também que pode-se aderir diferentes massas do material. Foram feitos testes com cores distintas no sentido de explorar os aspectos de aderência deste material. Este procedimento aconteceu com a união manual dessas massas e após passados pelo processo de laminação. Os resultados indicam que a união das amostras é viável uma vez que apresentaram boa adesão, não ocorrendo descontinuidade entre as massas, conforme verifica-se na delimitação de cada cor apresentada na Figura 6a. A característica de boa adesão do material entre si, salienta a sua versatilidade, surgindo como mais uma característica positiva do material que poderá ser explorada pelos designers. A criação de um padrão visual abstrato com uma coloração aleatório ao material é outro recurso que pode ser explorado (Figura 6b).

Analisando as amostras sob o aspecto da *transparência* pode-se observar características do material que o diferenciam e o valorizam para possíveis utilizações em objetos de decoração. A qualidade da transparência é própria dos materiais que são capazes de deixar passar a luz. A transparência do material criado depende da quantidade de papel que é inserido ao amido, pois o amido gelatinizado deixa passar luz. A transparência da matriz polimérica permite visualizar as características geométricas e as cores próprias do

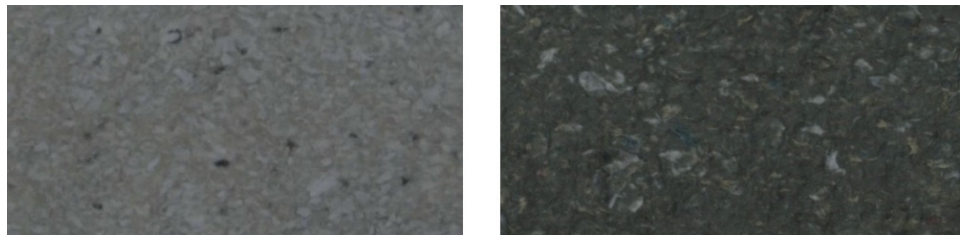
Figura 6 - Amostra da aderência do amido/papel com os três pigmentos(a) e a junção aleatória (b).



Fonte: Os autores (2018).

resíduo inserido. Pela constituição final do material, pode-se associar, pela sua aparência, ao granito e ao mármore, isto se dá pela transparência do amido, que ressalta o papel matizado do resíduo. (Figura 7). O material criado, nas proporções que foram definidas, com 36% de papel, não é transparente. Na criação de um produto poderá ser explorada tanto a transparência quanto a opacidade, dependendo do projeto desenvolvido pelo designer.

Figura 7 - Aparência do amido possibilitando associações com outros materiais.



Fonte: Os autores (2018).

Quanto à aparência do material, observa-se que o *brilho* não é um elemento inerente aos dois elementos incorporados, mas quando o amido o processo de gelatinização, além de ficar transparente, permite que o composto adquira uma superfície lisa que possibilita maior habilidade do material de refletir a luz, configurando um aspecto brilhoso ao material.

Os materiais foram observados nos processos de fabricação, como corte, lixamento e conformação. No material estudado foram exploradas múltiplas geometrias, e ao confeccionar as amostras manualmente, percebeu-se que estas poderão ser confeccionadas sob diferentes configurações, dependendo do contexto em que for explorado ou do molde que for utilizado porque alcançaram as características mínimas necessárias para serem moldadas sem se deformarem plasticamente após estarem secas. Após a extração da água na estufa o material apresentou uma contração volumétrica de 4,5%. Como pode ser visto na Figura 8. Constata-se que a *forma* não irá limitar a configuração do produto, favorecendo a sua confecção nas mais variadas conformações e dimensões, o que seria impossível para uma placa de mármore ou granito, por exemplo.

Figura 8 - Apresentação de diferentes modelos geométricos (a,b) e possibilidade de montagem de formas variáveis (c).

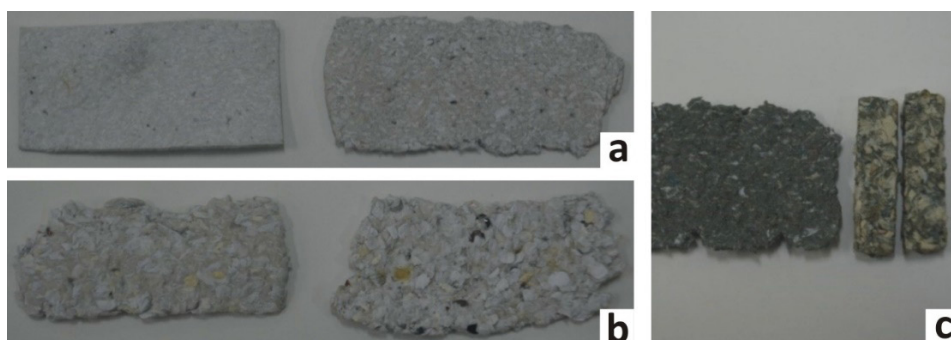


Fonte: Os autores (2018).

A *textura* do material pode ser percebida pela visão e/ou pelo tato. Neste trabalho verificou-se que dependendo do esforço mecânico na qual eram misturados os materiais, as amostras apresentavam textura e visual diferenciados. À medida que se misturava os componentes, mais macerava o papel, modificando-se seu aspecto visual e tornando a geometria original do papel imperceptível no composto (Figura 9a); ainda, diminuindo-se o tempo de mistura, mantinha-se visível a aparência do papel (Figura 9b). Assim, conforme a maceração do papel seu aspecto fica mais rústico, diminuindo o tempo de mistura, ou tornar-se mais sofisticado, aumentando o tempo de mistura.

Segundo Dischinger e Kindlein Júnior (2010), outra forma de analisar os materiais é pela associação de agradabilidade do material estar atrelada a uma suavidade do material/superfície, assim, através da maior ou menor maceração dos materiais, pode-se provocar sensação de maior ou menor agradabilidade em relação a estes materiais.

Figura 9 - Diferentes aspectos visuais devido à intensidade no trabalho mecânico da mistura do amido/papel: a) papel menor macerado e não macerado, b) papel maior macerado e não macerado c) papel de revista macerado e não macerado.



Fonte: Os autores (2018).

Ao se fazer uma análise do material quanto a sua temperatura, podem-se explorar as suas características em relação à estética. Os materiais mais quentes são mais agradáveis e tornam os produtos e espaços mais aconchegantes e os materiais frios são mais sofisticados e modernos (DIAS, 2009). A amostra desenvolvida com papel menor, principalmente a mais macerada e sem o acréscimo de cor, percebe-se como um material mais frio, que, se desenvolvido para decoração, como um produto de revestimento de parede por exemplo, pode dar uma conotação moderna e inovadora ao ambiente.

No desenvolvimento deste compósito observou-se ainda, que o uso do material constituído apenas pelo resíduo de papel e amido (colorido ou não) fica restrito às aplicações que não envolvam o uso de ambientes com umidade. No entanto, utilizando-se técnicas de impermeabilização no material, ampliam-se as possibilidades de uso, porque podem apresentar melhores qualidades de desempenho, confiabilidade e durabilidade, quesitos importantes para que o material possa ser considerado de *qualidade*, promovendo ainda a *confiabilidade*, na qual o material necessita para ser aceito e utilizado. A escolha do impermeabilizante que não agrida a natureza, também é um quesito importante para que as características citadas anteriormente se mantenham e não cause nenhum prejuízo à saúde e ao ambiente. A impermeabilização também pode ser benéfica para a *limpeza* e a *higiene*, impedindo umidade, fungos e manchas no material.

Durante a experiência houve um cuidado com a inserção de outros elementos para que não ocorresse nenhum tipo de alteração física, pois este material, com as constituições utilizadas nos experimentos, não apresenta toxicidade e nem impurezas que possam provocar odor ao ser manuseado.

As várias possibilidades encontradas ao se observar as características do material, inclusive a sua baixa densidade ($1,15 \pm 0,05\text{g/cm}^3$), permitem afirmar que o mesmo terá uma *usabilidade* que poderá atender a requisitos específicos, como os que remetem a *conforto* e *segurança* porque passam a sensação de maciez e resistência, respectivamente. Para a análise do conforto do material pesquisou-se atributos como duro/macio, pegajoso/não pegajoso, quente/frio, úmido/seco, e relatados ao longo da abordagem.

A possibilidade de inserção de furos, encaixes, parafusos, são outros exemplos de como os materiais podem influenciar os aspectos de uso e manuseio. Os testes feitos com o material indicam que podem ser agregados alguns destes elementos (Figura 10), como operações de corte (com estilete, faca e tesoura) e furação. Observa-se que ao cortar o material, essa superfície perde o brilho (Figura 10b) e nos processos de lixamento e texturização podem conferir ao material aspecto brilhoso.

Figura 10 - Amostras após serem cortadas com estilete, faca e tesoura, respectivamente (a); destaque para face cortada (b); e amostra após a furação(c) que demonstram a usabilidade em ambos processos.



Fonte: Os autores (2018).

3.2 Análise quanto aos Atributos Simbólicos

Atualmente, a questão da sustentabilidade tem valorizado o produto e levado a mudanças de hábito no consumo. Em função de esta característica ser muito forte no material que está sendo desenvolvido, pode-se dizer que este é um indicativo relevante para a quebra de paradigma, porque o usuário poderá sentir-se beneficiado com um novo produto que utiliza este material, em função de valores intrínsecos como reutilização, sustentabilidade e biodegradabilidade e provocar uma sensação de mais valia ao material e proporcionando uma maior aceitação deste material em novos produtos. A *cultura e tradição* do novo material vão depender de como ele se insere no mercado.

A característica de *envelhecimento* pode ser um atributo relevante ao material. Em função dos constituintes do material desenvolvido serem de origem vegetal, podem não resistir a ação do tempo e suas propriedades irem se modificando, acarretando o envelhecimento precoce do mesmo. O aspecto positivo é que pode propiciar ao desenvolvimento de produtos de vida curta, com um tempo pequeno de decomposição. Assim, dependendo do produto, esta característica de rápido envelhecimento através da degradação é uma vantagem que poderá beneficiar a que o produto se destina e ainda, irá conferir-lo como um produto biodegradável.

As *associações* que este material pode evocar com outros materiais podem valoriza-lo, por exemplo, com a identificação com mármore ou granito ornamental. Além disso, associações com o natural, biodegradável, podem colocar este material em segmentos do mercado na qual o valor sustentabilidade seja a prioridade.

O seu aspecto visual, a sensação tátil e os seus componentes de origem vegetal o remetem ao *atributo natural*. Este material tem a vantagem de ultrapassar as características e as possibilidades de uso de alguns materiais naturais, permitindo a redução de preço em relação a estes materiais, e ainda, possibilitando a sua multiplicação para atender um maior número de pessoas. Isso faz com que o *atributo artificial* seja vantajoso ao material.

Com relação aos *atributos autênticos e imitação*, observa-se que para o sucesso e afirmação deste novo material no mercado, as suas características devem ser bem especificadas e descritas para que sobressaiam a autenticidade do mesmo. Cada material deve ser usado de maneira que fortaleça seus atributos, sua aparência natural e suas qualidades intrínsecas (DIAS, 2009).

Segundo as experiências laboratoriais, o compósito desenvolvido pode ser obtido de forma *artesanal ou industrial*. Devido a sua consistência ser de fácil moldabilidade e adaptação, pode ser explorado positivamente nas duas formas de fabricação.

Assim, pelas características intangíveis observadas neste material, ele pode ser classificado um *material inovador*. Isto se constata pelo caráter inédito de utilização dos componentes, pela possibilidade de reutilização e ainda, de poder gerar produtos inovadores. Acredita-se ainda que, as características sustentáveis vislumbradas neste material, poderão reforçar a identidade dos produtos, e ainda, agregar valor a imagem de qualquer produto produzido.

Analisando o atributo em relação a *preço*, existe a possibilidade de o material ser acessível, uma vez que amido se encontra disponível a um custo baixo e o papel pode ser adquirido por doações (e.g. de órgãos públicos). Fazendo-se uma análise em relação à produção de materiais similares, tais como termoplásticos convencionais, visto que o processo de produção não necessita de maquinário sofisticado, pode-se considerar que o material não terá um custo elevado. Verifica-se também, que ao utilizar um material reutilizado eliminam-se etapas de fabricação reduzindo o consumo de energia no transporte e nos custos.

Este material pode ter *valor social* no momento em que promove geração de serviços a diferentes segmentos, promovendo a integridade social e a geração de renda a comunidades de baixo poder aquisitivo.

3.3 Possibilidade e Viabilidade de Aplicações do Material

O desenvolvimento e a caracterização de novos materiais possibilitam conhecer propriedades que poderão ser fundamentais para o desenvolvimento de produto. As características observadas nesta pesquisa já permitem vislumbrar possíveis aplicações deste material para desenvolvimento em produtos nas áreas do design de moda, de produto e gráfico.

No segmento de moda, pode se destacar o design de bijuterias com este material. Pela semelhança visual do material com o granito e demais características atribuídas a ele, pode-se sugerir o uso no design de mesas, bancadas, painéis e outros usos na qual o material necessite ser moldado. No design gráfico também pode se destacar na papelaria, para capa de cadernos. Este material presta-se ainda, para a confecção de suportes moldados para acondicionamento de produto, vasos de flores, embalagem para mudas de plantas, etc. Em qualquer segmento em que o material for usado, aspectos comuns a ele, como sustentabilidade, maleabilidade e conformação, variabilidade de formas, cores e texturas, facilidade de furação e moldagem, custo, aspecto inovador, podem ser atributos decisivos para a aceitação deste material por parte de designers, empreendedores e consumidores.

Quanto à viabilidade de fabricação destes materiais, a produção pode ser tanto de forma artesanal, quanto industrial. Para a produção industrial

poderá ser utilizado processos de extrusão, termoformagem, etc., dependendo do produto a ser criado e da criatividade do designer. O volume necessário de resíduo para a produção em larga escala dependerá do produto a ser desenvolvido.

Para se ter uma ideia do volume residual de papel que poderá estar disponível, pode-se dar como exemplo o volume de material residual mensal de uma gráfica de médio porte que pode chegar a um montante de uma tonelada. Somente a partir deste dado, o desenvolvimento desta pesquisa já se justificaria, caso esta gráfica resolvesse desenvolver produtos com o seu próprio resíduo. Ampliando-se esta esfera, caso houvesse uma cooperativa para reutilização de resíduos, alimentada por várias gráficas, a viabilidade de desenvolvimento de produtos se ampliaria e agregaria valor ao resíduo gerado por elas.

4 CONCLUSÃO

Nesta pesquisa foi possível verificar que o resíduo de papel pode ser processado em composição com o biopolímero de amido, que pode-se obter o controle do processo e conhecer o perfil desse material sob o ponto de vista das características intangíveis.

Os atributos estéticos foram observados no desenvolvimento deste material, constatando-se que estas características influenciaram nos procedimentos quanto a incorporação dos materiais. E que, através das observações sobre os atributos tátil, textura, forma, transparência, cor e brilho, pôde-se observar e apresentar características que poderão contribuir com a aplicação deste material em novos produtos.

Na avaliação do material em relação aos atributos práticos pode-se observar a relevância do material quanto a sua nova identidade, na qual subtrai-se as características originais dos componentes e cria-se uma nova personalidade, inovando este novo material e diversificando a sua aplicação.

Os atributos simbólicos iram ressaltar características que impactarão positivamente na imagem criada do artefato. E ainda, certificar que aspectos *natural, autêntico, artesanal, inovador*, podem reforçar a segurança do designer no momento da escolha do material.

Portanto, a partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, puderam ser observados recursos inovadores neste novo material, que sinalizam grande potencial para o desenvolvimento de produtos identificados nas áreas como design de moda, design de produto e design gráfico.

REFERÊNCIAS

ALVES, V.D.; MALI, S.; BELÉIA, A.; GROSSMANN, M. V. E. Effect of glycerol and amylose enrichment on cassava starch film properties. *Journal of Food Engineering*, Essex, GB, v. 78, p. 941-946, 2007.

ASBJØRN SÖRENSEN, Charlotte; JAGTAP, Santosh; WARELL, Anders. Material selection in industrial design education: a literature review. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND PRODUCT DESIGN EDUCATION, 18., 2016, Aalborg. Proceedings [...]. Westbury: Institution of Engineering Designers, 2016. p. 708-713.

ASHBY, Michael Farries; JOHNSON, Kara. *Materials and design: the art and science of material selection in product design*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2010.

CALLISTER JUNIOR., William D. *Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Conjunturas da agropecuária: mandioca: raiz, fécula e farinha: abril de 2017*. Brasília: Conab, 2017. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca/item/download/15259_56be85ab112fa621766e44d32e7154f7. Acesso em: 25 mar. 2018.

CORRADINI, Elisângela; LOTTI, Celso; MEDEIROS, Eliton Souto de; CARVALHO, Antonio José Felix de; CURVELO, Antonio Aprigio da Silva; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli. Estudo comparativo de amidos termoplásticos derivados do milho com diferentes teores de amilose. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Carlos, v. 15, n. 4, p. 268-273, 2005.

DIAS, Maria Regina Álvares Correia. *Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação Permatius*. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

DISCHINGER, Maria do Carmo Torri; KINDLEIN JÚNIOR, Wilson. Metodologia de análise da percepção tátil em diferentes classes de materiais e texturas para aplicação no design de produtos. *Design & Tecnologia*, Porto Alegre, v. 1, p. 28-38, 2010.

KRUCKEN, Lia. *Design e território: valorização de identidades e produtos locais*. São Paulo: Studio Nobel, 2009.

MACHADO, Gleysson B. Reciclagem industrial de papel. 2013. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-papel-2/#more-2030>. Acesso em: 10 mar. 2018.

SAKANAKA, Lyssa Setsuko. Confecção de filmes biodegradáveis por extrusão de blendas de amido termoplástico e polibutileno succinato co-adipato (PBSA). 2007. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, 2007.

Data de submissão: 2018-09-28

Data de aceite: 2019-04-29