



# DESIGN E SELEÇÃO DE MATERIAIS SOB UMA PERSPECTIVA SOCIOTÉCNICA: FABRICAÇÃO SUSTENTÁVEL DE GESSO COM CASCAS DE ARROZ

***Marcelo Manoel Valentim Bastos***

*Mestre em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade - UNIFEI/Itajuba*

***Adilson da Silva Mello***

*Doutor em Ciências Sociais - PUC/SP. Professor Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade - UNIFEI/Itajuba*

***Rosinei Batista Ribeiro***

*Pós Doutor pelo ITA; Pós-Doutorado em Engenharia Mecânica - UNESP/Guaratinguetá; Pró-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão - UNIFATEA/Lorena*



## RESUMO

O presente artigo tem por objetivo mostrar a aplicação da casca de arroz como um aditivo sustentável para um novo material compósito de gesso, visando à geração de renda de uma pequena empresa de artesanatos na cidade de Aparecida. No campo de estudos do material, foram coletadas as cascas de arroz, realizou-se o seu tritramento e a análise granulométrica dos grãos, a análise da interface do compósito via microscopia eletrônica de varredura e, por fim, os testes de compressão das amostras. Realizou-se uma análise sociotécnica da pequena empresa estudada e, a partir deste entendimento, realizou-se uma adaptação dos métodos científicos usados para desenvolver o compósito para os métodos empíricos realizados pelos artesãos, além da viabilidade econômica da aplicação deste compósito. Esta pesquisa revelou que é possível utilizar a casca de arroz triturada em gesso em um contexto artesanal, trazendo uma economia de até 10% do gesso utilizado na produção.



## PALAVRAS-CHAVE:

Design, Materiais; Cascas de Arroz; Análise Sociotécnica.

## ABSTRACT

This article aims to show the application of rice husk as a sustainable additive for a new composite material of gypsum to generate income of a small handicraft company in the city of Aparecida. In the field of material studies, rice husks were collected, crushed and the grains was granulometricly analyzed, scanning electron microscopy was used to analysis the composite interface and, finally, compression resistance tests of the samples. A sociotechnical analysis of the small company studied was carried out and, from this understanding, an adaptation of the scientific methods used to develop the composite for the empirical methods performed by the craftsmen, besides the economic viability of the application of this composite was carried out. This research revealed that it is possible to use crushed rice husk in gypsum in an artisan context, saving up to 10% of the gypsum used in production.

## KEYWORDS:

Design, Materials; Rice Husk; Sociotechnical Analysis.

## INTRODUÇÃO

Para Law (1992), o conhecimento é um produto social, diferenciando-se de uma produção realizada por meio de um método científico privilegiado. Neste sentido, revela-se a importância dos não-humanos como atores cabais no coletivo, devido o fato de não se incluírem como um componente social por meio da atual visão de mundo (LATOURE, 2001). Para Bijker (1997), as relevâncias de diferentes atores neste contexto podem (re) definir problemas e processos mais importantes de estabilização dos artefatos, portanto, diferentes práticas de uso podem interferir no design de artefatos, as quais podem partir de atores sociais não tão envolvidos no processo técnico.

O fato de que os designers apresentam a capacidade de integrar redes possíveis e de promover conexões distintas, isto é, de relacionar todos os aspectos materiais e imateriais, tornando-os habilitados a reconhecer e conectar valores e a convertê-los em atributos mensuráveis à inovação tecnológica (KRUCKEN, 2009). Para Andrade (2003), o agente inovador precisa controlar tanto o contexto social em que se desenrola a prática quanto a sua própria adaptação. Não é mais possível gerar tecnologias que não atendam a exigências de sustentabilidade ambiental, sob o risco de se gerar embargos, boicotes e mecanismos jurídicos de interdição (ANDRADE, 2011).

Uma rede interativa começa a se estabelecer entre o campo científico e tecnológico como articuladores no surgimento de novos conceitos, novos paradigmas, desejos e projetos dos indivíduos e das sociedades dispostas de meios cada vez mais eficientes para concretizá-los, sendo que a interdisciplinaridade vem como um tema complexo que derruba fronteiras entre conteúdos e métodos (LUIZZI E PHILIPPI, 2011), tem como desafio restituir parcialmente o caráter de totalidade e de hibridiz do mundo real, no qual existe uma interação entre diferentes atores (RAYNAULT, 2011).



Para Meyer (2011), quando se trata de uma abordagem de design e rede se diz primeiramente a respeito ao foco de interesse do design, no qual se qualifica somente pela solidez das mediações promovidas em uma determinada rede e em segundo lugar pela impossibilidade de colocar o designer como agente único responsável pela construção de um artefato. Para o autor, a ação de múltiplos fatores interfere diretamente na construção de um artefato, no qual este depende de um conjunto de interesses de diversos fatores os quais podem alterar seus objetivos primários. Portanto, a partir desta perspectiva, o autor levanta um questionamento no que diz respeito à forma de pensar o design que se permeia entre melhorias para o usuário (humano) ou para o artefato (não humano), para se pensar de uma outra forma: “que elemento mais contribui para o fortalecimento da rede?” (MEYER, 2011, p 15).

Krucken (2009) afirma que há uma tendência em impulsionar o design quando se agrega valor a produtos, fortalecendo e estimulando a identidade de um determinado local e principalmente em economias emergentes, em que o design catalisa inovação e a criação de produtos e serviços diretamente ligados ao território no qual foram produzidos.

A região do Vale do Paraíba, interior do Estado de São Paulo, Brasil, é provida de um alto potencial de desenvolvimento devido a suas práticas culturais distintas e seus recursos naturais abundantes, sendo que o arroz é o principal produto agrícola cultivado nesta região (PASIN, 2001). As organizações de gesso na área de artefatos possuem destaque na economia de cidades dependentes do turismo. A cidade de Aparecida, por exemplo, com pouco mais de 35 mil habitantes possui um turismo intenso, principalmente religioso. De acordo com os dados do portal G1, no ano de 2016 foi atingida uma marca de cerca de 12 milhões de turistas, despertando o interesse de artesãos locais na produção de imagens sacras em gesso, o que tem contribuído para a geração de renda da população do município.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade da adição de cascas de arroz ao gesso para a fabricação de artefatos sacros no município de Aparecida, São Paulo. Neste sentido, este trabalho de caráter interdisciplinar se enquadra em um cruzamento de olhares científicos distintos, proposto por Raynault (2011), partindo do pressuposto que aborda uma visão de design, engenharia de materiais e ciências sociais da tecnologia de forma simétrica a fim de resolver uma demanda social.

## FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS COMPÓSITOS

Os problemas sociais e ambientais da atualidade induzem a uma forma de consumo mais apropriado o que torna a busca de produtos sustentáveis cada vez mais frequente. Junior, Donato, Ferreira e Lewinsohn (2015), comentam a respeito do surgimento dos problemas de sustentabilidade devido à eliminação das barreiras ecológicas levantadas entre a exponencialidade irrestrita da humanidade e das demais formas de vida. Os autores levantam uma série de questões e críticas sobre a valorização de recursos ambientais, capitalização e mercantilização da natureza.

De acordo com Sartori, Latrônico e Campos (2014), a definição de sustentabilidade não se limita à tomada de consciência sobre os problemas ambientais, crises econômicas e desigualdades sociais, como foi definida ao longo de um processo histórico. Para os autores, por se tratar de um conceito complexo e contínuo surgem diferentes abordagens, caracterizadas por uma grande variedade de temas, assuntos em diferentes áreas de atuação, nas quais coloca a necessidade dos projetos se tornarem cada vez mais alinhados ao *Triple Bottom Line*.

Em uma visão construtivista, o conhecimento científico torna-se fundamental para a construção dos discursos sobre sustentabilidade, sendo esta um constructo formulado pela produção de conhecimen-

to e percepção dos riscos para a sociedade (JUNIOR; DONATO; FERREIRA; LEWIN-SOHN, 2015). De acordo com o conceito de desenvolvimento sustentável definido por Sachs (2004), é necessário desenhar uma estratégia que se baseie em três pilares: 1) inclusiva do ponto de vista social; 2) sustentável do ponto de vista ecológico; e 3) valorizada do ponto de vista econômico.

Seguindo estes princípios, a inovação voltada para a sustentabilidade, pelo olhar de Krucken (2009), requer um alto grau de participação social, tendo em vista que para promover a concepção de soluções sustentáveis se faz necessário desenvolver uma visão sistêmica e integrar competências de diversos atores.

Visando a atender estes três pilares, pesquisadores têm direcionado suas atenções para o estudo de métodos que utilizem resíduos agroindustriais e naturais para a obtenção de novos materiais. Para Carvalho (2014), os esforços para promover a longevidade dos materiais naturais estão só começando, em que trabalhos realizados a partir de sobras naturais podem trazer uma reflexão que induz a importância no processo criativo de um trabalho artesanal, no qual gera valor agregado muito relativo.

Além da busca de produtos sustentáveis, os consumidores também almejam que estes sejam cativantes ou diferenciados, cabendo ao designer solucionar esta demanda. Os avanços na área de materiais permitem progressos no design industrial, podendo gerar novos comportamentos, experiências e arquiteturas. De acordo com ASHBY; JOHNSON, 2011, os materiais desempenham dois importantes papéis na área do design: (i) proporcionar funcionalidade técnica e (ii) criar personalidade para o produto. A engenharia de materiais e o design de produto também podem ser vistos como uma combinação funcional entre a arte e a ciência, em que coloca a importância do processo na busca de soluções que gerem significado para as pessoas, que proporcionem novas experiências e ainda criem impacto positivo na sociedade. Neste sentido, os materiais exercem um

papel essencial no processo de concepção do produto, pois concretizam as ideias, os conceitos e desenhos criados pelos designers (CALEGARI; OLIVEIRA, 2013).

De acordo com Kindlein e Busko (2006), a especificação criativa dos materiais e dos processos produtivos de fundamental importância para concretizar projetos, trazendo benefícios intrínsecos e extrínsecos a sua produção. Ainda segundo os autores, a abordagem da engenharia de tomar decisões nas propriedades estéticas de um produto sem base nos conceitos de design, se torna uma usurpação de funções. Desta forma, o designer deve adquirir maturidade e conhecimento nas áreas de materiais e processos de fabricação para que tenha autoridade para decidir em conjunto com a engenharia quais adequações devem ser sugeridas. “A escolha dos materiais e dos processos de fabricação passa então a elevar-se como fator caracterizador do conceito do produto não se limitando a um problema somente da engenharia” (KINDLEIN; BUSKO, 2006, pg. 155).

A composição do gesso consiste no sulfato de cálcio hemihidratado e sua produção natural acontece basicamente em quatro etapas: 1) extração do gipso; 2) preparação para calcinação; 3) calcinação; 4) seleção. O gipso é uma rocha sedimentar que apresenta basicamente em sua composição a gipsita, a anidrita e algumas impurezas, geralmente argilo-minerais, calcita, dolomita e material orgânico. Existem vários estudos que tratam do melhoramento da resistência mecânica do gesso hemihidratado, pois este, apesar da boa aparência oferecida quando empregado na construção civil, possui resistência muito baixa, o que limita sua aplicação (BARBOSA; FERRAZ; SANTOS, 2014). Uma excelente alternativa para melhorar as propriedades do gesso é através da adição de cargas ou reforço no material. Segundo BALTAR, 2009, a utilização de pequenas quantidades de aditivos, é possível aprimorar tanto na propriedade mecânica e física da pasta de gesso no estado fresco quanto as suas propriedades físicas no estado endurecido de forma a atender às especificações desejadas para cada tipo de uso.

A adição de pequenas fibras de celulose no gesso, provenientes de papel reciclável, contribui no aumento do tempo de indução em aproximadamente 100% (CARVALHO, 2008). Os autores confirmaram em suas pesquisas que as fibras aumentaram as propriedades mecânicas do compósito, no qual melhor resultado foi com 12,5% de celulose, com um aumento de 160% da sua resistência mecânica em comparação ao gesso sem as fibras.

A casca de arroz é um revestimento ou capa protetora formada durante o crescimento do grão, de baixa densidade e elevado volume. É um material fibroso, caracterizado como fibras pequenas, cujos maiores constituintes são celulose (50%), lignina (30%) e resíduos inorgânicos (20%). Os resíduos inorgânicos contêm, em média, 95 a 98%, em peso, de sílica, na forma amorfa hidratada, perfazendo 13 a 29% do total da casca (HOUSTON, 1972).

A casca de arroz (CA) é um dos mais abundantes resíduos agroindustriais, sendo que para cada tonelada de arroz em casca, 23% correspondem à casca e 4% correspondem às cinzas. (DELLA, 2005, p. 22). A produção de arroz no Brasil em 2012 foi de 11,5 milhões de toneladas, atingindo a 9ª posição no ranking da maior produção mundial, de acordo com dados da FOA (2014). Se toda a cinza de casca de arroz gerada no Brasil fosse produzida na cor branca (ou cinza claro) e com alta reatividade, poderia ser comercializada ao preço da sílica ativa (US\$600,00/tonelada), o que geraria um faturamento de 280,8 milhões de dólares por ano (DAFICO, 2014).

Kumar (2012) descreve diversas aplicações para a utilização das cinzas das cascas de arroz, incluindo: (i) Indústria de aço; (ii) Indústria da cerâmica; (iii) Fonte de sílica e (iv) Indústria de cimento e construção. A cinza proveniente da casca do arroz tem sido amplamente utilizada na fabricação de tijolos refratários e na fabricação de placas isolantes leves de baixo custo devido as suas propriedades de isolamento.

Com o aumento da oferta de casca de arroz, a problemática do uso das cascas de arroz é a falta de capacidade estequiométrica do processo de clinquerização para receber mais resíduos (SELLITO, 2013). Portanto, neste trabalho, utilizou-se o processo de trituração das cascas *in natura* para a sua utilização no compósito.

A casca de arroz utilizada foi coletada no beneficiamento do arroz Alto do Marins em uma fazenda no município de Canas, São Paulo. As cascas foram moídas em um triturador JF 2-D que comporta uma peneira de abertura de 90 µm. O gesso utilizado nesta pesquisa foi o gesso fundição que segue o padrão NBR-13207, composto basicamente por sulfato de cálcio hemihidratado e com impurezas abaixo de 2%. A água utilizada para a fabricação dos compósitos gesso/casca de arroz foi água potável fornecida pela rede pública.

Primeiramente foi realizada a análise granulométrica das cascas de arroz trituradas de acordo com a norma NBR 7217 - Agregados: determinação da composição granulométrica. Foram utilizadas peneiras com as seguintes aberturas (mm): 90, 75 e 63. A análise revelou uma porcentagem de materiais pulverulentos com dimensão inferior a 0,075mm igual a 7,9% do total. Este processo auxiliou na remoção de partículas irregulares e possivelmente prejudiciais para a resistência do compósito

Os corpos de prova para os ensaios de compressão foram fabricados com dimensões de acordo com a norma ASTM C28, e a metodologia pode ser descrita em três etapas: 1) pesagem do gesso, água e das cascas de arroz; 2) homogeneização em um misturador planetário Moema por cerca de 1 minuto; 3) a mistura é vertida no molde e deixada em repouso até a secagem parcial que possibilite a remoção.

Após a confecção dos corpos de prova, estes foram submetidos ao processo de secagem em uma estufa a temperatura de 105° C durante 24 horas para posterior pesagem, com o intuito de avaliar

a redução de massa associada à adição da casca de arroz. Finalmente, os parâmetros para os ensaios de compressão seguiram os requisitos da norma ASTM C472M, utilizando uma máquina universal de EMIC 3000 em uma sala climatizada a 23,8°C e umidade de 38%. Foi realizada uma análise comparativa entre o gesso puro, a adição de 5% e 10% de cascas de arroz trituradas em massa na mistura. Os resultados dos testes de compressão podem ser conferidos na Tabela 1.

Os valores obtidos para a resistência à compressão dos corpos de prova ensaiados com 5% de adição de cascas de arroz chegaram mais próximos do gesso puro, podendo ter melhores resultados em sua aplicação sociotécnica. Já as adições de 10% de cascas de arroz trituradas mostraram uma maior queda na resistência do material, porém, ainda assim aplicáveis em um contexto artesanal.

Foram obtidas micrografias utilizando a técnica de microscopia eletrônica de varredura (MEV) das frações retidas nas penei-

Amostras dos materiais	Força Máxima (N)	Deformação (mm)	Resistência à compressão (Mpa)
Gesso Puro	3700.45	0.60	1.48
Casca Triturada 5%	2636.32	0.65	1.05
Casca Triturada 10%	1928.48	0.46	0.75

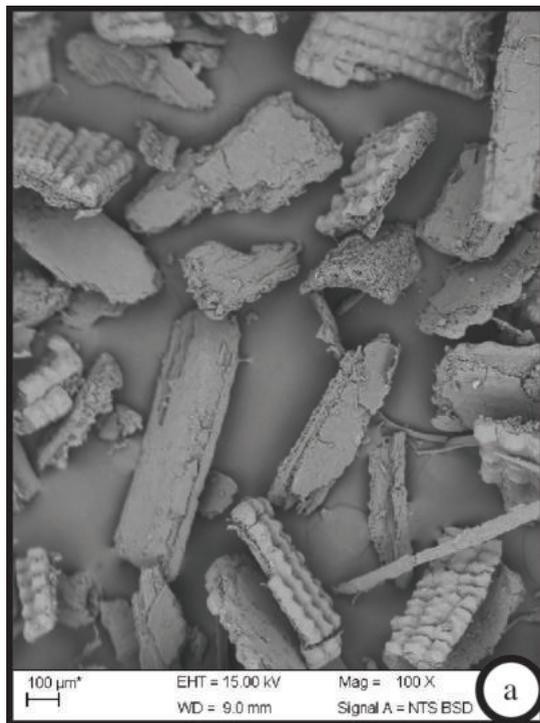
Tabela 1 – Resultados dos ensaios de compressão nos diferentes corpos de prova.  
Fonte: o autor.



ras. O equipamento utilizado foi o microscópio eletrônico Zeiss modelo Evo MA15, situado no Laboratório de Caracterização Estrutural do Instituto de Engenharia Mecânica (IEM) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e também o microscópio eletrônico de bancada da Anacom Científica do modelo Pro-X. A fixação das amostras foi realizada com fita de carbono adesiva, seguida de metalização com ouro e foi utilizado o detector de elétrons para a obtenção das imagens.

A análise morfológica da casca de arroz revelou que as cascas apresentaram uma morfologia do tipo enrugada em sua superfície e lisa com fibras contínuas em seu interior. Além de sua superfície rugosa, a morfologia da casca de arroz também apresenta pequenos capilares acoplados em sua superfície, que foram descartados no processo de peneiramento. Desta forma, análise morfológica da casca revela que a rugosidade superficial da casca de arroz pode

Figura 1 – (a) cascas de arroz após o processo de trituração, pelo MEV da UNIFEI (b) cristais de gesso após sua hidratação via microscopia eletrônica de varredura pelo MEV de bancada.



Fonte: o autor.

auxiliar na aderência mecânica do compósito, fazendo com que o gesso fique ancorado na casca.

O gesso é um material cerâmico e que forma uma grande quantidade de bolhas e poros dependendo da sua reação com a quantidade de água e seu tempo de mistura. Em uma microscopia mais ampliada, pode-se observar que após hidratado, o gesso forma pequenos cristais finos que entrelaçam entre si. Os espaços nos quais

os cristais não conseguem se entrelaçar são identificados como os poros. Estes poros, por sua vez, são formados por bolhas de água que não se misturaram ao gesso o suficiente, secaram e se dissolveram.

Observa-se um bom ancoramento mecânico entre a rugosidade da casca de arroz e os cristais formados pelo gesso, revelando uma boa interface entre os diferentes materiais que conformam o compósito.

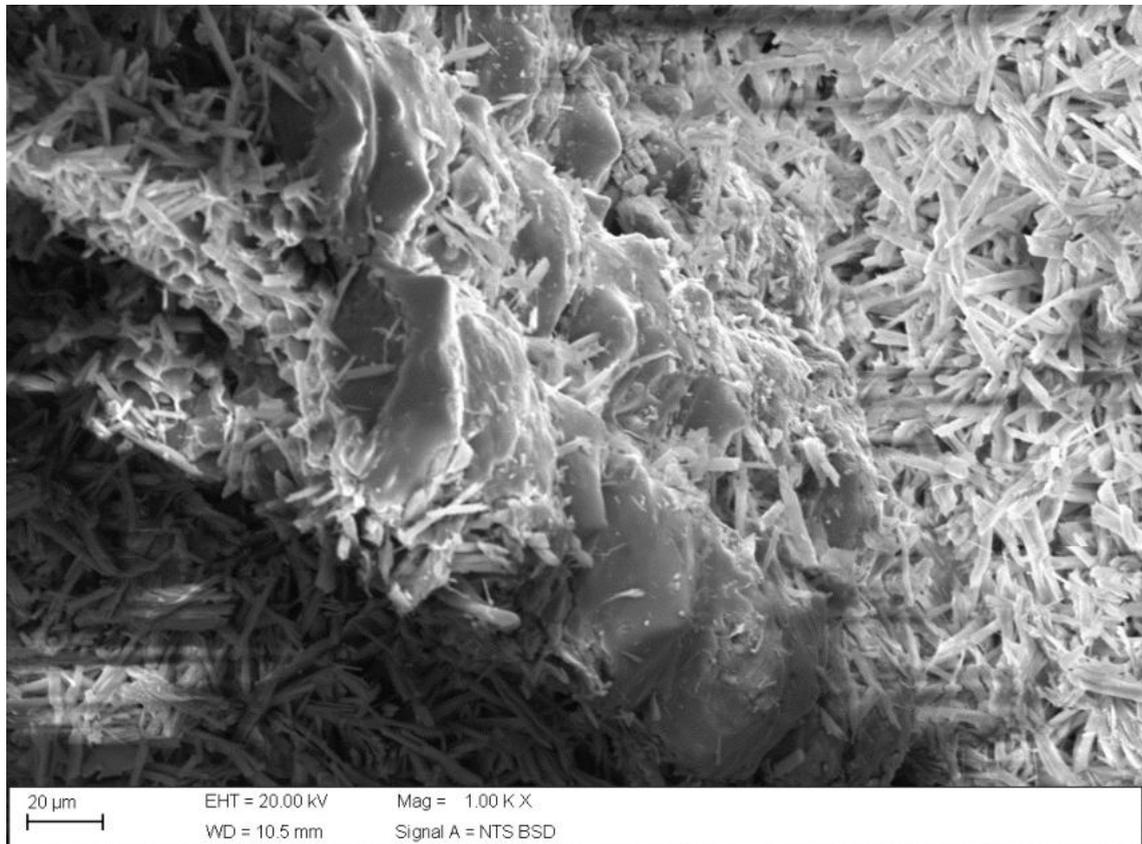


Figura 2 – Análise da interface do compósito entre gesso e cascas de arroz trituradas via microscopia eletrônica de varredura.

Fonte: o autor.

## ANÁLISE SOCIOTÉCNICA

Bijker (1997) sugere que não apenas engenheiros ou pesquisadores, mas sim todos grupos sociais relevantes contribuem para a construção de uma tecnologia. “A técnica é um constructo social, assim como o social é tecnicamente construída” (BIJKER, 1997, pg. 273). Na concepção do autor, o sociotécnico não é tratado somente como uma combinação de fatores técnicos e sociais, neste sentido, o social não é determinado pela tecnologia assim como a tecnologia não é determinada pela sociedade – ambos emergem dos dois lados de uma construção sociotécnica de fatos, artefatos e grupos sociais relevantes. Nesse sentido, o determinismo tecnológico inibe intervenções e o desenvolvimento de uma democratização do controle da tecnologia.

O conceito de Tecnologia Social (TS) é algo recente (DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004) e tem contribuído para redução de pobreza, geração de trabalho e renda, promovendo desenvolvimento local e sustentável, entre outros. Para os autores, estas tecnologias não estariam determinadas por critérios científicos e técnicos, esta tecnologia seria construída socialmente, por meio de um excedente de soluções factíveis para um dado problema, em que os atores sociais seriam responsáveis pela decisão final influenciando toda a forma de se produzir esta tecnologia. Para Dagnino (2009), parte do resultado de uma ação realizada por um coletivo de produtores sobre um processo de trabalho. Esta ação, a partir de um determinado contexto socioeconômico e de um acordo social, permite uma modificação no produto gerado, passível de ser apropriada segundo a decisão do coletivo (DAGNINO, 2009).

A TS, a partir de Novaes e Dias (2009), reúne características como:

- Ser adaptada a pequenos produtores e consumidores de baixo poder econômico;
- Não promover o tipo de controle capitalista de segmentar, hierarquizar e dominar os trabalhadores;

- Ser orientada para a satisfação das necessidades humanas (produção de valores de uso);
- Incentivar o potencial e a criatividade do produtor direto e dos usuários;
- Ser capaz de viabilizar economicamente empreendimentos como cooperativas populares, assentamentos de reforma agrária, a agricultura familiar e pequenas empresas.

De acordo com Dagnino, Brandão e Novaes (2004), a abordagem sociotécnica (AST) pode ser compreendida como um processo que busca promover uma adequação do conhecimento científico e tecnológico (esteja ele já incorporado em equipamentos, insumos e formas de organização da produção, ou ainda sob a forma intangível e mesmo tácita) não apenas aos requisitos e finalidades de caráter técnico-econômico, como até agora tem sido o usual, mas o conjunto de aspectos de natureza socioeconômica e ambiental que constituem a relação ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

A proposta da AST seria uma direção para a desconstrução e posterior reconstrução (ou reprojeto) de artefatos tecnológicos, mais do que adequados, indispensáveis ao crescimento e radicalização do movimento associativista e da autogestão (cooperativas surgidas de assentamentos, mutirões dos Sem-Teto, fábricas recuperadas, cooperativas populares, etc.) (NOVAES; DIAS, 2009).

Neste sentido, foram realizadas visitas técnicas na empresa JB, uma pequena empresa familiar que confecciona artesanatos em gesso, a fim de entender os procedimentos técnicos e sociais de desenvolvimento dos artefatos realizados nesta pequena empresa. Este trabalho foi documentado por meio de gravações de áudios, vídeos e fotos *in loco*, um caderno de campo para anotações gerais, questioná-

rios não estruturados e a aproximação do modo empírico de produção para o modo científico.

Para validar cientificamente e aproximar os resultados do laboratório aos métodos artesanais, foi utilizada uma balança culinária com capacidade de 1 kg para fazer as medições e definir alguns padrões aproximados para reproduzir os experimentos em laboratório. As medições foram padronizadas a partir dos métodos que são utilizados pelos artesãos, que são as mãos e um pote de margarina.

Para avaliar a viabilidade econômica do artefato produzido, especialmente a imagem de Nossa Senhora Aparecida. Foram analisadas as quantidades médias de gesso utilizadas para confecção de diferentes tipos e tamanhos do artefato. Em seguida analisaram-se as formulações com a adição das cascas de arroz e a redução de recur-

sos utilizados para o seu desenvolvimento. Por fim avaliou-se o impacto da redução do gesso na renda total bruta da empresa.

Em geral, os artesãos utilizam em média de 2kg de gesso para desenvolver 4 santas vendidas num preço de R\$ 3,50 a unidade. A utilização de gesso semanalmente pela empresa é de 10 sacos de 40 kg, totalizando 400 kg de gesso por semana. A renda total na relação entre uso de gesso e as imagens comercializadas é em média de R\$ 2.800,00 reais por semana. Para avaliar as possíveis reduções de consumo de gesso e, portanto, a economia gerada no processo, foi feita uma comparação entre o processo tradicional utilizado pelos artesãos (gesso puro) e o alternativo, empregando o material proposto no presente estudo (gesso adicionado de cascas de arroz).



Figura 3 – Mistura do compósito (a) e artefatos desenvolvidos com gesso e cascas de arroz in natura (b) na empresa JB.  
Fonte: O autor.

Conseguiu-se realizar uma medição aproximada e calcular o rendimento ao confeccionar os artefatos, portanto para 4 moldes de santas de 25cm de altura foram utilizados 1,5 potes de água e 8,5 mãos de gesso. Para 5 moldes de santas de 20cm de altura, foram utilizados 1 pote de água, 6,5 mãos de gesso – uma massa total média de 2,500g. Neste caso, cada imagem final foi pesada a 500g totalizando e comprovando os valores especificados.

Após conferir os valores, foram realizados os primeiros testes de misturas das cascas de arroz ao gesso. Na primeira mistura, foram mantidos os valores adotados e foi realizada a adição de cascas de arroz, neste caso foram 1,5 potes de água, 9 mãos de gesso e 3 mãos de cascas de arroz para 4 moldes de santas de 25cm. O resultado foi satisfatório e pode-se observar que poderiam ampliar os resultados.

Desta forma, realizou-se uma segunda mistura, reduzindo o gesso e adicionando cascas, sendo estes 1,5 potes de água (900g), 4 mãos de gesso (1000g), 6 mãos de cascas de arroz *in natura* (100g) para 5 moldes de 20cm. Observou-se que sobrou mais mistura do que o normal, porém, a secagem do artefato foi mais rápida e o peso médio de uma santa reduziu em 50g. Os trabalhadores ficaram surpresos com o rendimento das cascas para fazer as santas, e segundo eles, a imagem ficou mais leve. Este resultado é relevante, pois poderia solucionar a dificuldade de produzir santas maiores que são mais pesadas e difíceis de manusear. Além disso, em nenhum dos moldes a coroa da santa se desprende, como costuma acontecer em alguns moldes de gesso puro – talvez pela capacidade da fibra segurar o gesso.

A redução total no consumo de gesso e conseqüentemente no custo total foi estimada em 39,39%. Cada peça teve seu peso total de gesso reduzido de 330g para 300g, o que pode representar vantagem para questões logísticas. Assim, a produção mensal sendo de 4848 unidades, o consu-

mo de gesso sai de 1599,48 kg para 969,60 kg, o que representa uma redução nos custos de R\$ 775,68 para R\$ 436,32.

**MATERIAL TRADICIONAL** 1 peça (imagem de 20cm de altura) consome:

330g de gesso;

custa R\$ 0,16 por peça.

**MATERIAL PROPOSTO (CASCA DE ARROZ)** 1 peça (imagem de 20cm de altura) consome:

200g de gesso;

100g de casca de arroz;

ao custo de R\$ 0,09 (R\$ 0,09 de gesso + R\$ 0,00 de casca de arroz).

## CONCLUSÃO

O estudo dos materiais nesta pesquisa serviu como aporte para identificar a viabilidade da aplicação deste compósito e permitiu avaliar a sua aplicabilidade em um contexto artesanal com base nas suas propriedades mecânicas. Conclui-se que a coleta e trituração da casca de arroz foi um procedimento eficaz e pode ser utilizado neste contexto. As sessões de peneiramento auxiliaram na caracterização do material e na remoção de partículas irregulares e prejudiciais para o desenvolvimento do compósito. A microscopia eletrônica de varredura e a espectroscopia por energia dispersiva auxiliaram na caracterização e análise da interface entre a matriz (gesso) e o reforço (cascas de arroz), revelando uma boa aderência devido ao ancoramento mecânico desta mistura. Por fim, os ensaios de compressão revelaram que é possível utilizar as cascas de arroz trituradas para a confecção do compósito, sem perda significativa de resistência para uma aplicação artesanal.

A pesquisa sociotécnica revelou resultados não identificáveis no laboratório de materiais. A análise sociotécnica mostrou as diferentes etapas utilizadas nos proces-



dos de confecção dos artesanatos, desde o recebimento da matéria prima até o seu acabamento, além de abordar o interesse dos artesãos em utilizar este compósito.

A partir dos resultados alcançados neste trabalho, conclui-se que é possível utilizar as cascas de arroz trituradas como aditivo ao gesso em um contexto artesanal, gerando uma economia de até 10% do uso de gesso. A adição de cascas de arroz trituradas afeta consideravelmente as propriedades mecânicas na mistura do gesso, porém, sabe-se que em um contexto artesanal estas propriedades não são relevantes – o que se torna relevante é a maleabilidade e a conformidade da mistura para não afetar o produto final.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, T. N. D. **Inovação tecnológica e meio ambiente: a construção de novos enfoques.** Ambient. soc., São Paulo, v. 7, n. 1, p. 89-106, 2004.
- ANDRADE, T. N. D. **Tendências da inovação: estudo sociológico sobre o gerenciamento das tecnologias.** São Carlos: Pedro & João Editores, 2011.
- ASHBY, M. F., & JOHNSON, K. **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto,** 2011.
- ASTM C28 / C28M-10(2015), **Standard Specification for Gypsum Plasters,** ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015.
- ASTM C472-99(2014), **Standard Test Methods for Physical Testing of Gypsum, Gypsum Plasters and Gypsum Concrete,** ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014.
- BARBOSA, A. A., FERRAZ, A. V., & SANTOS, G. A. **Caracterização química, mecânica e morfológica do gesso obtido do pólo do Araripe** (Chemical, mechanical and morphological characterization of gypsum obtained at Araripe, PE, Brazil). *Cerâmica*, 60, 501-508, 2014.
- BIJKER, W. E. **Of bicycles, bakelites, and bulbs: Toward a theory of sociotechnical change.** MIT press, 1997.
- CALEGARI, E. P., & de Oliveira, B. F. **Um estudo focado na relação entre design e materiais.** *Projetica*, 4(1), 49-64, 2013.
- CARVALHO, M. A. et al. **Microstructure and mechanical properties of gypsum composites reinforced with recycled cellulose pulp.** *Materials Research*, v. 11, n. 4, p. 391-397, 2008.
- CARVALHO, M. A. **Artesanato sustentável: natureza, design e arte.** Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2014.
- DAFICO, A. D. **Método de produção de cinza de casca de arroz para utilização de concretos de alto desempenho,** Disponível em: [http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/Dario\\_Resumo.pdf](http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/Dario_Resumo.pdf) Acesso em: Maio de 2014.
- DAGNINO, R., BRANDAO, F. C., & NOVAES, H. T. **Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 15-64, 2004.
- DAGNINO, R. **Em direção a uma teoria crítica da tecnologia.** In BAGATTOLLI, Carolina e DAGNINO, Renato. **Tecnologia Social: Ferramenta para construir outra sociedade.** Campinas: IG/UNICAMP, 2009 (p. 73-112).
- DELLA, V. P. **Reciclagem de Resíduos Agroindustriais: Cinza de Casca de Arroz como Fonte Alternativa de Sílica,** Cerâmica Industrial, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- DENIS, R. C. **Design, cultura material e o fetichismo dos objetos.** *Revista Arcos*, v. 1, p. 14-39, 1998.
- FOA, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: Maio de 2014.
- G1, **Santuário nacional de Aparecida recebe 12 milhões de turistas em 2015.** Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2016/01/santuario-de-aparecida-recebe-12-milhoes-de-turistas-em-2015.html>. Acesso em: 28 Abr 2016.
- HOUSTON, D. F., “Rice – chemistry and technology”. **American Association of Cereal Chemists**, St. Paul, USA, 1972, pp. 301-352
- KINDLEIN J. W.; BUSKO, A. M. P. D. **Design e engenharia: como fortalecer a pesquisa e promover o diálogo destas áreas do conhecimento? Actas de Diseño 1.** Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo. Diseño en Palermo. I Encuentro

Latinoamericano de Diseño, p. 155-6, 2006.

KRUCKEN, L. Design e Território –Valorização de identidades e produtos locais. Studio Nobel, 2009.

KUMAR, A. Proprieties and Industrial Applications of Rice Husk: A review, **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering**, ISSN 2250-2459, vol. 2, issue 10, 2012.

LATOUR, B. **A esperança de Pandora**. Bauru: Edusc, 2001.

LATOUR, B. **Reagregando o social: uma introdução à teoria ator-rede**. Salvador: Edufba, 2012.

LATOUR, B. **Um prometeu cauteloso?: alguns passos rumo a uma filosofia do design (com especial atenção a Peter Sloterdijk)**. Agitprop: revista brasileira de design, São Paulo, v. 6, n. 58, jun./ago. 2014.

LAW, J. **Notes on the Theory of the Actor Network: Ordering, Strategy and Heterogeneity**. Centre for Science Studies, Lancaster University, Lancaster LA1 4YN, 1992

LUZZI, D. A., & PHILIPPI JR, A. Interdisciplinaridade, pedagogia e didática da complexidade na formação superior. PHILIPPI JR, Arlindo; SILVA NETO, Antônio J. Silva. (Editores). **Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia e Inovação**. Barueri: Manole, 2011.

MEYER, G. C. **O Design-Rede: repensando os interesses do design**. Estudos em Design, v. 19, n. 1, 2015.

NOVAES, Henrique t. e DIAS, Rafael. **Contribuições ao marco analítico-conceitual da Tecnologia Social**. In BAGATTOLLI, Carolina e DAGNINO, Renato. Tecnologia

Social: Ferramenta *para construir outra sociedade*. Campinas: IG/UNICAMP, 2009.

NBR 7217: **Agregados: determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 1987.

PASIN, J. L., **A formação histórica e cultura do Vale do Paraíba**, 2001 Disponível em: <<http://www.valedoparaiba.com/resources/files/ESTUDO/A%20forma%C3%A7%C3%A3o%20hist%C3%B3rica%20e%20cultural%20do%20vale%20do%20para%C3%ADba.pdf>;jsessionid=9cf4acd7cf2f4e208ebb633ca46a>. Acesso em: 30 de Setembro de 2014.

RAYNAUT, C. **Interdisciplinaridade: mundo contemporâneo, complexidade e desafios à produção e à aplicação de conhecimentos**. In. PHILIPPI JR, Alindo & NETO, Antonio J. Silva. **Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia & Inovação**. Barueri, SP: Manole, 2011.

SACHS, Ignacy, **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro, Garamond, 2004.

SARTORI, S; LATRONICO, F; CAMPOS, L. M. S. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura**. Ambient. soc., São Paulo , v. 17, n. 1, p. 01-22, mar. 2014 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2014000100002&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2014000100002&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 09 jul. 2015.

SELLITTO, Miguel Afonso. **Coprocessamento de cascas de arroz e pneus inservíveis e logística reversa na fabricação de cimento**. Ambient. soc., São Paulo , v. 16, n. 1, p. 141-162, Mar. 2013. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2013000100009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2013000100009&lng=en&nrm=iso)>. acesso em 28 Mar. 2017.