

GEÍSA GAIGER DE OLIVEIRA
GUSTAVO JAVIER ZANI NÚÑEZ
ORGANIZADORES

Des
ign
pes. em
qui
sa. vol 3

GEÍSA GAIGER DE OLIVEIRA
GUSTAVO JAVIER ZANI NÚÑEZ
ORGANIZADORES

Des
ign
em
pes.
qui
sa. vol 3

Este livro é uma das publicações do Instituto de Inovação, Competitividade e Design (IICD) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (www.ufrgs.br/iicd).

© dos autores – 2020

Projeto gráfico: Melissa Pozatti

D457 Design em pesquisa: volume 3 [recurso eletrônico] / organizadores Geísa Gaiger de Oliveira [e] Gustavo Javier Zani Núñez. – Porto Alegre: Marcavisual, 2020.

789 p. ; digital

ISBN 978-65-990001-1-9

Este livro é uma publicação do Instituto de Inovação, Competitividade e Design (IICD) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (www.ufrgs.br/iicd)

1. Design. 2. Gestão do Design. 3. Design contra a criminalidade. 4. Gestão de Projetos. 5. Inovação. 6. Tecnologia. 7. Sustentabilidade. 8. Desenvolvimento humano. I. Oliveira, Geísa Gaiger. II. Núñez, Gustavo Javier Zani.

CDU 658.512.2

CIP-Brasil. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação.
(Jaqueline Trombin – Bibliotecária responsável CRB10/979)



Capítulo 32

Compósitos com casa de arroz: novas possibilidades para o design de produtos

Eliana Paula Calegari, Clarissa Angrizani Coussirat, Jussara Porto Smidt, Sandro Campos Amico e Branca Freitas de Oliveira

RESUMO

No design de produto, a aplicação de materiais constitui uma oportunidade para a inovação. A casca de arroz, um resíduo da indústria arroseira, ainda é um material pouco explorado no design de produto. Isoladamente, a casca de arroz é difícil de ser utilizada no desenvolvimento de produtos, contudo, quando agregada a outro material pode ser empregada em produtos, como no desenvolvimento de compósitos com casca de arroz. Esses materiais ainda se encontram em fase de pesquisa, que se concentram, principalmente, na verificação de suas propriedades mecânicas, e há ainda a necessidade de estudá-los sob o ponto de vista do design de produto. Dessa forma, neste trabalho investigou-se a possibilidade de utilizar os compósitos com casca de arroz focando na análise de seus atributos intangíveis. Na primeira etapa da pesquisa, foram verificados os materiais que possuem atributos tangíveis próximos aos dos compósitos com casca de arroz, em seguida, foram verificadas as características estéticas dos materiais selecionados e comparadas com as características dos compósitos com casca de arroz. Como principais resultados, constatou-se que os compósitos com casca de arroz possuem atributos intangíveis próximos aos de madeiras e derivados, compartilhando características estéticas com estes materiais.

Palavras-chave: compósitos, casca de arroz, design de produto, atributos intangíveis.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos grandes desafios ambientais é encontrar novas maneiras de utilizar resíduos provenientes de processos industriais e agrícolas. O aterro sanitário é o principal meio de disposição desses resíduos, no entanto, esse destino é considerado um desperdício, pois estes materiais podem ser, por exemplo,

reciclados ou reutilizados (ODLARE et al., 2011).

De acordo com Laufenberg (2003), se for empregada a tecnologia adequada, os resíduos agrícolas podem ser convertidos em produtos ou matérias-primas para processos secundários. O uso de matérias-primas renováveis, subprodutos, resíduos industriais e agrícolas, e materiais reciclados pode contribuir para amenizar os problemas ambientais, reduzindo a extração de matéria-prima da natureza, e ainda pode promover o aproveitamento e valorização de resíduos que seriam descartados. Um exemplo é a utilização de resíduos agrícolas como reforço em compósitos (YANG et al., 2004). Para Neto e Pardini (2006) a característica básica dos compósitos é combinar, em nível macroscópico, no mínimo, duas fases distintas denominadas de matriz e reforço. A matriz é a fase contínua, responsável pela transferência de tensões, e o reforço está distribuído na matriz, sendo geralmente mais rígido e resistente que a matriz.

Nas últimas décadas, o setor automobilístico, da construção e de embalagens, têm se voltado para a aplicação de novos materiais compósitos com reforços lignocelulósicos. O baixo custo e peso desses compósitos tendem a aumentar seu uso (BROUWER, 2000). Vários pesquisadores (SANTULLI; CARUSO, 2009; DE VASCONCELLOS et al., 2014; SURATA et al., 2014; RASSIAH et al., 2016) têm focado no estudo da produção de compósitos utilizando reforços lignocelulósicos com matrizes poliméricas termoplásticas e termorrígidas, caracterizando suas propriedades físicas, químicas, mecânicas, térmicas e elétricas. De fato, os resíduos agrícolas podem representar uma alternativa para reforços em compósitos, agregando valor aos resíduos, pois são baratos e amplamente disponíveis (VÄISÄNEN et al., 2018). Zini e Scandola (2011) explicam que uma abordagem interessante para a preservação ambiental é a extração de matérias-primas para compósitos a partir de resíduos agrícolas.

No Brasil são produzidos diversos tipos de resíduos agrícolas provenientes da agroindústria, como: cascas, palhas, colmos, ramas, raízes, caroços. A casca de arroz, em especial, é um resíduo agrícola de baixo custo que, além de gerada em grande quantidade, possui poucas aplicações devido à sua limitada propriedade nutritiva

e ao elevado teor de cinza (LUYI; KECHENG, 2001). Estudos têm sido realizados para analisar o emprego da cinza da casca de arroz no concreto visando, principalmente, aumentar sua durabilidade, tornando-o menos suscetível à ação de agentes deletérios (SILVEIRA, 1996, 2007).

A casca de arroz é a cobertura externa que envolve o grão de arroz, representa cerca de 20% da massa do grão e é removida no processo de moagem (WALTER et al., 2008). No que diz respeito à utilização da casca de arroz, seu destino primário é a compostagem, o que reduz a sua carga orgânica. No entanto, esse método é empregado de forma indireta pela maioria dos produtores, pois grande parte da casca gerada é depositada no solo sem nenhum tipo de tratamento. Entretanto, a casca de arroz demora aproximadamente 5 anos para se decompor e, devido a sua baixa densidade, em torno de $0,13 \text{ g/cm}^3$, um grande espaço é necessário para a sua disposição. Outra destinação imprópria frequente nos países produtores de arroz é a queima a céu aberto, emitindo monóxido e dióxido de carbono, cinza e gases tóxicos (MAYER et al. (2006). Diante dessa problemática, há a necessidade de investigar alternativas para a utilização da casca de arroz e uma possibilidade é sua exploração em compósitos que seriam utilizados para fabricar produtos (YANG et al., 2007).

No campo do design de produto, além das propriedades técnicas dos materiais, seus atributos tangíveis, também são consideradas as características subjetivas, denominadas de atributos intangíveis. Os atributos intangíveis compreendem os aspectos relacionados à estética dos materiais, também chamados de características estéticas, como: cor, transparência, brilho, textura e padrões de superfície (DIAS, 2009). Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi investigar as possibilidades de utilização de compósitos com casca de arroz conforme os preceitos do design de produto, com foco nos seus atributos intangíveis.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi realizada com base em compósitos com casca de arroz com diferentes formatos da casca de arroz (Tabela 1). O processo de fabricação empregado está descrito em Calegari (2018). O uso de 80% de fração volumétrica de casca de arroz possibilitou a

produção de uma placa de qualidade visual adequada, com uma distribuição uniforme da carga na matriz. Assim, foi possível aproveitar o máximo de resíduo, e o mínimo de material polimérico, na produção dos compósitos.

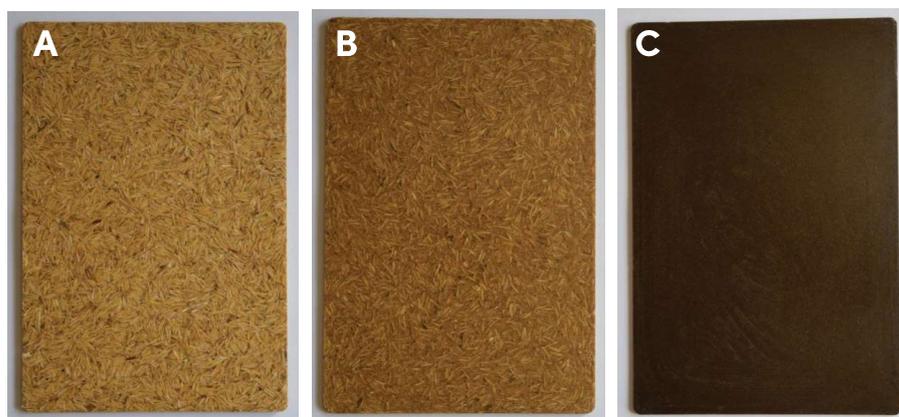
Na Figura 1, apresentam-se os compósitos com casca de arroz e poliéster utilizados para esta pesquisa: PO/CAI, PO/CAIM e PO/CAM.

Tabela 1 - Composição e nomenclatura dos materiais estudados.

Material	Nomenclatura	Fração volumétrica da matriz (%)	Fração volumétrica da carga (%)
Poliéster/casca de arroz inteira	PO/CAI	20	80
Poliéster/casca de arroz moída	PO/CAM	20	80
Poliéster/casca de arroz inteira e moída	PO/CAIM	20	80

Fonte: Calegari (2018).

Figura 1 - Placas de compósitos (17 cm x 27 cm): A) PO/CAI, B) PO/CAIM e C) PO/CAM.



Fonte: Calegari (2018).

Dessa forma, foram examinados os materiais que possuem atributos tangíveis similares aos dos compósitos com casca de arroz utilizando os valores de resistência à tração e módulo de elasticidades do PO/CAI, PO/CAIM e do PO/CAM, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de resistência à tração e módulo de elasticidade do PO/CAI, PO/CAIM e do PO/CAM, para a seleção de materiais.

Propriedades	PO/CAI	PO/CAIM	PO/CAM
Resistência à tração (MPa)	5,1 ± 1,11	7,0 ± 0,66	15,8 ± 1,99
Módulo de elasticidade (GPa)	1,50 ± 0,40	3,80 ± 0,78	4,90 ± 0,42

Fonte: Calegari (2018).

Foi utilizado o software de seleção de materiais CES Edupack, versão 2012, para a seleção dos materiais que possuem a resistência à tração e o módulo de elasticidade na mesma faixa de valores dos compósitos com casca de arroz. Para comparar essas propriedades com as dos materiais contidos na biblioteca do software CES Edupack, foi utilizado o critério limite, para o qual devem ser inseridos os valores mínimo e máximo. Como valor mínimo foi inserido o zero e, como valor máximo, foi inserido o valor das duas propriedades. Foram então excluídos os materiais com atributos tangíveis que não correspondem aos dos compósitos com casca de arroz.

Na etapa seguinte, foram verificados os atributos intangíveis com foco nas características estéticas dos materiais selecionados na etapa anterior e dos compósitos com casca de arroz. Foram examinadas as seguintes características estéticas: cor, transparência, brilho, textura e padrões de superfície, e os resultados estão descritos a seguir.

3 RESULTADOS

3.1 Análise dos materiais com atributos tangíveis similares aos dos compósitos com casca de arroz

A partir dos valores da resistência à tração e do módulo de elasticidade do PO/CAI e do PO/CAIM, o software de seleção de materiais selecionou os materiais apresentados na Tabela 3. Cabe destacar que o software selecionou os mesmos materiais para os valores das duas propriedades dos compósitos. Observa-se que foram selecionados materiais sintéticos e naturais.

Em relação aos materiais selecionados (Tabela 3), borracha butí-

lica, cortiça, espuma de polímero flexível (LD, MD, VLD), policloropreno (neopreno), espuma de polímero rígida (HD, LD, MD) e elastômero de silicone, possuem valores de módulo de elasticidade muito baixos em relação aos compósitos (1,5 GPa para o PO/CAI e 3,8 GPa para o PO/CAIM). Desse modo, apesar dos valores do módulo de elasticidade dos materiais selecionados pelo software se situarem dentro da faixa selecionada, estes não atendem as possíveis aplicações pretendidas e por isso foram excluídos.

Tabela 3 – Materiais selecionados pelo software a partir dos valores da resistência à tração e módulo de elasticidade do PO/CAI e do PO/CAIM.

Materiais selecionados	Resistência à tração (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)
Borracha butílica	5 – 10	0,001 – 0,002
Cortiça	0,5 – 2,5	0,13 – 0,05
Espuma de polímero flexível (LD)	0,24 – 2,35	0,001 – 0,003
Espuma de polímero flexível (MD)	0,43 – 2,95	0,004 – 0,012
Espuma de polímero flexível (VLD)	0,24 – 0,85	0,001
Policloropreno (neopreno)	3,4 – 24	0,002
Espuma de polímero rígida (HD)	1,2 – 12,4	0,20 – 0,48
Espuma de polímero rígida (LD)	0,45 – 2,25	0,023 – 0,080
Espuma de polímero rígida (MD)	0,65 – 5,1	0,08 – 0,20
Elastômeros de silicone	2,4 – 5,5	0,005 – 0,020
Madeira pinus	3,2 – 3,9	0,6 – 0,9

Fonte: Calegari (2018).

Além dos materiais já mencionados, foi incluída a madeira pinus (Tabela 3), que possui módulo de elasticidade mais próximo ao do PO/CAI (1,5 GPa) e do PO/CAIM (5,1 GPa), e resistência à tração também próxima ao valor do PO/CAI (5,1 MPa) e do PO/CAIM (7 MPa). Dessa forma, a madeira pinus possui atributos tangíveis próximos. Na Tabela 4 podem ser visualizados os materiais selecionados a partir dos valores de resistência à tração (15,8 MPa) e módulo de elasticidade (4,9 GPa) do PO/CAM.

Tabela 4 – Materiais selecionados pelo software a partir dos valores de resistência à tração e módulo de elasticidade do PO/CAM.

Materiais selecionados	Resistência à tração (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)
Borracha butílica	5 – 10	0,001 – 0,002
Cortiça	0,5 – 2,5	0,13 – 0,05
Espuma de polímero flexível (LD)	0,24 – 2,35	0,001 – 0,003
Espuma de polímero flexível (MD)	0,43 – 2,95	0,004 – 0,012
Espuma de polímero flexível (VLD)	0,24 – 0,85	0,001
Espuma de metal	0,7 – 2,5	0,45 – 1,12
Policloropreno (neopreno)	3,4 – 24	0,002
Espuma de polímero rígido (HD)	1,2 – 12,4	0,20 – 0,48
Espuma de polímero rígida (LD)	0,45 – 2,25	0,023 – 0,080
Espuma de polímero rígida (MD)	0,65 – 5,1	0,08 – 0,20
Elastômeros de silicone	2,4 – 5,5	0,005 – 0,020
Madeira pinus	3,2 – 3,9	0,6 – 0,9
Madeira de lei	7,1 – 8,7	4,5 – 5,8
MDF (<i>Medium Density Fiberboard</i>)	8,5 – 21	1,8 – 3,2

Fonte: Calegari (2018).

Os materiais selecionados com base nas propriedades do PO/CAM também foram selecionados para os outros compósitos (PO/CAI e PO/CAIM), pois os valores de resistência à tração e o módulo de elasticidade desses são maiores que os do PO/CAI e PO/CAIM. Dessa forma, além dos materiais selecionados para o PO/CAI, e PO/CAIM o software selecionou a madeira de lei e o MDF.

Assim como os valores do módulo de elasticidade do PO/CAI e PO/CAIM, o valor dessa propriedade do PO/CAM também não atende as possíveis aplicações dos materiais selecionados para a borracha butílica, cortiça, espuma de polímero flexível (LD, MD, VLD), policloropreno (neopreno), espuma de polímero rígido (HD, LD, MD) e elastômero de silicone.

De outra parte, o módulo de elasticidade do PO/CAM (4,9 GPa) está mais próximo do valor dessa propriedade da madeira de lei e *Medium Density Fiberboard* (MDF), em comparação com os outros materiais selecionados pelo software. Além disso, a resistência à tração desses materiais também está próxima ao valor dessa pro-

priedade do PO/CAM (15,8 MPa), em relação aos outros materiais selecionados. Entre os materiais selecionados, madeira pinus, madeira de lei e MDF são os que possuem atributos tangíveis mais próximos aos dos compósitos com casca de arroz, a madeira pinus para os 3 compósitos (PO/CAI, PO/CAIM e PO/CAM) e os outros 2 materiais para o PO/CAM.

3.2 Análise dos atributos intangíveis de madeiras e derivados com foco nas características estéticas

De acordo com Rosa et al. (2007), a madeira de lei, que é trabalhada em seu estado natural, e seus derivados, como o MDF e o *Medium Density Particleboard* (MDP), são os materiais mais utilizados pela indústria moveleira. Na Figura 2 podem ser observadas imagens das principais madeiras de lei e derivados utilizados na produção de móveis, como: teca, cerejeira, imbuia, carvalho, mogno, nogueira, marfim, freijó, jacarandá, MDP, cedro, cumaru, pinus, MDF e madeira de demolição.

Figura 2 - Principais tipos de madeiras de lei e derivados utilizados para a produção de móveis.



Fonte: Adaptado de Remade (2018).

Observa-se que algumas madeiras possuem semelhanças entre si e outras possuem características específicas em relação às características estéticas como cor, padrões de superfície e textura. Com relação à cor das madeiras e derivados, observa-se que

predomina o marrom, em algumas o tom é mais claro, como marfim, pinus e MDP cru (sem revestimento), conforme pode ser observado na Figura 3. Em outras madeiras, como teca, cerejeira, mogno, cedro, freijó, MDF e carvalho o tom marrom é intermediário (Figura 3). O tom de madeira mais escuro pode ser observado para imbuia, nogueira, jacarandá, cumaru e madeira de demolição (Figura 3).

Figura 3 - Paleta de cores de madeiras e derivados: A) Marfim, B) MDP, C) Pinus, D) Teca, E) Cerejeira, F) Mogno, G) Cedro, H) Freijó, I) MDF, J) Carvalho, K) Imbuia, L) Nogueira, M) Jacarandá, N) Cumaru, O) Madeira de demolição.



Fonte: Adaptado de Remade (2018).

Observa-se ainda que a cor marrom de algumas madeiras possui tonalidade amarelada, como nas madeiras marfim, MDP, pinus, teca e cerejeira (Figuras 3A-3E), e em outras madeiras, como o mogno, cedro, freijó (Figura 3F-3H) e nogueira (Figura 3L), predomina a cor marrom com tonalidade vermelha.

As madeiras possuem diversos padrões de superfície provenientes de nós e veios. Em algumas madeiras, como cerejeira, noguei-

ra, jacarandá, teca, carvalho e pinus, os desenhos formados pelos veios são bastante evidentes e com formas orgânicas (Figura 4A), e nas madeiras como imbuia, carvalho, mogno e freijó, os desenhos dos veios são menos intensos e na forma de linhas horizontais (Figura 4B).

Figura 4 – Padrões de superfície de madeiras: A) Formas orgânicas e B) Linhas horizontais.



Fonte: Adaptado de Remade (2018).

Na madeira pinus, além dos desenhos dos veios, pode-se observar a presença de nós (Figura 5A). Em relação à madeira de demolição (Figura 5C), além dos desenhos dos veios, os quais dependem do tipo de madeira, há padrões de superfície formados durante o uso do produto uma vez que esse tipo de madeira é extraído de móveis prontos usados ou de elementos de construções antigas (LINEA BRASIL, 2018). No que diz respeito à textura, as madeiras empregadas nos móveis são tratadas e o resultado final é uma textura lisa, com exceção do pinus nas regiões em que há nós (Figura 5B) e da madeira de demolição, que pode apresentar superfície rugosa devido ao uso de elementos em sua superfície que podem ser percebidos pelo tato (Figura 5D). **Figura 5 – Textura das madeiras: A) Madeira pinus, B) Detalhe, C) Madeira de demolição, D) Detalhe.**



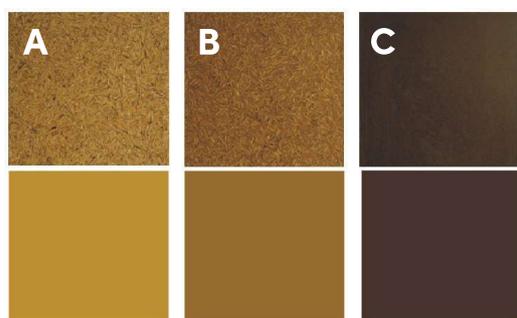
Fonte: Adaptado de Remade (2018).

Em relação ao brilho, a madeira em sua forma natural não possui brilho, no entanto, na indústria moveleira são aplicados acabamentos que podem conferir brilho à superfície (LINEA BRASIL, 2018).

3.3 Análise dos atributos intangíveis dos compósitos com casca de arroz com foco nas características estéticas

A seguir, são discutidas as seguintes características estéticas dos compósitos com casca de arroz, cor, transparência, padrões de superfície, textura e brilho. Em relação à cor, observa-se que predominam diversos tons de marrom conforme pode ser visualizado na paleta de cores da Figura 6. O PO/CAI possui coloração mais clara, o PO/CAIM é um pouco mais escuro, e o PO/CAM possui a coloração mais escura entre elas.

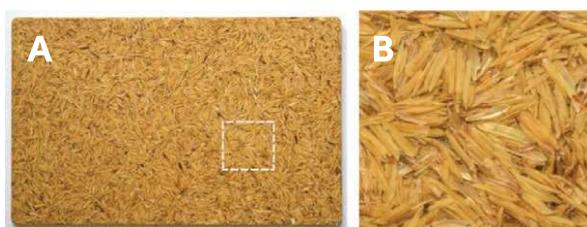
Figura 6 – Paleta de cores dos compósitos: A) PO/CAI, B) PO/CAIM e C) PO/CAM.



Fonte: Calegari (2018).

A cor dos compósitos depende do tamanho das partículas da casca de arroz, e as partículas menores tendem a acentuar a cor escura, enquanto as partículas maiores possuem coloração mais próxima a da casca de arroz, ou seja, mais clara. Em relação à transparência, apesar dos compósitos possuírem material polimérico (poliéster) em sua composição, o qual é translúcido, devido à adição da casca de arroz ao poliéster, os compósitos resultam em materiais opacos. No PO/CAI, devido à translucidez da resina poliéster, é possível visualizar a casca de arroz disposta aleatoriamente na placa, formando assim um padrão de superfície heterogêneo (Figura 7A e B).

Figura 7 – Padrão de superfície: A) PO/CAI, B) Detalhe.



Fonte: Calegari (2018).

Nas Figuras 8A-8B, pode-se observar a casca de arroz inteira e a moída disposta aleatoriamente na matriz para o PO/CAIM. Observa-se também que a casca de arroz inteira possui coloração mais clara que a casca de arroz moída.

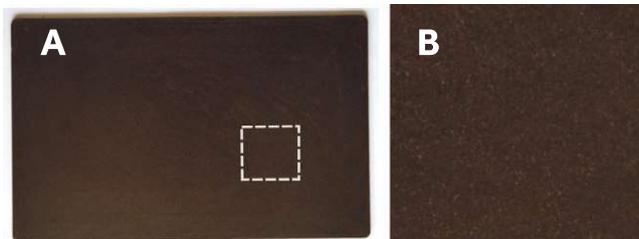
Figura 8 – Padrão de superfície: A) PO/CAIM, B) Detalhe.



Fonte: Calegari (2018).

Já para o PO/CAM (Figura 9A e B), apesar das partículas também estarem dispostas aleatoriamente, observa-se um padrão de superfície praticamente homogêneo já que o tamanho das partículas é bem menor e são menos visíveis.

Figura 9 – Padrão de superfície: A) PO/CAM, B) Detalhe.



Fonte: Calegari (2018).

Com relação à textura da superfície dos compósitos, predomina a superfície lisa no PO/CAM e levemente rugosa nos compósitos com casca de arroz inteira (PO/CAI e PO/CAIM). No primeiro, as partículas são menores, por isso obteve-se uma superfície lisa. Com relação ao atributo estético brilho, pode-se considerar que os compósitos com casca de arroz possuem superfície com brilho leve, ocasionado pelo polímero (poliéster).

3.4 Comparação das características estéticas de madeiras e derivados com as dos compósitos com casca de arroz

Na Tabela 5 podem ser observados os atributos estéticos dos compósitos com casca de arroz e das madeiras de lei, não foram

inseridos o MDF e o MDP, pois esses materiais recebem acabamentos como lâminas de madeiras de lei ou materiais correlatos, assim os atributos estéticos serão similares (REMADE, 2018).

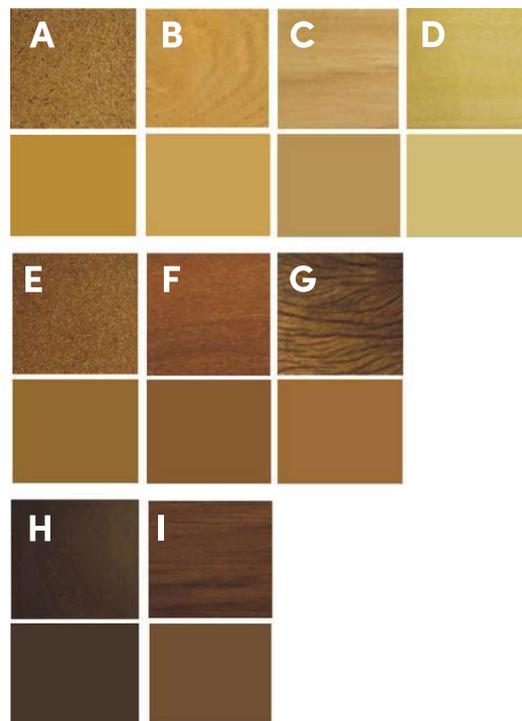
Tabela 5 – Características estéticas dos compósitos com casca de arroz e madeiras de lei.

Atributos estéticos	PO/CAI	PO/CAIM	PO/CAM	Madeiras de lei
Cor	Marrom com tom amarelo claro	Marrom com tom amarelo médio	Marrom com tom amarelo escuro	Marrom claro, médio, escuro, com tonalidade amarela e vermelha
Transparência	Opaco	Opaco	Opaco	Opaco
Padrão de superfície	Heterogêneo (casca de arroz inteira)	Heterogêneo (casca de arroz inteira)	Homogêneo (casca de arroz particulada)	Heterogêneo (veios e nós)
Textura	Levemente rugosa	Levemente rugosa	Lisa	Rugosa (madeira de demolição)
Brilho	Brilho leve	Brilho leve	Brilho leve	Sem brilho na forma natural

Fonte: Calegari (2018).

Conforme apontado nas características estéticas de madeiras e derivados, predomina a cor marrom e em algumas delas a tonalidade do marrom é amarelada. Em relação aos compósitos, também predomina a cor marrom com tonalidade amarelada, com maior evidência no PO/CAI e no PO/CAIM. Na Figura 10, apresentam-se madeiras com tonalidade amarela clara, que se aproximam da cor do PO/CAI, madeiras com tonalidade amarela um pouco mais escura, que se aproximam da cor do PO/CAIM, e por fim, madeiras com tonalidade escura, que se aproximam da cor do PO/CAM. Em relação à cor, pode-se então afirmar que os compósitos com casca de arroz compartilham em parte esse atributo, pois sua tonalidade assemelha-se a de algumas madeiras.

Figura 10 – Cores de madeiras próximas às cores dos compósitos com casca de arroz: A) PO/CAI, B) Cerejeira, C) Teca, D) Marfim, E) PO/CAIM, F) Cumaru, G) Madeira de demolição, H) PO/CAM, I) Imbuia.



Fonte: Calegari (2018).

Tanto os compósitos com casca de arroz como as madeiras possuem padrões de superfície. O PO/CAI e o PO/CAIM possuem padrões de superfície heterogêneos, assim como as madeiras de lei, resultantes dos veios e nós. Já os painéis de madeira reconstituída, como o MDF e o MDP, sem revestimento, possuem padrão de superfície semelhante ao observado no PO/CAM, ou seja, homogêneo. Contudo, esses painéis de madeira reconstituída não são, em geral, utilizados sem revestimento para a produção de móveis, e recebem um acabamento com lâminas de madeira coladas sobre a superfície. Assim, os padrões de superfície são similares aos de madeiras naturais (REMADE, 2018).

Em relação à transparência, tanto os compósitos com casca de arroz como as madeiras e derivados são opacos. No que diz respeito à textura da superfície dos materiais, o PO/CAI e o PO/CAIM são levemente rugosos, semelhante à textura da madeira de demolição. Já a textura da superfície do PO/CAM é lisa, aproximando-se da textura das madeiras de lei tratadas para o emprego em móveis. Por fim, em relação ao brilho da superfície dos materiais,

nos compósitos observa-se um brilho leve, ocasionado pela matriz polimérica, já as madeiras não possuem brilho em sua forma natural. Portanto, observa-se que os compósitos com casca de arroz e as madeiras e derivados compartilham atributos estéticos em relação à cor, textura e padrões de superfície. Desse modo, a similaridade de atributos estéticos entre compósitos com casca de arroz e madeiras e derivados possibilitam o emprego desses compósitos em móveis.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, o desequilíbrio ambiental causado, principalmente, pela exploração desenfreada de recursos naturais para a produção de bens de consumo, torna relevante a investigação de novos materiais provenientes de resíduos. Na engenharia de materiais, diversos pesquisadores estão investigando novos materiais que buscam diminuir os impactos ambientais utilizando resíduos agrícolas, ou ainda a reciclagem e a reutilização de materiais. No entanto, para que esses materiais sejam de fato empregados em produtos, também é necessário estudá-los do ponto de vista do design de produto.

Desta forma, nesta pesquisa foi investigada a possibilidade de utilização de compósitos com casca de arroz focando seus atributos intangíveis. Inicialmente, foram verificados materiais que possuem atributos intangíveis próximos aos dos compósitos com casca de arroz, resultando em madeiras e derivados. Na sequência, foram analisadas as características estéticas dos principais materiais utilizados na indústria moveleira e comparados aos atributos estéticos dos compósitos com casca de arroz. Constatou-se que os compósitos com casca de arroz compartilham atributos estéticos, como cor, textura e padrões de superfície, com os materiais utilizados para a fabricação de móveis, como madeiras e derivados.

Portanto, compósitos com casca de arroz, os quais são produzidos com um resíduo agrícola, podem ser direcionados eficientemente para determinadas aplicações como móveis, tornando-se uma alternativa favorável ao meio ambiente, com pouca utilização de recursos não renováveis. Assim, esta pesquisa, por meio de análises dos atributos intangíveis, revelou que compósitos com casca de arroz são promissores para serem utilizados na indústria moveleira.

REFERÊNCIAS

BROUWER, W. D. Natural fibre composites: Where can flax compete with glass? **Sampe Journal**, v. 36, n. 6, p. 18-23, 2000.

CALEGARI, E. P. **Compósitos poliméricos com casca de arroz**: Desenvolvimento, caracterização e possibilidades de aplicação no design de produto. Doutorado (Tese). Pós-Graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

DE VASCONCELLOS, D. S.; SARASINI, F.; TOUCHARD, F.; CHOCINSKI-ARNAULT, L.; PUCCI, M.; SANTULLI, C.; TIRILLÓ, J.; IANNACE, S.; SORRENTINO, L. Influence of low velocity impact on fatigue behaviour of woven hemp fibre reinforced epoxy composites. **Composites Part B: Engineering**, v. 66, p. 46-57, 2014.

DIAS, M. R. A. **Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação Permatus**. Doutorado (Tese). Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

LAUFENBERG, G. **Transformation of vegetable waste into added products**: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v. 87, p. 167-198, 2003.

LINEA BRASIL. **Tipos de madeira para móveis**: como escolher para o sucesso da revenda. Disponível em: <<http://blog.lineabrasil.com.br/tipos-de-madeira-para-moveis-como-escolher-para-o-sucesso-da-revenda/>> Acesso em: 10 de maio de 2018.

LUYI, S.; KECHENG, G. Silicon-Based Materials from Rice Husk and Their Applications. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 40, p. 5861-5877, 2001.

MAYER, F. D.; HOFFMANN, R.; RUPPENTHAL, J. E. Gestão Energética, Econômica e Ambiental do Resíduo Casca de Arroz em Pequenas e Médias Agroindústrias de Arroz. **XIII SIMPEP** - Bauru, SP, Brasil, 06 a 08 de novembro de 2006.

NETO, F. L.; PARDINI, L.C. **Compósitos Estruturais** - Ciência e Tecnologia. Editora Edgard Blucher Ltda, 2006.

ODLARE, M., ARTHURSON, V., PELL, M., SVENSSON, K., NEHRENHEIM, E., ABUBAKER, J. **Land application of organic waste**: effects on the soil ecosystem. **Applied Energy**, v. 88, n. 6, p. 2210-2218, 2011.

RASSIAH, K.; SIHOMBING, H.; YUHAZRI, M. Y., PRABHU, C. M. R. Influence of Rice Husk and Composition Ratio on Mechanical Performance of Polypropylene Composite. **Journal of Engineering and Technology**, v. 1, 2016.

REMADE. **Madeiras brasileiras**. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/madeiras-exoticas/393/madeiras-brasileiras-e-exoticas/jacaranda>> Acesso em 20 de março de 2018.

SANTULLI, C.; CARUSO, A. P. Effect of fibre architecture on the falling weight impact properties of hemp/epoxy composites. **Journal of Biobased Materials and Bioenergy**, v. 3, n. 3, p. 291-297, 2009.

SILVEIRA, A. A. **A utilização de cinza de casca de arroz com vistas à durabilidade de concretos**: estudo do ataque por sulfatos. Mestrado (Dissertação). Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

SILVEIRA, A. A. **Contribuição ao estudo do efeito da incorporação de cinza de casca de arroz em concretos submetidos à reação álcali-agregado**. Doutorado (Tese). Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SURATA, W.; SURIADI, G. A. K.; ARNIS, K. Mechanical Properties of Rice Husks

Fiber Reinforced Polyester Composites. **International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing**, v. 2, n. 2, 2014.

YANG, H. S.; KIM, H. J.; SON, J.; PARK, H. P.; LEE, B. J.; HWANG, T. S. Rice-husk flour filled polypropylene composites: mechanical and morphological study. **Composite Structures**, v. 63, p. 305-312, 2004.

YANG, H. S.; KIM, H. J.; PARK, H. J.; LEE, B. J.; HWANG, T. S. Effect of compatibilizing agents on rice-husk flour reinforced polypropylene composites. **Composite Structures**, v. 77, p. 45-55, 2007.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. de. Arroz: composição e características. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p.1184-1192, 2008.

VÄISÄNEN, T.; BATELLO, P.; LAPPALAINEN, R.; TOMPPOLA, L. Modification of hemp fibers (Cannabis Sativa L.) for composite applications. **Industrial Crops and Products**, v. 111, p. 422-429, 2018.

ZINI, E.; SCANDOLA, M. Green composites: An overview. **Polymer composites**, v. 32, n. 12, p. 1905-1915, 2011.

Como citar este capítulo (ABNT):

CALEGARI, Eliana Paula et al. Compósitos com casa de arroz: novas possibilidades para o design de produtos. In: OLIVEIRA, G. G. de; NÚÑEZ, G. J. Z. **Design em Pesquisa - Volume 3**. Porto Alegre: Marcavisual, 2020. cap. 32, p. 583-599. *E-book*. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iicd/publicacoes/livros>. Acesso em: 15 ago. 2020 (exemplo).

Como citar este capítulo (Chicago):

Calegari, Eliana Paula, Clarissa Angrizani Coussirat, Jussara Porto Smidt, Sandro Campos Amico e Branca Freitas de Oliveira. "Compósitos com casa de arroz: novas possibilidades para o design de produtos." In *Design em Pesquisa - Volume 3*, edited by Geísa Gaiger de Oliveira and Gustavo Javier Zani Núñez, 583-599. Porto Alegre: Marcavisual. <https://www.ufrgs.br/iicd/publicacoes/livros>.