

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
**PROGRAMA DE MESTRADO DESENVOLVIMENTO,**  
**TECNOLOGIAS E SOCIEDADE**

**DESIGN E MATERIAIS SOB UMA PERSPECTIVA SOCIOTÉCNICA:  
ESTUDO PARA A APLICAÇÃO DE UM COMPÓSITO DE GESSO COM  
CASCAS DE ARROZ EM ARTEFATOS COMO TECNOLOGIA SOCIAL**

**Marcelo Manoel Valentim Bastos**

**Itajubá, Março de 2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
**PROGRAMA DE MESTRADO DESENVOLVIMENTO,**  
**TECNOLOGIAS E SOCIEDADE**

**Marcelo Manoel Valentim Bastos**

**DESIGN E MATERIAIS SOB UMA PERSPECTIVA SOCIOTÉCNICA:  
ESTUDO PARA A APLICAÇÃO DE UM COMPÓSITO DE GESSO COM  
CASCAS DE ARROZ EM ARTEFATOS COMO TECNOLOGIA SOCIAL**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade.**

**Área de concentração:** Desenvolvimento e Tecnologias Sociais.

**Orientador:** Prof. Dr. Adilson da Silva Mello.

**Co-orientador:** Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro.

**Março de 2017**

**Itajubá**

**Marcelo Manoel Valentim Bastos**

**DESIGN E MATERIAIS SOB UMA PERSPECTIVA SOCIOTÉCNICA:  
ESTUDO PARA A APLICAÇÃO DE UM COMPÓSITO DE GESSO COM  
CASCAS DE ARROZ EM ARTEFATOS COMO TECNOLOGIA SOCIAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Adilson da Silva Mello

---

Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro

---

Prof. Dr. Jorge Luiz Rosa

---

Profa. Dra. Fabíola Ottoboni Yamane

Itajubá

2017

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro, devo agradecer a minha família que me auxiliou em todos os sentidos para com que eu pudesse ter a oportunidade de realizar esta jornada de uma forma tranquila e segura. Agradeço também a orientação e co-orientação desta pesquisa, Prof. Dr. Adilson da Silva Mello e Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro que incentivaram e influenciaram a minha vinda para este árduo caminho acadêmico que tenho seguido com esplendor, norteados por ambos.

Logo, agradeço a todos aos membros do GEPETEC que auxiliaram diretamente e indiretamente neste trabalho, contribuindo com longas discussões teóricas e trabalhos práticos que realizamos juntos, todos os momentos vivenciados até aqui foram muito ricos para que este caminho fosse traçado de forma mais tranquila. Em seguida, tenho minha gratidão com os alunos de IC que participaram ativamente neste trabalho, Andreza Toledo e Rafael Amano que com seus conhecimentos enriqueceram e auxiliaram nos trabalhos práticos para o desenvolvimento desta pesquisa, todos aprendemos bastante com estes momentos.

A todos que fizeram parte deste longo trabalho durante estes anos envolvido com o Mestrado, não querendo citar nomes pois são muitos, porém lembrando de todos – Técnicos, alunos e professores da Engenharia de Materiais e Civil. Empresa JB de artefatos em Aparecida e todos envolvidos, agradeço pelo espaço cedido e os experimentos realizados. Avaliadores e professores que contribuíram para o enriquecimento deste trabalho. Fazenda Alto do Marins a todo espaço, liberdade e vontade de realizar este projeto em conjunto. Amigos e familiares no geral, todos foram importantes de alguma forma, pois fazem parte da minha vida assim como este trabalho, que nos influenciaram diretamente nas relações.

Por fim, agradeço a CAPES por financiar a minha bolsa de estudos, sem ela não seria possível realizar este trabalho.

Obrigado.

## RESUMO

A cidade de Aparecida, localizada no estado de São Paulo, recebe em torno de 12 milhões de turistas por ano do segmento religioso e como consequência são movimentados aproximadamente 1 bilhão de reais no município. Mesmo com esta quantidade de recursos, as desigualdades sociais continuam visíveis, o que permite estudos sobre este modelo econômico estabelecido. Dentro deste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a aplicação da casca de arroz como um aditivo sustentável para um novo material compósito de gesso, visando geração de renda de uma pequena empresa de artesanatos na cidade de Aparecida. As análises foram realizadas sob uma visão não modernista do design na qual não se separa a materialidade da imaterialidade do produto, buscando na engenharia de materiais procedimentos técnicos para a caracterização deste material e na Teoria Ator-Rede proposições teóricas a fim de identificar as associações entre os atores humanos e não humanos envolvidos neste processo. Na área do design, foram usados conceitos metodológicos para definição dos problemas desta pesquisa e as possíveis mudanças em toda a rede conformada pelo desenvolvimento do artefato. No campo de estudos do material, foram coletadas as cascas de arroz, realizou-se o seu tritramento e a análise granulométrica dos grãos, a caracterização dos diferentes materiais utilizados e dos compósitos desenvolvidos via microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia por energia dispersiva, análise dimensional dos corpos de prova e, por fim, os testes de compressão destas amostras. A partir da pesquisa sociotécnica, realizou-se uma análise dos meios de produção da pequena empresa estudada e, a partir deste entendimento, realizou-se uma adaptação dos métodos científicos da análise do material para os métodos empíricos realizados pelos artesãos e a viabilidade econômica da aplicação deste compósito. Toda a trajetória de desenvolvimento deste material foi mapeada para um melhor entendimento do cruzamento entre as diferentes áreas em questão. Esta pesquisa revela que, a partir dos resultados alcançados, 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:** Novos Materiais, Teoria Ator-Rede, Articulação Sociotécnica, Design, Tecnologia Social.

## ABSTRACT

The city of Aparecida, located in the state of São Paulo, receives around 12 million tourists a year from the religious segment and as a consequence approximately 1 billion reais income from the city. Even with this amount of resources, social inequalities remain visible, allowing studies on this established economic model. In this context, the present work aims to evaluate 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. The analyzes was made under a non-modernist view of design in which materiality is not separated from the immateriality of the product, seeking in material engineering procedures for the characterization of this material and in Theory-Actor Theory theoretical propositions in order to identify the associations between human and non-human actors involved in this process. In the area of design, methodological concepts were used to define the problems of this research and the possible changes in the whole network conformed by the development of the artifact. The material studies, rice husks were collected, crushed and granulometricly analyzed, the characterization of the different materials used and the composites developed by scanning electron microscope and dispersive energy spectroscopy, dimensional analysis of the test specimens and, finally, the compression tests of these samples. From the sociotechnical research, an analysis was made of the means of production of the small company studied and, from this understanding, an adaptation of the scientific methods of the analysis of the material for the empirical methods realized by the artisans and the economic viability of the application of this composite. All the development trajectory of this material was mapped for a better understanding of the intersection between the different areas in question. This research reveals that, based on the results obtained, it is possible to use rice husks crushed in gypsum in a handcrafted context, saving up to 10% of the gypsum used in production.

**Keywords:** New Materials, Actor-Network Theory, Sociotechnical View, Design, Social Technology.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MOVIMENTOS DE TRANSLAÇÃO.....	19
FIGURA 2 – EXEMPLO DE TRANSLAÇÃO.....	20
FIGURA 3 – MAPA PARA ANÁLISE SISTÊMICA DO POTENCIAL DE UM RECURSO LOCAL.....	34
FIGURA 4 – AÇÕES ESSENCIAIS PARA PROMOVER PRODUTOS E TERRITÓRIOS..	36
FIGURA 5 – TRIPLE BOTTOM LINE (TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE).....	37
FIGURA 6 – MODELO LINEAR DO PROCESSO DE INOVAÇÃO EM SEIS ESTÁGIOS. ....	47
FIGURA 7 – EXEMPLO DE CONSTRUÇÃO SOCIAL DE UM ARTEFATO – “A BICICLETA SEGURA”.....	49
FIGURA 8 – LOCAL DE DESCARTE DAS CASCAS DE ARROZ NA FAZENDA ALTO DO MARINS.....	56
FIGURA 9 – FOTO DO EQUIPAMENTO TRITURADOR (A), MODELO DO TRITURADOR (B) E MALHA DA PENEIRA (C).....	57
FIGURA 10 – FOTO DO EQUIPAMENTO AGITADOR (A) E AS PENEIRAS UTILIZADAS COM SUAS ESPECIFICAÇÕES (B).....	58
FIGURA 11 – FOTO DOS MEVS UTILIZADOS: EVO MA15 DA UNIFEI (A) E MEV DE BANCADA DA ANACOM CIENTÍFICA PRO X (B).....	60
FIGURA 12 – FOTO DA BATEDEIRA UTILIZADA MODELO MOEMA (A) NAS MISTURAS DE GESSO COM CASCAS DE ARROZ (B).....	63
FIGURA 13 – FOTO DOS CORPOS DE PROVA E SEU RESPECTIVO MOLDE (A) E SEU AQUECIMENTO EM ESTUFA (B).....	64
FIGURA 14 – MÉTODO ADAPTADO DE BIJKER (1997) PARA O RASTREAMENTO DO ARTEFATO DESENVOLVIDO.....	67
FIGURA 15 – AUSÊNCIA DE UM APARELHO DE SUÇÃO NO TRITURADOR (A) FAZ AS PARTICULAS MAIS FINAS SE DEPOSITAREM NO CHÃO (B).....	72

FIGURA 16 – ILUSTRAÇÃO DAS CASCAS DE ARROZ RETINAS NAS PENEIRAS. ....	74
FIGURA 17 – MICROSCOPIA DE UMA CASCA DE ARROZ <i>IN NATURA</i> (A) E A ANÁLISE DE SUA SUPERFÍCIE RUGOSA E INTERIOR LISO (B). ....	75
FIGURA 18 – ANÁLISE DO INTERIOR FIBROSO DA CASCA DE ARROZ (A) E SUAS PARTÍCULAS CAPILARES EM SUA SUPERFÍCIE (B). ....	76
FIGURA 19 – ANÁLISE DO TAMANHO DE PARTICULAS DAS CASCAS DE ARROZ TRITURDAS RETIDAS NA BASE DA PENEIRA (A) E SUA DEFORMAÇÃO PÓS TRITURA (B). ....	77
FIGURA 20 – ANÁLISE DAS PARTICULAS DAS CASCAS DE ARROZ TRITURDAS RETIDAS NA PENEIRA 0,090 (A) E SEU ASPÉCTO FRÁGIL (B). ....	78
FIGURA 21 – ANÁLISE DAS PARTICULAS DAS CASCAS DE ARROZ TRITURDAS RETIDAS NA PENEIRA 0,075 (A) E SUA MORFOLOGIA MAIS UNIFORME (B). ....	79
FIGURA 22 – ANÁLISE DAS PARTICULAS DAS CASCAS DE ARROZ TRITURDAS RETIDAS NA PENEIRA 0,063 (A) E SUAS PARTÍCULAS MENORES (B). ....	80
FIGURA 23 – ANÁLISE SUPERFICIAL DO GESSO E SUA POROSIDADE. ....	81
FIGURA 24 – ANÁLISE DOS CRISTAIS DE GESSO (A) E SUA AMPLIAÇÃO NO MICROSCÓPIO (B). ....	82
FIGURA 25 – ANÁLISE DO COMPÓSITO DE GESSO COM CASCAS DE ARROZ <i>IN NATURA</i> (A) E SEU ANCORAMENTO COM O GESSO (B). ....	83
FIGURA 26 – ANÁLISE DO COMPÓSITO DE GESSO COM CASCAS DE ARROZ TRITURADAS. ....	84
FIGURA 27 – ANÁLISE DOS POROS FORMADOS PELA TENSÃO SUPERFICIAL DA CASCA TRITURADA. ....	85
FIGURA 28 – MAPEAMENTO DOS ELEMENTOS NECONTRADOS NO COMPÓSITO. .....	87
FIGURA 29 – MOLDE PARA O DESENVOLVIMENTO DOS CORPOS DE PROVA. ....	88
FIGURA 30 – DESENVOLVIMENTO DAS MISTURAS FEITAS NA BATEDEIRA (A) E COLOCADAS NO MOLDE (B). ....	89
FIGURA 31 – LOCAL DE ARMAZENAMENTO INICIAL (A) E PRODUÇÃO DAS IMAGENS EM GESSO (B) NA EMPRESA JB. ....	100

FIGURA 32 – LOCAL ONDE SE SECAM AS IMAGENS (A) E (B) NA EMPRESA JB...	101
FIGURA 33 – SALA DE ACABAMENTO (A) E GUINDASTE DE TRANSPORTE (B) NA EMPRESA JB. ....	102
FIGURA 34 – SALA DE PINTURA (A) DAS IMAGENS DESENVOLVIDAS (B) NA EMPRESA JB. ....	103
FIGURA 35 – MISTURA DO COMPÓSITO (A) E ARTEFATOS DESENVOLVIDOS COM GESSO E CASCAS DE ARROZ <i>IN NATURA</i> (B) NA EMPRESA JB. ....	106
FIGURA 36 – REBARBA DO ARTEFATO PÓS DESMOLDAGEM (A) E SUA REMOÇÃO COM A MÃO (B). ....	108
FIGURA 37 – FOTO DAS CASCAS DE ARROZ APARENTES NAS REBARBAS (1) E APLICAÇÃO DE TINTA BASE (2). ....	109
FIGURA 38 – BALANÇA CULINÁRIA UTILIZADA PARA DAPTAÇÃO (A) E CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA PARA COMPRESSÃO (B) NA JB. ....	110
FIGURA 39 – MAPEAMENTO DA CONSTRUÇÃO SOCIAL DO ARTEFATO DESENVOLVIDO. ....	114

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – DESVIO PADRÃO DOS CORPOS DE PROVA FEITOS COM GESSO PURO.....	90
GRÁFICO 2 – DESVIO PADRÃO DOS CORPOS DE PROVA FEITOS COM ADIÇÃO DE 5% DE CASCAS DE ARROZ <i>IN NATURA</i> AO GESSO. ....	91
GRÁFICO 3 – DESVIO PADRÃO DOS CORPOS DE PROVA FEITOS COM ADIÇÃO DE 10% DE CASCAS DE ARROZ <i>IN NATURA</i> AO GESSO. ....	91
GRÁFICO 4 – DESVIO PADRÃO DOS CORPOS DE PROVA FEITOS COM ADIÇÃO DE 5% DE CASCAS DE ARROZ TRITURADAS AO GESSO. ....	92
GRÁFICO 5 – DESVIO PADRÃO DOS CORPOS DE PROVA FEITOS COM ADIÇÃO DE 10% DE CASCAS DE ARROZ TRITURADAS AO GESSO. ....	92
GRÁFICO 6 – GRÁFICO DE FORÇA (N) X DEFORMAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA FEITOS COM GESSO PURO.....	93
GRÁFICO 7 – GRÁFICO DE FORÇA (N) X DEFORMAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA FEITOS COM ADIÇÃO DE CASCAS <i>IN NATURA</i> AO GESSO. ....	94
GRÁFICO 8 – GRÁFICO DE FORÇA (N) X DEFORMAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA FEITOS COM ADIÇÃO DE TRITURADAS AO GESSO.....	96
GRÁFICO 9 – GRÁFICO DE FORÇA (N) X DEFORMAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA FEITOS PELOS ARTESÃOS.....	97
GRÁFICO 10 – GRÁFICOS DE CONSUMO E CUSTO DE GESSO E DO COMPÓSITO COM CASCAS DE ARROZ. ....	112

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MÉTODO PARA DEFINIÇÃO DE PROBLEMAS. ....	54
TABELA 2 – MÉTODO PARA FATORES DE MUDANÇA. ....	55
TABELA 3 – TABELA DE PENEIRAS UTILIZADAS PARA CARACTERIZAÇÃO. ....	58
TABELA 4 – MISTURAS UTILIZADAS NAS CONFECCÕES DOS CORPOS DE PROVA. .....	62
TABELA 5 – ADAPTAÇÃO DAS MEDIDAS ARTESANAIS EM UMA BALANÇA CULINÁRIA.....	65
TABELA 6 – RESULTADOS DA DEFINIÇÃO DE PROBLEMAS DA JB ARTEFATOS SACROS.....	69
TABELA 7 – RESULTADOS DA DEFINIÇÃO DE PROBLEMAS DA ALTO DO MARINS. .....	70
TABELA 8 – RESULTADOS DOS FATORES DE MUDANÇA.....	71
TABELA 9 – RESULTADOS DA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DAS CASCAS TRITURADAS.....	74
TABELA 10 – ELEMENTOS ENCONTRADOS NA MISTURA DE GESSO COM CASCAS DE ARROZ TRITURADAS.....	86
TABELA 11 – PADRÕES ADOTADOS PARA CONFECCÃO DOS ARTEFATOS.....	111

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>18</b>
2.1 A teoria ator-rede.....	18
2.2 Conceitos de design em uma abordagem de redes .....	24
2.3 Design e seleção de materiais para a sustentabilidade local ..	28
2.3.1 O gesso.....	31
2.3.2 As cascas de arroz.....	32
2.3.3 Compósito de gesso com cascas de arroz .....	34
2.4 Desenvolvimento sustentável .....	35
2.5 Design como tecnologias sociais .....	38
<b>3      METODOLOGIA .....</b>	<b>51</b>
3.1 Materiais .....	52
3.1.1 Cascas de arroz .....	52
3.1.2 Água.....	52
3.1.3 Gesso.....	52
3.1.4 Silicone .....	52
3.1.5 Equipamentos .....	53
3.2 Métodos .....	53
3.2.1 Métodos relativos ao design social .....	53
3.2.1.1 Definição de problemas .....	53
3.2.1.2 Fatores de mudança.....	54

	13
3.2.2 Métodos relativos aos materiais.....	55
3.2.2.1 Coleta das cascas de arroz.....	56
3.2.2.2 Processo de trituração das cascas de arroz.....	57
3.2.2.3 Peneiramento.....	57
3.2.2.4 Microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia de energia dispersiva (EDS).....	58
3.2.2.5 Confecção e preparo dos corpos de prova para compressão.....	60
3.2.3 Métodos relativos a pesquisa sociotécnica .....	64
3.3.2.1 Análise sociotécnica.....	64
3.3.2.2 Adaptação dos métodos científicos para os métodos artesanais .....	65
3.3.2.3 Viabilidade econômica dos artefatos.....	65
3.2.4 Método utilizado para rastrear o artefato e sua rede .....	66
<b>4      <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>.....</b>	<b>68</b>
4.1 Design social.....	68
4.1.1 Definição de problemas .....	68
3.2.1.2 Fatores de mudança.....	70
4.2 Estudo dos materiais .....	72
4.2.1 Processo de trituração das cascas de arroz .....	72
4.2.2 Análise granulométrica .....	73
4.2.3 Análise morfológica dos materiais.....	74
4.2.3.1 Casca de arroz in natura .....	75
4.2.3.2 Cascas de arroz trituradas e peneiramento.....	76
4.2.3.3 Gesso.....	81
4.2.3.4 Compósito com cascas de arroz in natura.....	82
4.2.3.5 Compósito com cascas de arroz trituradas.....	83
4.2.4 Espectroscopia por dispersão em energia .....	86

4.2.5 Desenvolvimento dos moldes e dos corpos de prova para compressão.....	88
4.2.6 Análise dimensional dos corpos de prova.....	90
4.2.7 Ensaio de compressão dos corpos de prova .....	93
4.3 Pesquisa sociotécnica.....	98
4.3.1 Análise sociotécnica.....	99
4.3.2 Adaptação dos métodos artesanais para o científico.....	107
4.3.3 Viabilidade econômica.....	111
4.4 Mapeamento dos rastros do artefato .....	113
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>115</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>117</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O presente estudo, submetido ao Programa de Mestrado na área de Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade (DTecS) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) teve como ponto de partida o projeto de Iniciação Científica (IC) orientado pelo grupo de pesquisas Projeto de Produto e Tecnologias Sociais (PPTS) no Centro Universitário Teresa D'Ávila (UNIFATEA). O projeto aborda uma conexão entre os conhecimentos no campo do design, da engenharia de materiais, do desenvolvimento econômico sustentável e das ciências sociais, criando-se assim um viés interdisciplinar.

O Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade (DTecS) se caracteriza por ser um programa interdisciplinar que propõe uma troca de experiências e conhecimentos entre diferentes áreas, compreendendo os problemas característicos de cada região e subsidiando políticas socioculturais e econômicas em relação a realidade atual. Dentro deste contexto, o Grupo de Estudos, Pesquisas e Extensão em Tecnologias e Ciência (GEPETEC) foi formado por alunos do DTecS e tem como finalidade discutir novos caminhos de entendimento da sociedade, contribuindo para novos modos de se fazer ciência e tecnologia, promovendo encontros epistemológicos e estimular a prática científica interdisciplinar na tríplice: ensino, pesquisa e extensão universitária.

As regiões periféricas, mais especificamente no Vale do Paraíba, interior do Estado de São Paulo, Brasil, são providas de um alto potencial de desenvolvimento devido a suas práticas culturais distintas e seus recursos naturais abundantes. As organizações de gesso na área de artefatos possuem destaque na economia de cidades dependentes do turismo. A cidade de Aparecida, por exemplo, tem mais de 35 mil habitantes e possui um turismo intenso, principalmente religioso, reunindo cerca de 12 milhões de pessoas por ano, despertando o interesse de artesãos locais na produção de imagens sacras em gesso.

A casca de arroz (CA) tem sido descartada por diversos produtores sem nenhum tratamento, após o processo de beneficiamento de arroz. O limitado aproveitamento dos subprodutos do arroz na região foi dado como uma segunda problemática, pois suas utilizações como matéria-prima para suas diversas aplicações podem auxiliar na geração de renda da

região, valorizando assim um material que até o momento é tratado como resíduo no setor agrícola. Desta forma, pode ser formulada a seguinte questão: *existe viabilidade de adicionar a casca de arroz ao gesso para confeccionar um artefato nos modelos estéticos estabelecidos a priori?*

Na visão da engenharia, analisa-se um material compósito formado por cascas de arroz e gesso e suas propriedades mecânicas, que respondem as questões relativas à sua viabilidade estrutural e de composição. A análise deste material visando processos de baixo custo, tais como sua mistura *in natura* ou triturada, auxiliam a replicação desta tecnologia em um contexto local e de fácil aplicabilidade.

Em uma perspectiva do design relacionada a conceitos não modernistas, não se pode mais separar aspectos materiais e imateriais em um projeto de produto, visando ampliar as concepções pressupostas do “design thinking” trazendo o foco não somente para a experiência humana, mas também envolvendo os não humanos neste processo. A elaboração de produtos e processos sob este olhar atento aos detalhes auxilia em projetos cuidadosos e cautelosos, trazendo novas perspectivas materiais, sociais, econômicas, sustentáveis e simbólicas para o produto.

O olhar de um contexto social sob a égide da Teoria Ator-Rede (TAR) torna-se base para rastrear conexões entre os diferentes atores sociais situados nesta pesquisa, tanto humanos quanto não humanos, com a finalidade de entender os processos produtivos e os caminhos metodológicos mais viáveis para a produção de artefatos a partir de um novo material híbrido, formado a partir de gesso com adição de cascas de arroz.

A partir de uma análise consolidada, pode-se obter uma percepção na qual espera-se desenvolver uma alternativa de geração de renda e de obter-se propriedades mecânicas satisfatórias do compósito, onde no viés da engenharia propõe-se a utilização da casca de arroz (CA) como aditivo sustentável ao gesso, contribuindo para o desenvolvimento deste novo material – e que na visão do design colabore para compor a personalidade do produto a partir de um conjunto de elementos heterogêneos, tanto materiais quanto imateriais. Todo este

entendimento poderá levar a produção dos artefatos a partir desta tecnologia na forma de Tecnologia Social (TS).

Ao longo do percurso, a partir dos estudos nos quais o este trabalho discute, obteve-se um amplo entendimento sobre os processos produtivos para a realização dos artefatos em gesso feitos por pequenos produtores do município de Aparecida. Este entendimento levou ao desenvolvimento de um processo produtivo alternativo<sup>1</sup> que permite a produção dos artefatos com o material pesquisado. Dentro deste contexto, este novo artefato se transforma num elo entre redes que não se conversavam, no qual auxiliará o desenvolvimento de futuras pesquisas.

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como principal objetivo desenvolver um novo material híbrido, formado a partir de gesso e cascas de arroz com vistas a sua utilizado como artefato de gesso nos modelos estéticos estabelecidos pelos artesãos do Município de Aparecida, São Paulo, Brasil. Foi também objetivo deste trabalho realizar uma análise sociotécnica da rede que conforma esta pesquisa para a aplicação do material desenvolvido. Cabe ressaltar que este trabalho, além de permitir o desenvolvimento de um compósito com propriedades adequadas para confecção de artefato religioso a um menor custo de produção, contribuiu com informações importantes um novo conhecimento para os meios de produção de artefatos de gesso de pequeno porte poderá se tornar uma forma singular de ultrapassar as barreiras da estagnação de grandes empresas que continuam a desenvolver seus produtos muitas vezes com pouco incentivo à inovação tecnológica.

---

<sup>1</sup> Este novo processo produtivo que se propõe foge das características tradicionais do que se entende por inovação a partir de autores como Schumpeter, ela parte de um pressuposto que tenta romper com as barreiras nas quais este processo se da a partir do empreendedorismo e no desenvolvimento do sistema capitalista. O referencial para este trajeto é abordado por Andrade (2011) em “Tendências da Inovação”.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 A teoria ator-rede

O presente trabalho é permeado por uma teoria que possui um amplo leque de associações nas quais se enquadram de uma forma singular para estudar os aspectos híbridos e interdisciplinares presentes nesta pesquisa, denominada “teoria ator-rede” (TAR). Esta teoria tem origem nos estudos de ciência e tecnologia de Latour, Callon e Law, colocando os atores não humanos como integrantes de um meio social estabelecido, o que justifica a aplicação da mesma em um trabalho interdisciplinar no qual envolve uma forte associação entre materiais não humanos e atores humanos em um ambiente social.

Para os autores da TAR, o conhecimento é um *produto social*, diferenciando-se de uma produção realizada por meio de um método científico privilegiado, argumentando que o “conhecimento pode ser visto como um produto ou efeito de uma *rede de materiais heterogêneos*” (LAW, 1992, pg 02). De acordo com o autor, a TAR é analiticamente radical<sup>2</sup>, em parte porque esta teoria confronta questões éticas, epistemológicas e ontológicas, não se associando desta forma a uma abordagem que separa pessoas de um lado e objetos do outro, levantando uma questão básica quando fala-se sobre atores sociais. Latour (2012) enfatiza a questão dos atores não humanos neste processo devido o fato de normalmente serem colocados como meras projeções simbólicas, deixados de lado em um meio social.

Latour (2001) revela 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. Desta forma, o autor aborda que não se confundindo os atores não humanos como meros objetos, pode-se imaginar um coletivo nos quais estes participam juntamente aos

---

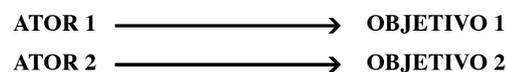
<sup>2</sup> Law (1992) utiliza este termo pois ele mostra que precisa-se distinguir ética e sociologia, sendo que uma deve informar a outra, colocando que o fato de não haver diferença fundamental entre pessoas e objetos é uma atitude analítica, não uma posição ética. Porém, isto não quer dizer que deve-se tratar pessoas como máquinas, com direitos, deveres e responsabilidades.

humanos. Neste sentido, Bijker (1997) faz uma pergunta pertinente: Como artefatos se transformam em instrumentos de poder e como as relações de poder materializam artefatos?

Latour (2001) argumenta que a ação destes diferentes atores entrelaçados são inseparáveis<sup>3</sup> dentro de um coletivo, como no exemplo do ator 3 na Figura 1, e utiliza uma terminologia para entender melhor esta ação, na qual ele chama de mediação, que é definida de quatro diferentes formas:

- ✓ **Translação**: pode-se descrever como sendo o resultado da relação entre dois agentes, que resulta num objetivo compósito, híbrido, diferente dos dois originais;
- ✓ **Composição** – ocorre quando aumenta-se o número de subprogramas de ação e o objetivo composto torna-se uma realização comum dos agentes curvados pelo processo de translação sucessiva;
- ✓ **Obscurecimento** – processo que torna a produção conjunta de atores humanos e não humanos inteiramente opaca;
- ✓ **Delegação** – quando a translação é modificada por meio de um ator que transpõe a fronteira entre signos e coisas (LATOUR, 2001, pg 203-219).

#### ANTES DA TRANSLAÇÃO



#### DEPOIS DA TRANSLAÇÃO

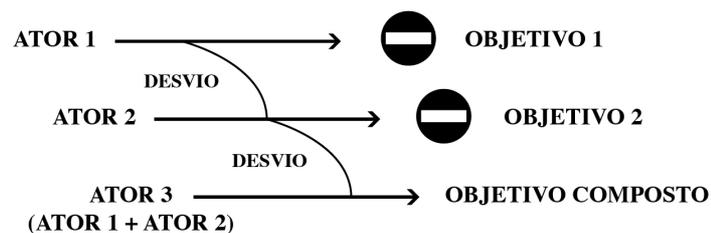


Figura 1 – Movimentos de translação

Fonte: Adaptado de Latour, 2001, pg. 106.

<sup>3</sup> Para o melhor entendimento desta ação, recomenda-se a leitura do exemplo do ser humano armado em Latour, 2001, pg 203.

Para entender melhor este processo, Latour (2001) faz um questionamento sobre quem é responsável pelo ato de matar, onde tal resposta está no significado da palavra mediação, exemplificado na Figura 2. O ator mostra que se um agente humano enraivecido for incapaz de matar por um motivo qualquer, este agente faz um desvio recorrendo um segundo agente, a arma – na qual é uma mera ferramenta, um intermediário desta ação.



Figura 2 – Exemplo de translação.

Fonte: O autor, baseado em Latour (2008).

Cria-se desta forma um novo agente, o humano armado, que gera novos objetivos diferentes do primeiro, e suas incertezas são colocadas como translação (LATOUR, 2001). Quando questiona-se quem é o ator, o humano ou a arma, pode-se assim dizer que é uma nova

criatura, o humano armado – que se torna um homem diferente quando tem a posse desta arma, e assim de fato outros objetivos.

Quando se fala de intermediários, Callon (2008), os classifica em quatro tipos:

1. Textos, tais como informes, livros, artigos, etc. Neste caso, textos científicos.
2. Artefatos técnicos (instrumentos, máquinas, bens de consumo, etc.) que são estáveis, organizam entidades não humanas que cooperam no cumprimento de certas funções.
3. Seres humanos e habilidades que os incorporam.
4. Dinheiro, em todas diversas formas (CALLON, 2008, pg. 151).<sup>4</sup>

Callon (2008) mostra que cada intermediário (puro ou híbrido) descreve consensualmente uma rede, decidindo entre humanos e não humanos, entidades individuais e coletivas e as relações que eles intervêm. Isto causa duas consequências: primeira é o papel crucial lançado pelos intermediários no estabelecimento do vínculo social – os atores se definem uns aos outros por meio de intermediários e a segunda é metodológica, na qual o vínculo social pode ser lido nas inscrições que demarcam os intermediários (CALLON, 2008).

Latour (2012), em sua teoria, pretende mostrar por que o social não poderia se construir, ou ser construído, na forma de um material ou domínio<sup>5</sup>, de uma maneira que forneça uma “explicação social”, pois o social não está separado, faz parte de um todo. A ciência ou a sociedade não conseguem se estabilizar o suficiente de maneira a cumprir uma promessa de “socio-logia”<sup>6</sup>, na qual Latour (2012) procura redefinir, deixando a “ciência do social” para

---

<sup>4</sup> Callon (2008) utiliza este nos conceitos de Redes Tecno-Economicas, porém alguns conceitos vão de encontro a ator-rede.

<sup>5</sup> Um domínio no qual o social pode ser usado como um tipo especial de causalidade para explicar os aspectos residuais que escapam a outros domínios, principalmente quando se fala que tudo pode ser explicado por uma prática social.

<sup>6</sup> Latour 2012 aborda uma desconstrução da palavra “socio-logia”, uma fusão dos termos “social” e “ciência”, com o intuito de mostrar o paradoxo que é o estudo da “sociologia da ciência”.

realizar uma busca de associações<sup>7</sup>. “Se o social permanece estável e consegue justificar um estado de coisas, não é TAR” (LATOURE, 2012, pg 30).

Para o desdobramento desta teoria, Latour (2012) coloca como essencial, devido a uma constante incerteza, o ato de alimentar as controvérsias rastreando suas conexões em suas inter-relações. Para o autor, este ato é de fato mais seguro do que uma tarefa implausível de estabelecer *a priori*, no lugar dos atores, quais grupos e ações terão permissão doravante de preencher o mundo social. A partir destas controvérsias, Latour coloca cinco grandes fontes de incertezas, termo este usado devido ao fato de não ser possível decidir se esta está no observador ou no fenômeno observado, e são elas: (1) a natureza dos *grupos*, (2) a natureza das *ações*, (3) a natureza dos *objetos*, (4) a natureza dos  *fatos* (5) o tipo de estudos realizados sob o rótulo de ciência do social (LATOURE, 2012).

A natureza dos *grupos* (1) parte das controvérsias de um agrupamento, no qual pode ser criado ou restaurado, porém com um determinado “porta-voz”. Segundo o autor, este delineamento é uma tarefa constante dos próprios atores envolvidos e os porta-vozes, nos quais muitas vezes são cientistas sociais, procuram atribuir uma identidade a este grupo (LATOURE, 2012).

A *ação* é assumida (2) quando encarada como uma forma de nó, uma ligação entre diversos conjuntos de funções que podem ser desamarrados. Estas ações, segundo o autor, surgem como responsáveis de um feito e levam ao fortalecimento de grupos e auxiliando a dissolver a primeira incerteza. Para romper com o sentido de *figuração* introduzido para sustentar uma “explicação social”, o autor usa o termo técnico *actante*<sup>8</sup> (LATOURE, 2012).

A natureza dos *objetos* (3) reúne atores, que também precisam gerar assimetrias sociais, banidos da existência coletiva nas explicações sociais. A TAR promove uma nova ideia

---

<sup>7</sup> O conceito de associações colocado por Latour 2012 se define pela necessidade de reformulação das concepções daquilo que estava associada a cada instância, pois a definição anterior se torna praticamente irrelevante.

<sup>8</sup> Latour (2012) coloca o termo num sentido semiótico para definir a agência de um ator – de como ele age no mundo e sobre ele mesmo – diferenciando a definição entre ator e a fonte de ação na qual é caracterizada pela heterogeneidade de sua composição sendo uma múltipla articulação entre atores humanos e não humanos em uma rede.

de que não pode existir ciência do social sem a participação dos denominados *não humanos* como atores completos, sendo estes *qualquer coisa* que faça diferença modificando uma situação (LATOUR, 2012).

A *construção* de um *fato*<sup>9</sup> (4) é usada por Latour (2012) para unir os caminhos da artificialidade e da realidade, de forma que revele conexões entre duas entidades completamente distintas. “Se algum “fator social” é *transportado* por meio de intermediários, então o importante está *no fator*, e não nos intermediários” (LATOUR, 2012, pg. 155). O autor aborda a importância do termo *tradução* como “uma relação que não transporta causalidade, porém induz dois mediadores à coexistirem” (LATOUR, 2012, p.160). Neste sentido, o autor afirma que não existe sociedade ou domínio social, mas sim *traduções entre mediadores que podem gerar associações rastreáveis*. Latour (2012) também aborda as questões de interesse, na qual a partir do mapeamento das controvérsias revela a divisão entre “natural” e social”, colocando por exemplo as agências como não sendo questões de fato, mas sim de interesse.

*Escrever relatos de risco* (5) é a quinta e última incerteza definida por Latour (2012) na qual se preocupa com o próprio estudo da pesquisa<sup>10</sup>, o ato de registrar os rastros deixados pelos atores sociais a partir das outras quatro fontes de incerteza anteriores por meio de relatos textuais<sup>11</sup>. Desta forma, o autor aborda que um bom relato é aquele que tece uma rede sem perder de vista os movimentos dos agentes, *desdobrando* atores como redes de mediações, compondo assim a palavra “*ator-rede*”.

---

<sup>9</sup> É importante citar que Latour (2012) coloca uma discussão entre o termo *construção* vs. *construção social*, no qual descarta-se este segundo devido o fato do termo *construtivismo* perder seu significado. Se *construção* significa uma associação de entidades, uma “associação social” deixa o termo *social* redundante.

<sup>10</sup> O autor deixa bem claro que este estudo nunca é completo, apesar de se “fechar” em ponto devido a fatores previstos em seu início, como prazo por exemplo, após a ação ser iniciada ela continuará mesmo sem a presença dos atuais pesquisadores.

<sup>11</sup> Segundo o autor, os relatos textuais são o laboratório do cientista social e podem falhar assim como os experimentos. Estes relatos são elementos textuais divididos em diferentes cadernos e diários da pesquisa. (LATOUR, 2012, pg. 187-188).

## 2.2 Conceitos de design em uma abordagem de redes

Do ponto de vista histórico, Denis (1998) coloca que o design surgiu na época do movimento modernista com a primeira revolução industrial e é uma atividade projetual na qual consiste em dar existência concreta e autônoma a ideias abstratas e substantivas. As questões relacionadas a design neste trabalho, não se dão simplesmente em uma perspectiva modernista e funcionalista que se resume ao famigerado dito de Louis Sullivan de 1896 “*A forma segue a função*” adotado pela escola Bauhaus. Esta visão separa entre duas formas distintas de encarar um objeto: pela sua materialidade intrínseca e pela sua estética ou aspectos “simbólicos” (LATOURE, 2014). A natureza do design não se pauta simplesmente em uma separação entre produtos e processos, mas sim numa “conjunção muito particular em ambos” (DENIS, 1998, pg. 17), agregando significados alienados à sua natureza intrínseca, caracterizada na visão do autor como *fetichismo dos objetos*.

Se a forma é determinada exclusivamente pela função, como queria o Funcionalismo, então deveria existir uma gama limitada de formas para cada tipo de objeto. O que encontramos historicamente é justamente o contrário: uma variedade quase infinita de soluções para um mesmo problema de design. Para além da sua falta de aplicabilidade empírica, o Funcionalismo simplifica do ponto de vista teórico por pressupor uma definição excessivamente estreita do conceito de “função” (DENIS, 1998, pg. 31).

Latour (2008), por exemplo, encara a expansão do que se entende por design um sinal magnífico de uma mudança na forma com que se lida com objetos e ações, de forma que “quanto mais objetos se transformam em coisas<sup>12</sup>, levantando questões de interesse, mais se traduzem em objetos de design” (LATOURE, pg. 03, 2008). O autor sugere cinco vantagens a cerca dos conceitos de design que são:

1. A ausência da ideia de “construção”, que possui uma carga de arrogância, mas sim de uma forma de como *elaborar* ou reelaborar as coisas;

---

<sup>12</sup> Quando se fala de “coisa” Latour (2014), faz uma referência a Heidegger, A coisa. In: Ensaio e conferências. Petrópolis: Vozes, 2006, p.152. Neste texto, Heidegger aborda a etimologia portuguesa de “coisa” que provém de “causa”, palavra romana que toca e concerne o homem, diz o caso, a questão e/ou o que está em causa, até mesmo no sentido de caso – assunto de interesse geral.

2. A importância da atenção aos *detalhes* para elaborar cautelosamente algo por meio do design, que está diretamente ligada à sua perícia e “habilidade”;
3. A relação direta com os *significados* na construção de um artefato, que lida com um conjunto de questões complexas e contraditórias, onde já não é mais possível separar sua forma de sua função;
4. O ato de fazer design está sempre ligado ao *redesign*, com o intuito de buscar incansavelmente melhorias no artefato produzido;
5. *Bom design vs mau design* que questiona verdades absolutas dentro dos seus conceitos, as questões políticas e de interesse, expondo os conflitos entre humanos e não humanos e demonstrando que “artefatos possuem política” (LATOURE, 2014).

Abrangendo os conceitos de rede colocados anteriormente (LAW, 1982; LATOUR, 2012), no que se diz respeito a cronologia dos estudos do design, Meyer (2011) argumenta sobre a ideia de superação quando se coloca a importância da técnica e do humano na construção de um artefato. O autor sugere a exposição de outra perspectiva a fim de ampliar o foco do design, que enriqueça as discussões sobre os problemas levantados nas relações entre os atores humanos e não humanos (MEYER, 2011). Tendo em vista que entender os atores não humanos são fatores essenciais para entender este processo, o pensar design pelo viés do “design thinking”<sup>13</sup> também não responde algumas perspectivas deste trabalho devido o fato deste conceito se basear em produzir soluções para o mercado e gerar significados, estimulando aspectos que envolvem somente a experiência humana (VIANNA, 2011).

Para compreender o não humano e a posição técnica no mundo e a sua evolução, use-se o conceito de individuação dos objetos técnicos por meio dos conceitos de Campos e Chagas (2008) com a leitura de Gilbert Simondon, pensando o design pela individuação. “É possível compreender os objetos técnicos não enquanto peças descartáveis, mas sim como resultados de diversos desenvolvimentos em processos contínuos de evolução” (CAMPOS; CHAGAS; apud SIMONDON, 1969, pg. 19). Neste sentido, para se tornar indivíduo, o objeto técnico deve-se

---

<sup>13</sup> Design thinking é um conceito que descreve a maneira pouco convencional como o designer percebe as coisas e age sobre elas, identificando problemas que afetam o bem estar das pessoas e gerando soluções (VIANNA, 2011).

passar pelo processo de concretização – reformulando parâmetros para se avaliar a atividade técnica – onde não são os índices de produtividade e a capacidade de intervenção pontual de uma máquina que determinam sua eficiência, mas a passagem de um estado de artificialidade e desarticulação para uma sinergia complexa dos componentes internos (CAMPOS; CHAGAS, 2008).

Para Meyer (2011), quando trata-se 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 atores interfere diretamente na construção de um artefato, no qual este depende de um conjunto de interesses de diversos atores nos quais podem alterar seus objetivos primários. Portanto, a partir desta perspectiva, o autor levanta um questionamento no que se 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, pg 15).

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<sup>14</sup>, o serviço a distribuição e a logística, a imagem e a comunicação com o mercado, os torna habilitados a reconhecer e conectar valores e a convertê-los em atributos mensuráveis, sob a forma de inovações (KRUCKEN, 2009).

Os produtos locais são manifestações culturais fortemente relacionadas com o território e a comunidade que os gerou (KRUCKEN, 2009). Para a autora, esses produtos são os resultados de uma rede, tecida ao longo do tempo, que envolve recursos da biodiversidade, modos tradicionais de uma rede, tecida ao longo do tempo, que envolve recursos da biodiversidade, modos tradicionais de produção, costumes e também hábitos de consumo. O

---

14 Importante salientar que o conceito de redes abordado por Krucken (2009) se difere de Latour (2012) pois este aborda uma relação mais ampla entre humanos e não-humanos.

desenvolvimento de alianças e redes, bem como a integração de ações no território, de acordo com Krucken (2009), são essenciais para fortalecer a competitividade local e a valorização de produtos e serviços, equilibrando tradição e inovação. Para a autora, as relações estabelecem a base, a fundamentação inicial e essencial para que se forme a rede.

As principais ações para promover o desenvolvimento de redes, na visão de Krucken (2009), e de cadeias de valor baseadas em recursos da biodiversidade são:

- a. Consolidar e manter a qualidade e a autenticidade dos produtos locais, resultantes do uso sustentável dos recursos, dos processos de cultivo e de produção;
- b. Fortalecer a capacidade gerencial dos produtores e estimular a colaboração e a formação de redes;
- c. Desenvolver interfaces que aproximem produtores e consumidores (feiras, eventos, etc.);
- d. Desenvolver a infraestrutura necessária para a distribuição e a comercialização de produtos e para a interação e a articulação dos atores da rede;
- e. Reconhecer os marcadores de identidade local e comunicar efetivamente os produtos e serviços, de forma que o consumidor possa reconhecer seus valores (KRUCKEN, 2009, pg. 68).

## 2.3 Design e seleção de materiais para a sustentabilidade local

Para compreender o desenvolvimento de materiais por meio de diversos grupos sociais, Bijker (1997) discute conceitos de marco tecnológico<sup>15</sup> a partir do seu artigo falando sobre a baquelita – um material de resina sintética no qual foi fruto de uma ampla história no estudo de materiais plásticos. Este conceito se aplica por meio da interação de diversos atores, similares aos conceitos de rede acima propostos tanto por Callon (2008) quanto por Latour (2012). Para o autor, o marco tecnológico revela como uma tecnologia existente pode estruturar um ambiente social, assim como também pode ser usada para mostrar como o ambiente social estrutura o design de um artefato.

As relevâncias dos grupos sociais podem (re) definir problemas e processos mais importantes de estabilização dos artefatos. Desta forma, diferentes práticas de uso podem interferir no design de artefatos, nas quais podem partir de atores sociais não tão envolvidos no processo técnico (por exemplo os próprios grupos sociais que utilizam este artefato ao invés dos pesquisadores e engenheiros) revelando um caráter dinâmico e multidimensional no desenvolvimento tecnológico, formando o que o autor revela ser um “tecido sem costuras”<sup>16</sup> (BIJKER, 1997).

Latour (2014) faz uma crítica a visão modernista que divide a materialidade e o design, na qual relação está se dissolvendo. Materiais e design de produto é uma combinação funcional entre a arte e a ciência na visão de Ashby e Johnson (2011), em que coloca-se a importância no processo de encontrar soluções que geram significado para as pessoas, que proporcionem novas experiências e criem impacto positivo na sociedade. Neste sentido, os materiais desempenham

---

15 Um marco tecnológico é composto de conceitos e técnicas empregados por uma comunidade para solução de problemas. A solução de problemas entende-se como um conceito muito amplo que inclui o reconhecimento de um problema, assim como as estratégias disponíveis para resolver tais problemas e os requisitos que devem cumprir para uma solução aceitável – traduzido de Bijker (1997).

16 Esta conotação não assume a priori diferenças entre fatores científicos, técnicos, sociais, culturais e econômicos (BIJKER, 1997).

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

Para Ashby e Johnson (2011), problemas sociais e ambientais induzem hoje uma forma de consumo mais correto, onde as pessoas buscam produtos que sejam sustentáveis e cativantes, cabendo ao designer confeccionar estes produtos. Os autores afirmam que os avanços na área de materiais permitem avanços no design industrial, podendo gerar novos comportamentos, experiências e arquiteturas. Portanto, os materiais desempenham dois papéis que se sobrepõe: proporcionar funcionalidade técnica e o de criar personalidade para o produto (ASHBY; JOHNSON, 2011).

Explorar os aspectos físicos dos materiais se faz necessário a entrada na fábrica e conhecer as pessoas que lidam com o processo de produção, conceito este que harmoniza com a abordagem sociotécnica de Dagnino, Brandão e Novaes (2004). Precisa-se evoluir de uma sociedade industrial impulsionada pelo consumismo para uma sociedade que respeita e aprecia os aspectos de eficiência e aparência (ASHBY; JOHNSON, 2011).

Os materiais estão diretamente relacionados com o design, exercendo profundas influências sobre as soluções de design. Isso ocorre, devido ao fato de que, principalmente, concretizam ideias dos projetistas, tornando-as tangíveis para as pessoas. Assim, a configuração dos produtos é dependente dos materiais, de seus fatores tangíveis e intangíveis, ou seja, de suas características físicas, definidas por suas propriedades e também por fatores simbólicos, semânticos, estéticos, interligados diretamente com a cultura. Este leque de características próprias influencia a percepção dos produtos pelos usuários, o que pode definir suas preferências e escolhas por determinados produtos. Assim, podem surgir designs inovadores a partir de materiais ou podem ser desenvolvidos novos materiais para atender a determinadas soluções de design (CALEGARI e OLIVEIRA, 2013, pg. 61).

De acordo com Ashby e Johnson (2011), a maioria dos novos materiais para design surge por meio da comercialização de pesquisas, isto é, por meio do desenvolvimento impulsionado pela ciência.

Novos materiais muitas vezes são o ponto de partida para os designers – eles inspiram e podem ser manipulados para se obter produtos que nunca tinham parecido possíveis antes. É fácil intentar uma história para a ideia de “cerâmica de alta tecnologia” ou “alumínio da era espacial” ou “compósitos avançados” – a linguagem das novas tecnologias sempre parece despertar uma percepção de algo novo e de algo melhor.

O que muitas vezes é esquecido é que os materiais possuem não só um apelo técnico como também pessoal. E com frequência o desafio nesse setor industrial é lembrar do elemento humano e não focar apenas a tecnologia (ASHBY; JOHNSON, 2011, pg. 159).

Para os autores, a utilização destes novos materiais, conduz a compatibilidade das exigências para o design de produto – sendo que isto significa muito mais do que apenas atributos técnicos, ou seja, o designer influencia o desenvolvimento de materiais sugerindo ou requisitando comportamentos técnicos, de processamento e estéticos específicos.

De acordo com Kindlein e Busko (2006), a especificação criativa dos materiais e dos processos produtivos é fundamental para concretizar projetos, trazendo benefícios intrínsecos e extrínsecos em seu desenvolvimento e produção. De acordo com 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 para a contribuição no desenvolvimento do projeto. “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).

Para Carvalho (2014), os esforços para promover a longevidade dos materiais naturais estão só começando, onde 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. Para a autora, é difícil conformar uma rede de fornecedores de materiais orgânicos, onde muitas vezes os próprios produtores que detêm estes rejeitos desconhecem o valor desta matéria.

Algumas instituições que desenvolvem projetos sustentáveis com as comunidades de artesãos costumam convidar profissionais de áreas afins para trocar experiências com os chamados “grupos produtivos” do artesanato. Para que o trabalho nas comunidades seja bem-sucedido, deve partir dos grupos de artesãos a iniciativa de solicitar a colaboração de um profissional de fora, um designer por exemplo. Embora muitos artesãos sejam admiravelmente criativos, às vezes informações sobre as demandas externas não chegam até eles, e, nesse caso, o olhar de fora exerce uma influência bastante positiva. A atuação de um designer junto a artesãos consiste em desenvolver com eles novas propostas de produtos a partir do aprimoramento de técnicas e de um novo conceito

de design, sem permitir, entretanto, que se percam as características culturais de cada região (CARVALHO, 2014, pg. 22).

Quando se solicita um designer para auxiliar um grupo de artesãos, entende-se que este não irá “ensinar” alguma coisa, mas sim contribuir com o trabalho a partir de seus conhecimentos (CARVALHO, 2014). Segundo a Portaria SCS/MDIC nº29, de 5 de outubro de 2010, a definição de artesão é:

É o trabalhador que de forma individual exerce um ofício manual, transformando a matéria prima bruta ou manufaturada em produto acabado. Tem o domínio técnico sobre materiais, ferramentas e processos de produção artesanal na sua especialidade, criando ou produzindo trabalhos que tenham dimensão cultural, utilizando técnica predominantemente manual, podendo contar com o auxílio de equipamentos, desde que não sejam automáticos ou duplicadores de peças (CARVALHO, 2014, pg. 118).

O artesanato está ligado ao envolvimento lúdico e prazeroso do trabalho manual (CARVALHO, 2014). Para a autora, quando se perde este espírito há um desânimo que reflete diretamente no trabalho desenvolvido e cabe ao designer esclarecer que as peças devem ser desenvolvidas pela qualidade que oferece, qualidade esta que está presente no acabamento – que é a base para diferenciar o bom artesanato.

### **2.3.1 O gesso**

As pequenas empresas de artesanatos sacros em gesso auxiliam na geração de renda da população do município de Aparecida, cidade pequena, de 35 mil habitantes, que possui um turismo religioso intenso, na qual reuniu cerca de 12 milhões de turistas em 2015 (G1, 2016). 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, onde o design catalisa inovação e a criação de produtos e serviços diretamente ligados ao território no qual foram produzidos.

De acordo com Barbosa, Ferraz e Santos (2014), o 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. A gipsita é o mineral compacto de baixa dureza, pouco solúvel em água, que é a matéria prima para o gesso (BARBOSA; FERRAZ; STAROS, 2014).

Há uma necessidade de estudos que tratam do melhoramento da resistência mecânica do gesso hemihidratado, pois este, apesar da boa aparência oferecida quando empregado na construção civil, tem sua aplicação limitada devido sua baixa resistência comparada a alvenaria. (BARBOSA; FERRAZ; STAROS, 2014).

Há uma grande variedade de estudos visando melhorar as propriedades do gesso, como a resistência física e mecânica, rugosidade e aderência à tinta, entre outras por meio da adição de carga de outros materiais e compósitos<sup>17</sup>. Por meio da utilização de pequenas quantidades de aditivos, geralmente em concentrações menores do que 1% 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 as especificações desejadas para cada tipo de uso (BALTAR, 2009).

### **2.3.2 As cascas de arroz**

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 contem, em média, 95 a 98%, em peso, de sílica, na forma amorfa hidratada, perfazendo 13 a 29% do total da casca (HOUSTON, 1972).

---

<sup>17</sup> Classe de materiais compostos por uma fase contínua (matriz) e uma fase dispersa (reforço ou modificador), contínua ou não, cujas propriedades são obtidas a partir da combinação das propriedades dos constituintes individuais (regra da mistura). Por C.Y. SHINGUE na disciplina de Materiais Compositos no DEMAR, USP em 2007.

Kumar (2012) descreve as diversas aplicações para a utilização das cinzas das cascas de arroz, tais como: **a.** Indústria de aço, **b.** Indústria da cerâmica, **c.** Fonte de sílica, **d.** Indústria de cimento e construção, **e.** Outras aplicações.<sup>18</sup>

A cinza da casca do arroz é usada na fabricação de tijolos refratários por causa das suas propriedades de isolamento. Ela tem sido usada na fabricação de placas isolantes leves de baixo custo. Foram usadas como fonte de sílica para a produção de cordierite. A substituição de caulinite sílica com casca de arroz na composição da mistura, produz cordierites superiores com uma temperatura mais baixa e cristalizam, diminuindo a energia de ativação de cristalização (KUMAR, 2012, pg. 02)<sup>19</sup>.

A casca de arroz (CA) é um dos mais abundantes resíduos agroindustriais, sendo que para cada tonelada de arroz em casca, 23% correspondem a casca e 4% correspondem as cinzas. (DELLA, 2005, p. 22). A produção de arroz no Brasil em 2012 foi de 11,5 milhões de toneladas, atingindo a 9º posição no ranking da maior produção mundial, de acordo com dados da FOA (2012). 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 comercializado ao preço da sílica ativa (US\$600,00/tonelada), o que geraria um faturamento de 280,8 milhões de dólares por ano (DAFICO, 2014).

O arroz é o principal produto agrícola cultivado no Vale do Paraíba, destacando-se as áreas de São José dos Campos, Caçapava, Pindamonhangaba, Roseira, Guaratinguetá e Lorena (PASIN, 2001). De acordo com o autor, o município de Canas, emancipado de Lorena em 1993, é conhecido por ter sua economia baseada no setor agrícola, com o plantio de arroz, e no setor industrial pela fabricação de cerâmicas tendo grande parte da produção realizada por meio de micro e pequenos produtores locais. A utilização de recursos locais e seus potenciais podem ser vistos na Figura 3.

---

<sup>18</sup> Cabe ressaltar que não foram encontrados até então estudos que utilizem a casca de arroz *in natura* para a aplicação em matrizes cerâmicas. Devido este fato, para embasar este trabalho, argumenta-se a partir das cinzas das cascas de arroz que tem seus diversos estudos e aplicabilidades.

<sup>19</sup> Para facilitar o entendimento deste contexto, a referencia direta foi traduzida para o português.

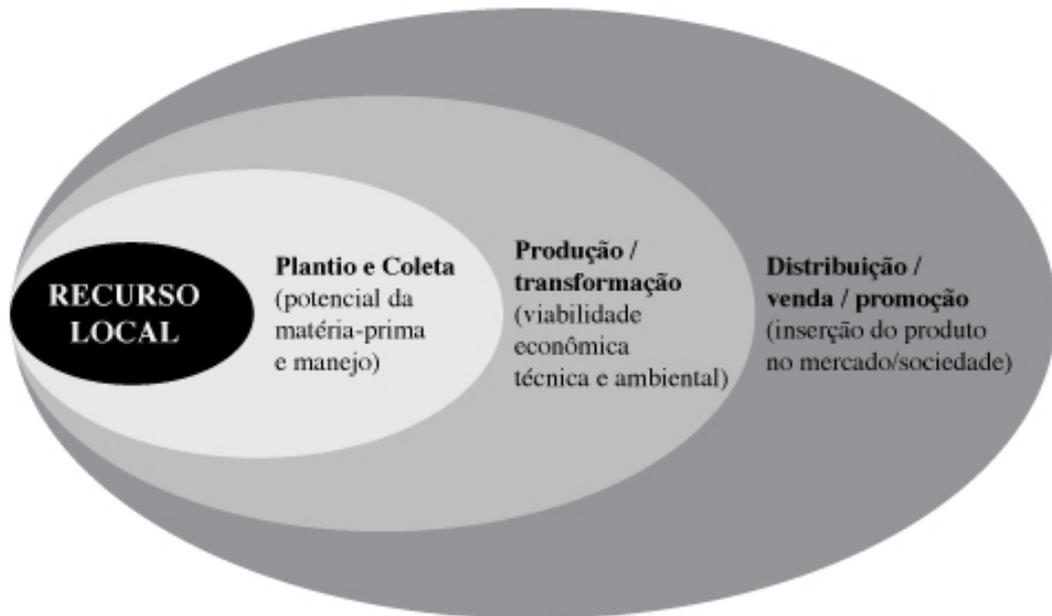


Figura 3 – Mapa para análise Sistêmica do potencial de um recurso local.

Fonte: Adaptado de Krucken (2009).

### 2.3.3 Compósito de gesso com cascas de arroz

De acordo com Callister (2007) as fibras de casca de arroz podem ser classificadas como curtas, descontínuas e orientadas aleatoriamente e para o autor “a consideração em relação à orientação e ao comprimento da fibra para um compósito específico irá depender do nível e da natureza da tensão aplicada, assim como dos custos para a fabricação” (CALLISTER, 2007, pg. 435). A produção de compósitos com fibras curtas e orientadas aleatoriamente são fáceis de manusear e formas complexas podem ser conformadas, além dos custos de fabricação serem consideravelmente menores.

A adição de pequenas fibras de celulose no gesso, provenientes de papel reciclável, contribuem 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.

Existe uma diferença entre compósitos tradicionais e compósitos reforçados com fibras, sendo que estes têm constituição molecular diferente, são mecanicamente separáveis – trabalhando juntos, porém mantendo sua forma original (MAZUMDAR, 2002). O autor aborda que a matriz satisfaz algumas funções na estrutura do compósito e as fibras não tem muita utilidade sem a matriz, na qual exerce funções importantes para o material, tais como:

- 1) *A matriz amarra as fibras e transfere a carga para elas, aumentando a rigidez e a forma da estrutura;*
- 2) *A matriz isola as fibras, assim cada fibra pode agir separadamente, parando ou diminuindo a propagação de rachaduras;*
- 3) *A matriz fornece um melhor tratamento de superfície;*
- 4) *A matriz fornece proteção ao reforço da fibra contra-ataques químicos e danos mecânicos;*
- 5) *Outras propriedades também podem ser melhoradas dependendo do tipo de fibras e matrizes usadas (MAZUMDAR, 2002).*

## **2.4 Desenvolvimento sustentável**

A necessidade de harmonizar os objetivos econômicos, sociais e ambientais reflete-se no conceito de “desenvolvimento sustentável” (KRUCKEN, 2009). Para a autora, a dimensão ambiental na cultura e na prática projetual foi, primeiramente, centrada na redução do impacto ambiental de materiais e processos. Partindo da evolução do ciclo de vida do produto, considera-se neste momento todas as etapas do processo produtivo, de distribuição, consumo e descarte do projeto de um produto. Para Andrade (2011), 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.

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. O designer, portanto, assume o papel de facilitador ou agente ativador de inovações colaborativas, promovendo interações na sociedade, como mostra a Figura 4.

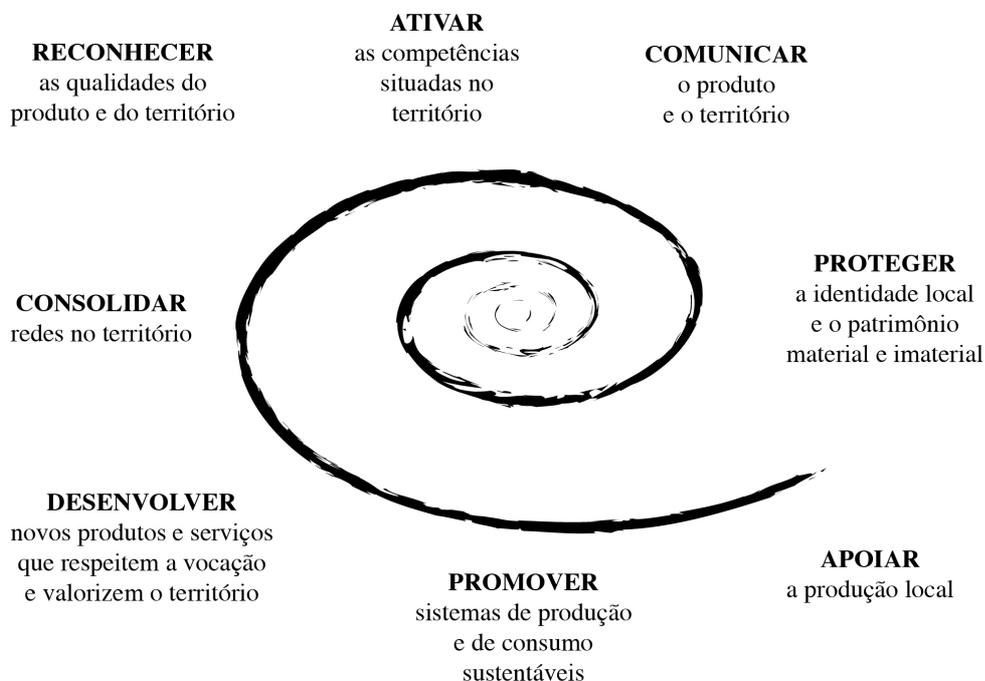


Figura 4 – Ações essenciais para promover produtos e territórios.

Fonte: Adaptado de Krucken (2009).

O governo federal vem defendendo, por meio de suas mais recentes políticas e programas a importância da incorporação do design e de estratégias socioambientais como forma de promover melhorias de produtos e processos. Tais melhorias passam por uma produção mais limpa, pelo aumento da eficiência produtiva, pelo apoio ao desenvolvimento de cadeias de reciclagem e pelo aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras com vistas ao desenvolvimento sustentável e a expansão das exportações. (BRASIL, 2011; BRASIL, 2007).

O desenvolvimento sustentável colocado por Sachs (2004) deve-se forçar a desenhar uma estratégia que se baseie nestes três pilares: 1) ser *inclusivo* do ponto de vista social; 2) ser *sustentável* do ponto de vista ecológico; e 3) ser *sustentado* do ponto de vista econômico.

como ambientais (SACHS, 2004). A Figura 5 mostra as interseções desta tríplice interação.

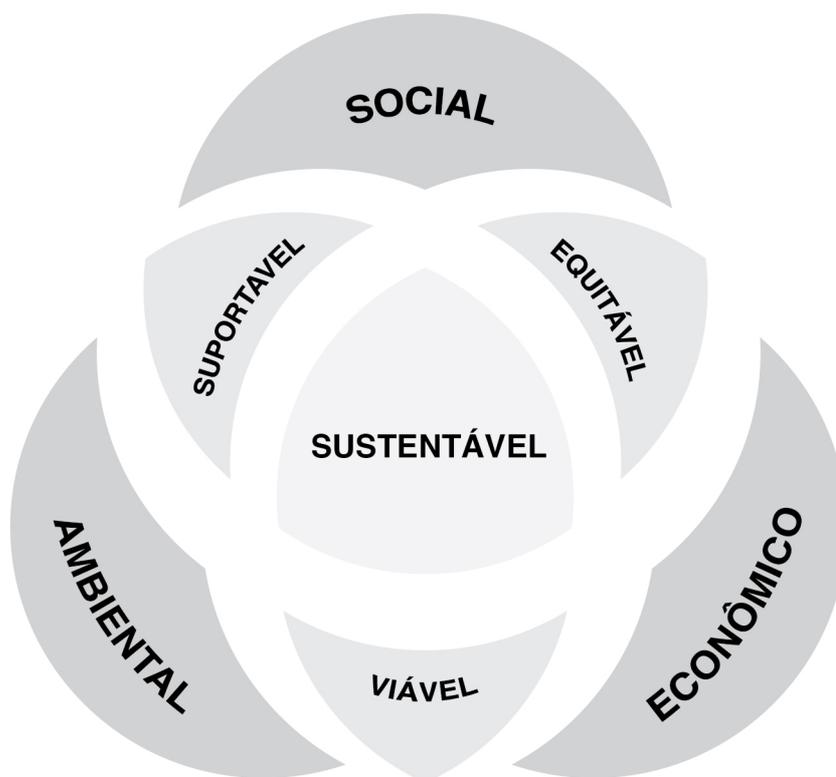


Figura 5 – Triple Bottom Line (tripé da sustentabilidade).

Fonte: Adaptado dos conceitos de John Elkington.

Latour (2014) traz a tona o pensamento de Peter Sloterdijk, pensador alemão, no qual amplia a extensão da noção de design, quando diz que “*Dasein*<sup>20</sup> está no mundo” e fazendo uma crítica ao pensar que as crises ecológicas não passam de uma compreensão na qual expõe o fato de que não existe um lado de fora neste mundo. Neste sentido, faz se uma pergunta: “Como podemos agrupar por meio do design questões de interesse de modo a oferecer para as disputas políticas uma visão geral das dificuldades que nos envolverão a cada vez que precisarmos modificar os detalhes práticos da nossa existência material?” (LATOURE, 2014, pg. 19).

Junior, Donato, Ferreira e Lewinsohn (2015), comentam a respeito do surgimento dos problemas de sustentabilidade devido a eliminação das barreiras ecológicas levantadas entre a

---

<sup>20</sup> Dasein é um termo alemão usado num contexto filosófico como sinônimo para existência, ser-aí-no-mundo.

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. 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 conhecimento e percepção dos riscos para a sociedade (JUNIOR; DONATO; FERREIRA; LEWINSOHN, 2015).

Sartori, Latrônico e Campos (2014) realizaram uma taxonomia no campo de literatura a cerca da sustentabilidade, definida por um longo processo histórico, que de forma complexa e contínua surgem diferentes abordagens, caracterizada por uma grande variedade de temas, assuntos em diferentes áreas de atuação, na qual coloca a necessidade dos projetos se tornarem cada vez mais alinhados ao *Triple Bottom Line*<sup>21</sup>. Portanto, “como construir uma análise “aplicável” a diferentes visões sobre sustentabilidade, capaz de reconhecer os arranjos conceituais disciplinares e/ou interdisciplinares que lhes são característicos? “ (JUNIOR; DONATO; FERREIRA; LEWINSOHN, pg. 45, 2015). Buscando responder este questionamento, os autores abordam a leitura de Latour (1994)<sup>22</sup> e apontam que a forma de analisar distintamente dimensões híbridas de sustentabilidade seria na observação das redes nas quais se articulam as interações entre atores humanos e não humanos que abarcam perturbações, riscos e ameaças ambientais determinadas em cada proposta.

## 2.5 Design como tecnologias sociais

Existe um questionamento no que diz respeito a aplicação de modelos científicos e tecnológicos de países desenvolvidos no Brasil. Há uma necessidade de criar tecnologias que tenham um enfoque nacional ou local, levando em consideração diferenças culturais, demanda específicas, diversidade de recursos, entre outros fatores que estão firmemente amarrados dentro de um contexto. A relação entre ciência, tecnologia e inovação continua a ser descrita

---

<sup>21</sup> Também conhecido como tripé da sustentabilidade é um conceito criado por John Elkington em meados de 1990, visando a conexão entre o ambiental, social e econômico, como mostra a Figura 5.

<sup>22</sup> Apesar de pensamentos e teorias concomitantes do mesmo autor, foi usado nesta referencia o livro *Jamais Fomos Modernos* de Latour 1994.

por meio de modelos interativos, mas esses são mais complexos na medida em que os vínculos internos e externos são importantes, assim como a influência e atores múltiplos (VELHO, 2011). Segundo Bijker (1997):

Tecnologia é formada não só pelas estruturas sociais e relações de poder, mas também pela ingenuidade e o comprometimento emocional dos indivíduos. As características destes indivíduos, contudo, também são produto de uma formação social. Valores, habilidades e objetivos são formadas em culturas locais, e podem-se, portanto, entender a criatividade tecnológica conectando-a a contextos históricos e sociológicos. Como pode-se conectar as interações de atores individuais assim como engenheiros e usuários nos processos sociais? (BIJKER, 1997, pg. 4).<sup>23</sup>

O fato do designer ter a capacidade de promover interfaces, criando conexões entre redes distintas de atores humanos e não humanos o coloca em um papel importante na articulação dos saberes tecnocientíficos para o desenvolvimento de novas tecnologias (LATOURETTE, 2014). “O design se estendeu dos detalhes de objetos cotidianos para cidades, paisagens, nações, culturas, corpos, genes e para a própria natureza – a qual precisa urgentemente ser reelaborada” (LATOURETTE, 2014, pg. 2).

A criação de produtos de design por meio de um conceito social é abordado por Fornasier, Martins e Merino (2012) que tem o intuito de promover mudanças sociais. A palavra “design” tem adquirido uma nova significância uma vez que tem se tornado aplicável a um espectro de coisas imensuravelmente maiores do que produtos, valores estéticos, luxo e beleza, entre outras definições criadas nas primeiras concepções modernistas do design, camuflando a função primordial do designer que é auxiliar nas necessidades básicas da sociedade (FORNASIER, MARTINS E MERINO, 2012).

As consequências geradas pelas ações e projetos sociais que o design pode desenvolver se convertem em benefícios econômicos, desde geração de rendas a comunidades carentes até lucros significativos a grandes empresas, e isso não pode ser visto como um aspecto negativo. Mas se essas empresas não reverterem os lucros para as ações sociais, em pouco tempo poderão ficar à margem e sofrer as consequências. Diante do efeito do capitalismo, é preciso mais do que nunca repensar o papel do design. (FORNASIER; MARTINS; MERINO, 2012).

---

<sup>23</sup> Tradução do texto original em inglês – Bijker (1997).

De acordo com Kimbell e Julier (2012), existem sete hábitos do design social, os quais são:

- ✓ Contar histórias e desenvolver mapas;
- ✓ Trabalhar na escala humana e conectar por meio de redes pessoas e coisas;
- ✓ Olhar tanto para o detalhe quanto para o todo;
- ✓ Desenvolver coisas para testar, explorar e aprender;
- ✓ Imaginar cenários de uso, provar e inspirar alternativas;
- ✓ Fazer familiarizações com o não-familiar e vice-versa;
- ✓ Criar designs que sejam baseados na forma com que as pessoas estão acostumadas a fazer, ao invés de fazer baseado no que elas ou outros dizem que fazem (KIMBELL; JULIER, 2012).

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, onde 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:

- 1) Ser adaptada a pequenos produtores e consumidores de baixo poder econômico;
- 2) Não promover o tipo de controle capitalista de segmentar, hierarquizar e dominar os trabalhadores;
- 3) Ser orientada para a satisfação das necessidades humanas (produção de valores de uso);

- 4) Incentivar o potencial e a criatividade do produtor direto e dos usuários;
- 5) Ser capaz de viabilizar economicamente empreendimentos como cooperativas populares, assentamentos de reforma agrária, a agricultura familiar e pequenas empresas.

Orientar de modo eficaz as ações atinentes à promoção da TS, no plano das políticas públicas, e no plano cognitivo do seu desenvolvimento, supõe alterar a estratégia que tem sido adotada até agora. A qual parte das implicações sociais, econômicas políticas, ambientais, etc. negativas da TC buscando, por exclusão ou negação, o desenvolvimento da TS; uma tecnologia que não determine essas implicações. Ou seja, buscando o desenvolvimento de algo-que-não-é-aquilo que não queremos (DAGNINO, 2009, pg. 98).

Dagnino (2011) procura de uma forma aprofundada responder a uma questão intrigante para a comunidade científica da atualidade, afinal o que significa Ciência & Tecnologia (C&T)? Seus argumentos percorrem num aprofundamento realizado em diversos trabalhos nos quais abordam uma questão central onde o que é chamado de C&T atualmente é “tão somente” um conhecimento produzido sob o égide do capital, assegurando sua reprodução. Portanto, o termo tecnociência<sup>24</sup> deve vir adjetivado do termo capitalista (DAGNINO, 2011).

Os processos de geração de conhecimento, colocados por Dagnino (2011), vão desde o surgimento do capitalismo ao imperativo da maximização do lucro e da reprodução ampliada do capital, fazendo com que suas características fiquem obscurecidas e naturalizadas por meio da exploração capitalista. Porém, o autor não aborda a possibilidade de existir um conhecimento “não-capitalista”. Neste sentido, o real conhecimento científico é aquele que persegue incansavelmente a “verdade”, sendo assim único e universal.

Esta exploração capitalista, apontada por Dagnino (2011), de modo a usufruir intensivamente e predatoriamente os recursos naturais, promoveu um detrimento da oportunidade de vida de seres vivos humanos e não humanos, levando inevitavelmente a uma

---

<sup>24</sup> De acordo com Dagnino (2011), o conceito de tecnociência parte de uma ideia simples, que reconhece – de modo pragmático e ideologicamente orientado – a intencionalidade política das ações humanas. De acordo com ela, a tecnociência capitalista é aquela que visa a reprodução do capital.

degradação ambiental completamente insustentável, o que não justifica uma pesquisa com o viés de desenvolvimento sustentável se posicionar por meio dos conceitos desta tecnociência.

Tendo em vista que esta exploração capitalista não teve sucesso em solucionar problemas socioeconômicos e muito menos quanto ao aproveitamento de recursos naturais, sugere-se, com muita propriedade, que para a resolução de problemas sociais – para a inclusão social – se faz necessário à criação de uma “outra tecnociência”.

Para Novaes e Dias (2009), a definição de TS (Tecnologia Social) vem por meio de uma oposição ou negação à Tecnologia Convencional (TC). Os autores diferenciam a TC de TS por um conjunto de características, tais como:

- ✓ **Tecnologia Convencional:** ser poupadora de mão-de-obra, segmentada, alienante, hierarquizada e seu objetivo principal é maximizar a produtividade para acumular capital, fazendo com que países subdesenvolvidos sigam padrões mercadológicos de países desenvolvidos;
- ✓ **Tecnologia Social:** pode ser adaptada a pequenos produtores e consumidores, não promove o controle dos modos de produção capitalista, se baliza em satisfazer as necessidades humanas, incentiva o potencial criativo dos atores envolvidos, viabiliza empreendimentos cooperativos e de pequeno porte (NOVAES; DIAS, 2009).

De acordo com Dagnino, Brandão e Novaes (2004), 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). Qualquer análise administrativa que se propusesse a estudar tanto os aspectos sociais de uma organização, quanto os seus aspectos técnicos, poderia, sem muita violência à lógica, ser chamada de uma abordagem sociotécnica (GARCIA, 1980).

Assim, a partir de conceitos formadores da AST, foram definidas pelos autores sete modalidades para esta adequação:

1. **Uso**: o ato de usar a tecnologia empregada anteriormente, ou adoção de TC que reparta o excedente gerado;
2. **Apropriação**: reflete sobre a propriedade coletiva dos meios de produção – implicando numa ampliação dos conhecimentos dos aspectos produtivos gerenciais e de concepção dos produtos e processos;
3. **Ajuste do processo de trabalho**: pressupõe a adaptação da propriedade coletiva dos meios de produção à organização de seu processo de trabalho, adotando um caráter auto gestor;
4. **Revitalização ou repotenciamento das máquinas e equipamentos**: ajustes, recondição e revitalização do maquinário que auxilia no aumento de sua vida útil e readaptação para tecnologias antigas;
5. **Alternativas tecnológicas**: por meio de uma percepção crítica aos modelos tecnológicos tradicionais, sugere-se tecnologias alternativas à convencional;
6. **Incorporação de conhecimento científico-tecnológico existente**: parte do esgotamento de tecnologias alternativas e da percepção da necessidade da incorporação à produção de conhecimento científico-tecnológico existente ou em desenvolvimento, atendendo as demandas da AST;
7. **Incorporação de conhecimento científico-tecnológico novo**: resultado do esgotamento do processo de inovação devido a inexistência de conhecimento passível de ser incorporado a processos ou meios de produção para atender às demandas por AST., a partir de P&D ou universidades e que implicam a exploração da fronteira do conhecimento (NOVAES; DIAS, 2009).

Para Novaes e Dias (2009), as maneiras como diferentes grupos sociais interpretam e utilizam um objeto técnico, não são extrínsecas a ele. Os autores mostram que este conhecimento se produz ao longo de seu processo de construção sociotécnica, que se dá por uma mudança na natureza dos objetos. Só é possível entender o desenvolvimento de um artefato

tecnológico estudando o contexto sociopolítico e a relação de forças entre os diversos grupos com ele envolvidos (NOVAES; DIAS, 2009)

Novaes e Dias (2009) se basearam em três conceitos ou contribuições para a construção de uma Tecnologia Social (TS) a partir da AST:

- ✓ Os conceitos tecnológicos de Thomas Hughes;
- ✓ A abordagem a baseada na TAR, associada a Michael Callon, Bruno Latour e John Law;
- ✓ O construtivismo social da tecnologia por Wiebe Bijker e Trevor Pinch.

Estes três conceitos tem um objetivo em comum que é o de “abrir a caixa preta da tecnologia”, uma metáfora que coloca a tecnologia junto à sociedade como um “tecido sem costuras”. Coerentemente, elas se negam a identificar relações de causalidade mono-direcionais entre o social e o tecnológico e buscam uma alternativa ao que consideram a tensão paralisante entre o determinismo tecnológico<sup>25</sup> e o determinismo social, incapazes de dar conta da complexidade da mudança tecnológica (NOVAES; DIAS, 2009).

Para os autores, Novaes e Dias (2009), a metáfora do “tecido sem costura”<sup>26</sup> denota que os arranjos entre elementos técnicos e sociais resultam tanto na compreensão da condição tecnológica da mudança social quanto da condição social da mudança tecnológica. Quando se relaciona o ambiente social com o projeto de construção de um artefato, cria-se um marco de significado aceito pelos vários grupos sociais envolvidos e guia sua trajetória de desenvolvimento, além de explicar também como este ambiente social influencia no projeto de como a tecnologia existente influencia o ambiente social.

---

<sup>25</sup> Está ideia parte de uma teoria reducionista que infere que a tecnologia de uma determinada sociedade impulsiona o desenvolvimento de sua própria estrutura social e valores culturais.

<sup>26</sup> Para Novaes e Dias (2009), esta metáfora origina-se no âmbito dessa abordagem o conceito de conjunto (*ensemble*) sóciotécnico, que detona os arranjos entre elementos técnicos e sociais que dão como resultado uma outra entidade, algo mais do que a simples soma destes elementos. Os autores dizem que esse conceito permite compreender tanto a condição tecnológica da mudança social quanto a condição social da mudança tecnológica.

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).

Os conceitos tradicionais de inovação acarretam uma significância baseada nos conceitos de Schumpeter (1982) que se centralizam no desenvolvimento do sistema capitalista por meio das empresas. Andrade (2011) aponta alguns dos novos problemas colocados pelas práticas da inovação mediante as tendências de aprimoramento organizacional que diversos espaços produtivos vêm desenvolvendo. Para ele, uma das questões que se colocam como fundamentais nos dias de hoje é a relação entre o gesto técnico e inovação.

Já Dagnino (2008) coloca uma questão ainda mais intrigante: por que os “nossos” empresários não inovam? Em sua argumentação teórica em conjunto com o pensamento latino-americano em ciência, tecnologia e sociedade, nossa “condição periférica” engendrara um modelo de desenvolvimento, primeiro primário-exportador e depois de industrialização via substituição de importações, que levava a uma fraca “demanda social por conhecimento científico e tecnológico”. Segundo Dagnino (2008):

Nosso capitalismo periférico teria também engendrado uma forma distinta de produzir mercadorias especificamente periféricas. Uma forma que não se apoia na maximização do lucro pela via da extração da mais-valia relativa que a introdução da tecnologia no processo de produção das empresas dos países de capitalismo avançado propicia aos empresários, proprietários dos meios de produção. Uma forma que, repercutindo no nível da infraestrutura econômico-produtiva o que a superestrutura da formação econômico-social do capitalismo periférico facultava, se traduz num modo característico de maximização do lucro pela via da extração da mais-valia (que possui características de mais-valia absoluta) que, como se aclara em seguida, prescinde da inovação (DAGNINO, 2008, pg. 55).

O que é argumentado por Dagnino (2008) é que, para que o segmento crescente da comunidade de pesquisa insatisfeito com o nosso desastre social venha a atuar com vigor semelhante ao daquele que defende no processo decisório da política de ciência e tecnologia

(PCT) os interesses da empresa, é necessário uma mudança significativa na sua concepção sobre a relação ciência, tecnologia, sociedade.

O conceito de inovação social que poderia ser tomado como equivalente ao de tecnologia social, ao ver dos autores Novaes e Dias (2009), contém alguns problemas. Considerando uma visão schumpeteriana, a inovação tecnológica atribui novas maneiras de combinar “matérias e forças”, que seriam perseguidas pelos capitalistas pela sua capacidade de perturbar o mercado, garantindo temporariamente ao inovador uma posição diferenciada, de quase monopolista. Esta posição lhe permitiria realizar lucros extraordinários, substancialmente superiores aos lucros de seus concorrentes (NOVAES; DIAS, 2009).

Para Novaes e Dias (2009), o conceito de inovação remete, fundamentalmente, à criação ou melhoria de um produto, processo ou forma de organização com uma motivação necessariamente comercial. Quando uma novidade é criada sem essa finalidade ela é tida como uma invenção. Os autores colocam que, nesta distinção, aparentemente inócua, encontra-se o aspecto que, de fato, define a inovação no sentido estrito.

Andrade (2011) coloca que a crítica aos padrões lineares e simplistas de inovação, como o exposto na Figura 6, que enfocavam as relações estritas entre mercado e indústria, permitiu a construção de uma agenda de pesquisa centrada na difusão de informações e conhecimento, e novas variáveis de análise. A partir desse momento, algumas análises econômicas começam a manifestar a necessidade de ampliação da agenda de pesquisa centrada em inovação tecnológica, inserindo-se em um viés organizacional e pedagógico diferenciado. Seguindo esta linha de raciocínio, Andrade (2011) formula a seguinte pergunta: atores ligados à inovação possuem de forma apriorística interesses comuns e compartilhados que irão induzir ações cooperativas que levam à inovação?

A inovação depende menos de investimento intensivo de capital e inventividade técnica, e mais da criação de redes de circulação de informação e conhecimento. A problemática da inovação torna-se menos tecnológica e mais pedagógica, adquire um sentido econômico (distributivo) e social (coesão) que transcende os ditames operacionais da tecnologia (ANDRADE, 2011).



Figura 6 – Modelo linear do processo de inovação em seis estágios.

Fonte: Adaptado de Bijker (1997).

Nesta perspectiva, Andrade (2011) aponta que a discussão sobre produção e circulação de conhecimento em ambientes de inovação abre a perspectiva de análise baseada no capital social de um determinado contexto local, o que têm propiciado condições para a condução de pesquisas envolvendo técnicas sociais e circulação de saberes.

Os cientistas sociais que trabalham com movimentos sociais e grupos específicos podem incorporar a discussão sobre inovação com estudos focados, e articular de modo contextualizado as práticas tecnológicas com as instituições no seu entorno, sem se ater especificamente a mecanismos de mercado ou a novas tecnologias (ANDRADE, 2006).

Para Andrade (2006), o conceito de contexto adquire importância capital em sua sociologia da inovação. Em suas práticas, o autor considera que os agentes inovadores ao mesmo tempo constroem e se submetem aos seus respectivos contextos de inovação. Sua visão mostra que toda inovação solicita um contexto que lhe seja favorável e, caso seja impedido de manipular tal ambiente, o agente inovador se verá incapacitado para impor novas regras de articulação entre as tecnologias e o comportamento social.

Para entender inovações a partir de construções sociais, Bijker (1997) aborda o seu foco no processo de design de uma determinada tecnologia e em uma base empírica para tornar generalizações interessantes. Um senso comum intuitivo sobre a ideia de tecnologia e sociedade são respondidas pelos seus processos de desenvolvimento, no que se constitui o artefato, o design, as mudanças tecnológicas, a tecnologia e a sociedade no qual se tornaram elementos tecnológicos para revelar “conjuntos sociotécnicos” (BIJKER, 1997). Para compreender melhor a identificação de pesquisas empíricas, Bijker (1997) propõe “rastrear os atores” dentro de uma rede, pois atores sociais mais relevantes descrevem e delineiam grupos adequadamente, os quais serão relevantes portadores dos processos de desenvolvimento tecnológico, este sendo visto como um processo social, não como uma ocorrência autônoma.

O autor mostra que para estudar um sistema social, deve-se forçar em suas instabilidades e problemas, nos quais ajudaram a criar soluções e possíveis estabilidades. Na Figura 7, o autor ilustra as redes do final do processo evolutivo na concepção de um artefato, dividido em: **artefato, grupos sociais, problemas e soluções**. Neste caso, o autor utiliza a evolução da bicicleta para exemplificar melhor a evolução deste artefato em si, desde o seu início.

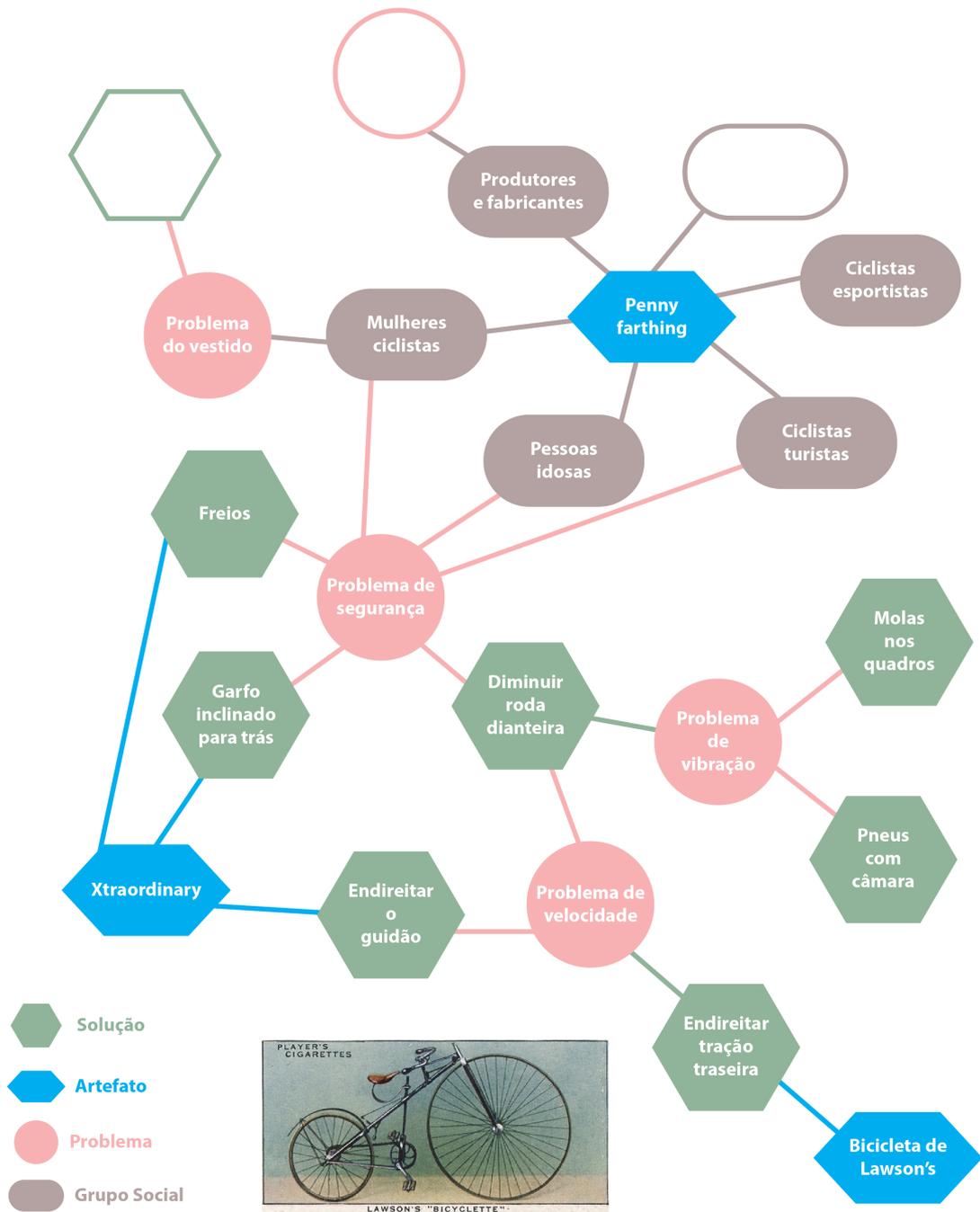


Figura 7 – Exemplo de construção social de um artefato – “A Bicicleta Segura”.

Fonte: O autor, baseado em Bijker (1997).

Bijker (1997) sugere que não são somente 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 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.

As redes são então entendidas como conformadas pela própria estrutura dos artefatos que elas criam, e que proporcionam uma espécie de plataforma para outras atividades (NOVAES; DIAS, 2009). Seria então, para os autores, o tratamento desse novo objeto de estudo que não admite uma hierarquia que postule a priori uma relação mono-casual – o acionar do ator-rede – e não da sociedade propriamente dita, o que permitiria entender como a sociedade e a tecnologia vão se conformando simultaneamente.

Em um contexto de redes heterogêneas, as relações entre humanos e artefatos levam a reconstruir as associações entre grupos sociais e sistemas tecnológicos. Não se pode mais colocar a tecnologia e a sociedade em áreas distintas, para Thomas (2008) as sociedades são tecnológicas assim como as tecnologias são sociais, somos “seres sóciotécnicos”. “Já é tempo de se olhar com mais cuidado o tipo de agregados até agora reunidos e como eles se conectam um com os outros” (LATOURE, 2012).

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. 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 hibridez do mundo real, no qual existe uma interação entre diferentes atores (RAYNAULT, 2011).

### 3 METODOLOGIA

Na concepção de redes, as mediações ganham destaque e apontam para um processo de constante redefinição (NOBRE; PEDRO, 2010). Este processo tece novas perspectivas e não garante uma estabilidade desta rede, determinada a priori. Para se trabalhar com a TAR, de acordo com os autores, demanda-se uma metodologia que possibilite a solidez dos fatos endurecidos e os fluxos – na dinâmica da construção e desconstrução de caixas-pretas.

Raynault (2011) aborda sobre a diversidade de práticas e implicações metodológicas de diferentes áreas de atuação. Se faz necessário que tal abordagem esclareça a acepção do conjunto de disciplinas e processos que promovem uma colaboração com os objetivos gerais da pesquisa. O autor coloca um eixo que diferencia formas de interdisciplinaridade conforme o objetivo de cada uma delas:

- ✓ ***Interdisciplinaridade de “serviço”***: uma disciplina é tida como base e busca competências de outras especialidades para responder obstáculos teóricos e metodológicos;
- ✓ ***O cruzamento de olhares científicos distintos***: trata-se de um trabalho interdisciplinar não hierarquizado, reunindo diversos campos disciplinares em torno de um objetivo comum, com intuito de resolver uma demanda social;
- ✓ ***Interdisciplinaridade conceitual***: envolve abordagens teóricas e epistemológicas por meio da própria reflexão científica, forjando conceitos transversais pela impossibilidade de censurar dimensões materiais e imateriais da realidade (RAYNAULT, 2011).

Neste sentido, esta pesquisa se enquadra em um *cruzamento de olhares científicos distintos*, 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. Devido o fato que estas três áreas distintas estão relacionadas, serão utilizados diferentes processos metodológicos ao longo do trabalho, conforme as necessidades forem identificadas pelos rastros dos atores envolvidos nos processos. De acordo com Raynault (2011), um objeto científico comum deve apresentar as seguintes características:

- ✓ **Híbrido:** não se reduzindo a leituras e explicações lineares, apresentando uma complexidade a partir de visões distintas;
- ✓ **Identificável** e passível de apropriação pelos diferentes atores e cientistas implicados na pesquisa;
- ✓ **Compatível** com os diferentes instrumentos metodológicos fornecidos pelas disciplinas envolvidas (RAYNAULT, 2011).

## **3.1 Materiais**

No que se refere ao estudo da aplicação das cascas de arroz ao gesso para o desenvolvimento de um compósito, foram utilizados os seguintes materiais:

### **3.1.1 Cascas de arroz**

A casca de arroz utilizada foi coletada no beneficiamento do arroz Alto do Marins em uma fazenda no município de Canas, São Paulo.

### **3.1.2 Água**

A água utilizada para a mistura deste compósito, em todo o processo, foi água potável fornecida pela rede pública.

### **3.1.3 Gesso**

O gesso utilizado nesta pesquisa foi o gesso fundição que segue o padrão NBR-13207 da marca Ouro Fino e Plasmar – composto basicamente por Sulfato de Cálcio Hemidratado com impurezas abaixo de 2%. A escolha desse gesso foi devido ao fato de que o mesmo é utilizado no processo de fabricação dos artefatos produzidos em Aparecida, São Paulo.

### **3.1.4 Silicone**

Para a confecção dos moldes dos corpos de prova, no modelo estético estabelecido pelos artesãos, foi utilizado silicone para moldar do tipo B1 azul da siliart artesanato.

### **3.1.5 Equipamentos**

- Desintegrador - triturador JF 2-D;
- Moinho de bola planetário NOAH NQM-2;
- Agitador eletromagnético Bertel;
- Peneiras para análise granulométrica nos padrões de 63 $\mu$ m, 75 $\mu$ m e 90 $\mu$ m seguindo os padrões ABNT 230, 200 E 170;
- Microscópio Eletrônico de Varredura Zeiss EVO MA15;
- Microscópio Eletrônico de Varredura de bancada modelo Pro X;
- Metalizador Quorum Q 150R ES;
- Batedeira planetária Moema;
- Balança industrial KN WAAGEN 20/01 – capacidade mínima 5g, máxima 20kg.
- Balança analítica Marte AL 500C sensibilidade 0,01g;
- Paquímetro;

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1 Métodos relativos ao design social**

O processo de design em um contexto social se dá a partir de práticas exploratórias, promover sentidos, propostas e iterações, baseados nas ferramentas e conceitos metodológicos propostos por Kimbell e Julier (2012). Nesta pesquisa, o conceito mais relevante se refere a promoção de sentidos, onde se aprende por meio da própria pesquisa e a torna útil e aplicável. Os métodos se dão por definir os problemas e (re) definir as propostas.

#### **3.2.1.1 Definição de problemas**

Com a finalidade de narrar a totalidade de questões complexas e interconectadas, foi utilizado o método adaptado pela Tabela 1 a partir dos métodos de design social por Kimbell e

Julier (2012) de definição de problemas de um determinado ator, com a finalidade de entender e definir os problemas dos atores mais relevantes nesta pesquisa.

### **DEFINIÇÃO DE PROBLEMAS**

<b>Qual o problema?</b>	
<b>De quem é este problema?</b>	
<b>Quais fatores socioculturais que moldam este problema?</b>	
<b>Qual evidencia se tem de que este problema é significativo?</b>	
<b>Poderia se pensar neste problema de uma forma diferente? Poderia ser repaginado?</b>	

Tabela 1 – Método para definição de problemas.

Fonte: Adaptado de Kimbell e Julier (2012).

#### **3.2.1.2 Fatores de mudança**

Para entender melhor as questões chave que permeiam uma imagem mais ampla, na qual este material terá um maior impacto durante os próximos anos, foi desenvolvida a Tabela 2 a partir dos métodos propostos de design social com os possíveis fatores de mudança que

identifica os novos apontamentos necessários para que haja uma mudança neste cenário a longo prazo.

### FATORES DE MUDANÇA

<b>ECONÔMICO</b>	
<b>FUNCIONAL</b>	
<b>AMBIENTAL</b>	
<b>EMOCIONAL</b>	
<b>CULTURAL</b>	
<b>SOCIAL</b>	

Tabela 2 – Método para fatores de mudança.

Fonte: Adaptado de Kimbell e Julier (2012).

### 3.2.2 Métodos relativos aos materiais

Nos conceitos da engenharia, os processos metodológicos que foram utilizados neste trabalho englobam a análise do comportamento do material compósito de cascas de arroz com gesso, a partir de testes físicos e mecânicos presentes nas normas ASTM C472-99 (2014),

**Métodos para ensaios físicos em Gesso**, ASTM C28 / C28M-10 (2015) e , ASTM C59 / C59M-00 (2015), **Especificações e padrões para Gesso**. A caracterização foi determinada de acordo com Mazumdar (2002) e Callister (2007) como compósitos de fibras pequenas. As propriedades foram definidas de acordo com a norma ASTM C472 tais como ensaios mecânicos e a granulometria.

### 3.2.2.1 Coleta das cascas de arroz

A coleta das cascas de arroz foi realizada na fazenda Alto do Marins, uma pequena empresa que pesquisa, produz, beneficia e comercializa diferentes variedades de arrozes especiais, tais como arroz preto, arbóreo, basmati, entre outros. Estas cascas foram coletadas no campo onde são expelidas pelo processo de beneficiamento, como mostra a Figura 8.



Figura 8 – Local de descarte das cascas de arroz na fazenda Alto do Marins.

Fonte: O autor.

### 3.2.2.2 Processo de trituração das cascas de arroz

Logo após a coleta da casca de arroz, foi realizado uma etapa de moagem em triturador da própria fazenda (modelo JF 2-D), conforme mostrado na Figura 9. Este equipamento é utilizado em geral para fazer farinhas e comporta uma peneira de 90 $\mu$ m. A decisão de utilizar o equipamento da própria fazenda foi devido a redução dos custos do processo.

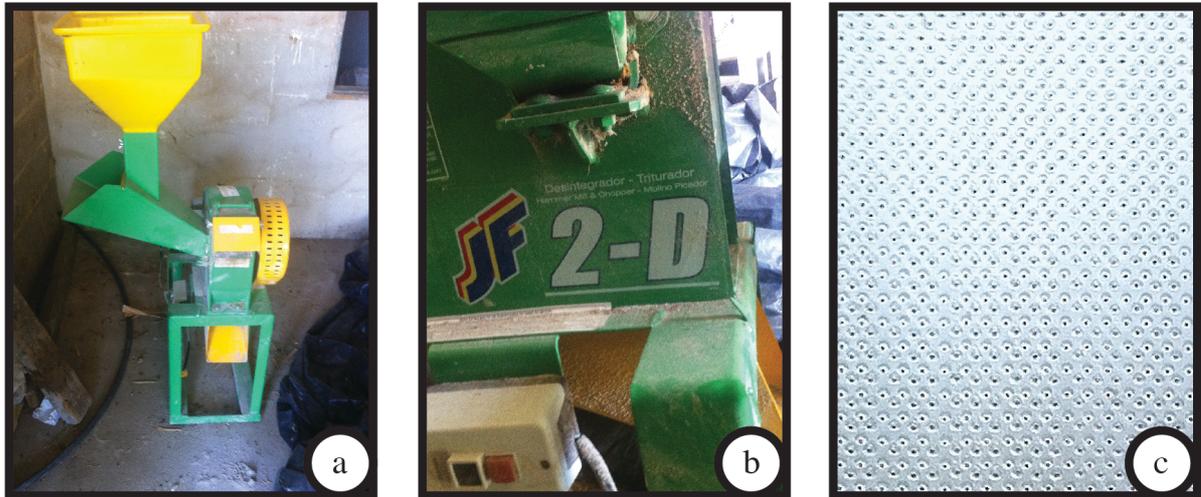


Figura 9 – Foto do equipamento triturador (a), modelo do triturador (b) e malha da peneira (c).

Fonte: O autor.

### 3.2.2.3 Peneiramento

Inicialmente, a casca de arroz foi analisada quanto a seu tamanho de partícula pois este influencia diretamente tanto no aspecto estético quanto nas propriedades do compósito desenvolvido. A análise granulométrica das cascas de arroz trituradas foi realizada de acordo com a norma **NBR 7217** (Agregados: determinação da composição granulométrica), empregando um agitador de peneiras Bertel, como mostra a Figura 10. A Tabela 3 apresenta a abertura das peneiras utilizadas e suas respectivas normas ABNT. A intensidade de vibração foi ajustada para 12 em 25 minutos.



Figura 10 – Foto do equipamento agitador (a) e as peneiras utilizadas com suas especificações (b).

Fonte: O autor.

Abertura (mm)	ABNT
90	170
75	200
63	230

Tabela 3 – Tabela de peneiras utilizadas para caracterização.

Fonte: o autor.

### 3.2.2.4 Microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia de energia dispersiva (EDS)

Para uma análise mais detalhada no que se diz respeito a caracterização da microestrutura dos materiais e do compósito, as amostras foram submetidas a uma análise de microscopia empregando um microscópio eletrônico de varredura (MEV). O objetivo desta

análise foi avaliar a interface entre a fibra e a matriz do compósito formado por diferentes materiais e sua possível alteração estrutural.

Para realizar a microscopia, foi utilizado o processo de metalização do material cerâmico utilizando uma pequena camada de ouro para fornecer condutividade ao gesso para que este pudesse ser analisado.

A análise foi feita utilizando detectores de elétrons retro-espalhados (BSD) em diferentes ampliações: 100, 200 e 500 vezes. Os cristais de gesso foram analisados em 1000 e 3000 vezes de ampliação. As amostras utilizadas foram de: Casca de arroz *in natura*, casca de arroz triturada em diferentes peneiras, gesso puro, diferentes misturas do compósito de gesso entre 5% e 10% de adição de cascas de arroz.

Dentre as diferentes amostras de materiais, selecionou-se a casca de arroz *in natura* e triturada, com a finalidade de analisar sua microestrutura e possível interação com o gesso. Também foi realizada uma sessão de espectroscopia de energia dispersiva de raios-x (EDS) a fim de observar quais elementos químicos presentes no compósito.

A interação entre os diferentes elementos do compósito também foi analisada tanto via MEV quanto EDS em sua superfície de fratura após o ensaio de compressão. O objetivo desta análise foi investigar a interface e a adesão entre a fibra e a matriz presentes neste compósito. Foram utilizados diferentes microscópios eletrônicos de varredura (MEV) para realizar esta análise, sendo estes na UNIFEI, na Universidade de São Paulo (USP) em Lorena e na Faculdade de Tecnologia de Cruzeiro (FATEC), conforme a Figura 11.

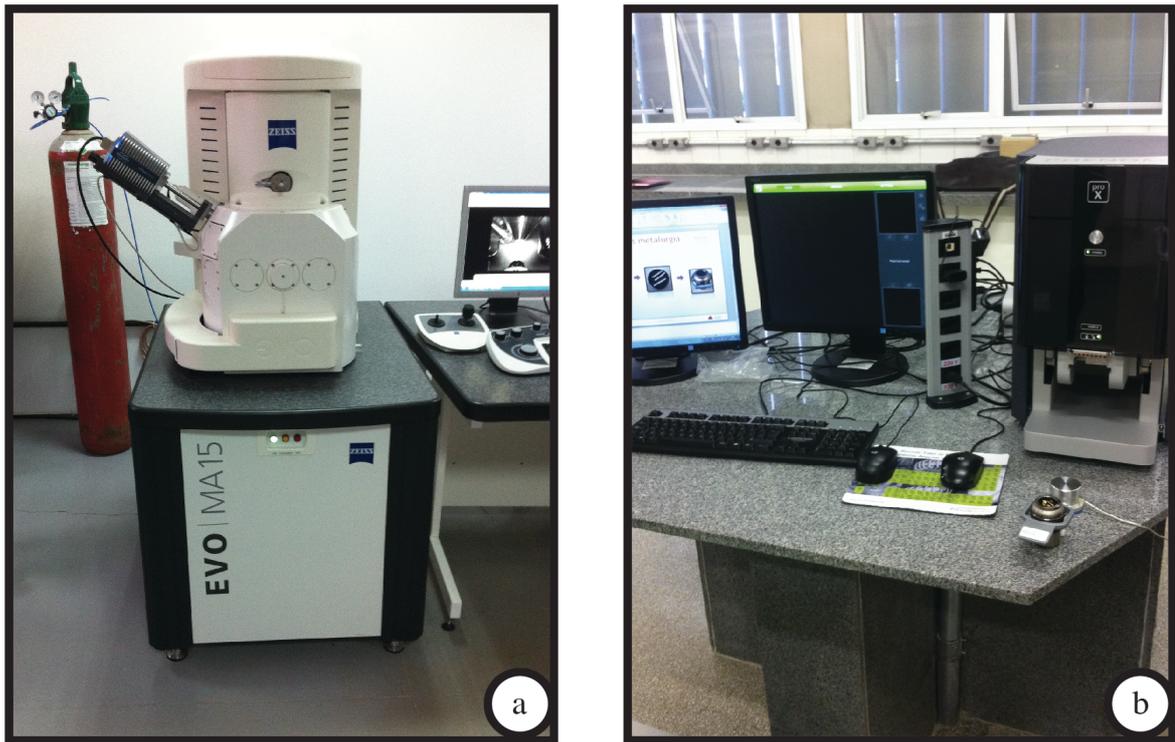


Figura 11 – Foto dos MEVs utilizados: Evo MA15 da UNIFEI (a) e MEV de bancada da Anacom Científica Pro X (b).

Fonte: O autor.

### 3.2.2.5 Confeção e preparo dos corpos de prova para compressão

Utilizou-se as normatizações fornecidas pela ASTM. A norma ASTM C59 é utilizada essencialmente para artefatos de gesso de modelar e para artesanato. As definições de gesso calcinado para artesanato propostas por esta norma são usadas primeiramente para formar objetos tais como: base para lâmpadas, utensílios de arte, alvenaria, etc. As definições de gesso calcinado para modelar são primeiramente usadas para criar ou modelar ou até mesmo aferir artefatos. A composição química destes materiais em gesso deve ter a pureza de não menos que 85% de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  quando testados de acordo com a norma ASTM C471M.

Para adição de agregados ao gesso, empregou-se a norma ASTM C28, testada de acordo com a ASTM C471M. Com base nesta norma, o gesso deverá conter no mínimo 66,0% do peso de  $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ , sendo suas definições listadas a seguir:

- Sempre de acordo com a terminologia ASTM C11;
- Gesso de Modelar para acabamento, é um gesso calcinado projetado para ser misturado com uma massa de cal (óxido de cálcio CaO) para acabamento;
- Gesso puro – gesso calcinado misturado ao moinho com outros ingredientes para controlar a qualidade do trabalho e tempo de pega (endurecimento);
- Gesso puro – fibroso ou não fibroso, sendo a adição de agregado é necessária no trabalho;
- Gesso moído – calcinado misturado no moinho com minerais agregados, projetado para funções como base de acabamento final;
- Outros materiais não são proibidos de serem adicionados para controlar o tempo de pega e outras propriedades de trabalho desejáveis.
- Gesso de fibra de madeira – calcinado, na qual a fibra de madeira é usada como um agregado.

Seguindo estes padrões<sup>27</sup>, pesou-se a água, o gesso e as cascas de arroz para as diferentes misturas, colocando-as no misturador e em seguida nos moldes para os corpos de prova. O processo de confecção dos corpos de prova foi realizado da seguinte forma:

1. Pesagem do gesso, água e cascas de arroz;
2. Os materiais foram colocados e misturados no misturador Moema por menos de 1 minuto;
3. A mistura foi colocada no molde para os corpos de prova em duas partes, e o acabamento foi dado com uma espátula.
4. O material foi desmoldado quando observou-se que este estava rígido, que ocorria em cerca de 20 minutos.

Primeiramente, foram padronizadas as massas necessárias para realizar as misturas em diferentes proporções de adição de cascas de arroz *in natura*, tais como 5 e 10%. Também foram

---

<sup>27</sup> O padrão utilizado, descrito pela norma, foi para cada 100g de gesso, 100ml de água.

realizadas misturas utilizando a casca de arroz triturada, nas proporções de 5% e 10%, além das misturas realizadas artesanalmente pelos trabalhadores da empresa JB, como mostra a Tabela 4:

<b>Corpo de prova</b>	<b>Mistura</b>
I	Gesso Puro
II	5% de cascas <i>in natura</i>
III	10% de cascas <i>in natura</i>
IV	5% de cascas trituradas
V	10% de cascas trituradas
VI	Gesso puro feito pelos artesãos
VII	Gesso com cascas trituradas feito pelos artesãos

Tabela 4 – Misturas utilizadas nas confecções dos corpos de prova.

Fonte: o autor.

Visando uma maior homogeneidade da mistura de gesso com cascas de arroz e, conseqüentemente a obtenção de corpos de prova com superfícies mais uniformes, a mistura foi realizada utilizando uma batedeira planetária do Laboratório de Materiais para Construção Civil da UNIFEI, conforme mostrada na Figura 12.



Figura 12 – Foto da bateadeira utilizada modelo Moema (a) nas misturas de gesso com cascas de arroz (b).

Fonte: O autor.

Para os ensaios de compressão foram preparados moldes de acordo com a norma a ASTM C472M. Os corpos de prova foram preparados em triplicata com dimensões cúbicas de 50,8mm. As amostras foram submetidas ao processo de secagem em uma estufa a 105°C durante 24 horas. A Figura 13 ilustra o molde e os corpos de prova preparados nas diferentes misturas avaliadas e os corpos de prova durante a secagem em estufa.

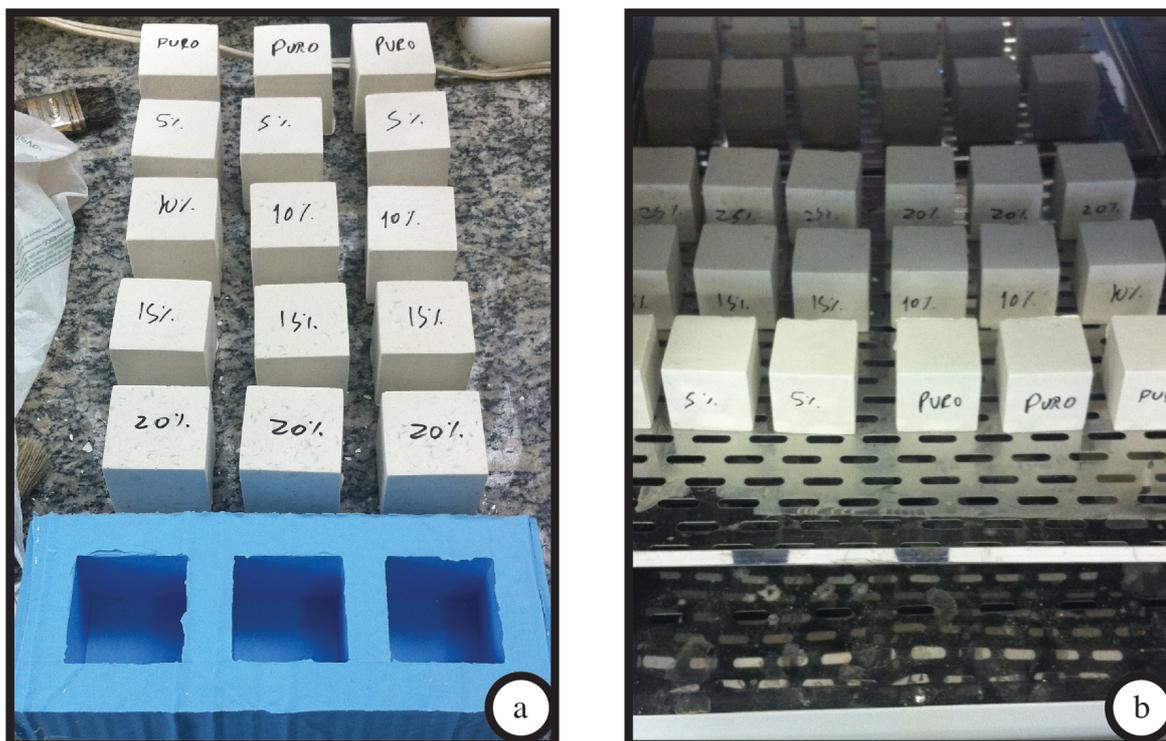


Figura 13 – Foto dos corpos de prova e seu respectivo molde (a) e seu aquecimento em estufa (b).

Fonte: o autor.

Em seguida, os corpos de prova foram pesados em uma balança de precisão para verificar a densidade aparente de cada amostra e com o auxílio de um paquímetro foram determinadas as suas dimensões cúbicas. As variações nas medidas dos 3 corpos de prova de cada mistura foram utilizadas para a determinação do desvio padrão. Os corpos de prova foram então submetidos ao ensaio de compressão empregando o equipamento de compressão da marca EMIC 3000. Estes ensaios foram realizados em uma sala climatizada a 23,8°C e umidade de 38%, nos quais foram submetidos a uma força até seu rompimento.

### 3.2.3 Métodos relativos a pesquisa sociotécnica

#### 3.3.2.1 Análise sociotécnica

Foram realizadas visitas técnicas na empresa JB 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, questionários não estruturados e a aproximação do modo empírico de produção para o modo científico.

### 3.3.2.2 Adaptação dos métodos científicos para os métodos artesanais

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, descritos na Tabela 5, que são as mãos e um pote de margarina.

Medida artesanal	Medida aproximada (g)
1 mão de gesso	250
3 mãos de cascas de arroz <i>in natura</i>	50
3 mãos de cascas trituradas	100
1 pote de água	650

Tabela 5 – Adaptação das medidas artesanais em uma balança culinária.

Fonte: o autor.

### 3.3.2.3 Viabilidade econômica dos artefatos

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

### **3.2.4 Método utilizado para rastrear o artefato e sua rede**

Na TAR, Latour (2012) coloca em sua quinta e última incerteza a necessidade de escrever relatos de risco, se preocupando com a pesquisa e as formas de registrar os rastros deixados pelos atores durante todo processo de análise da rede. Porém, para Venturini (2012) não há exploração sem representação. O autor coloca a cartografia de controvérsias como um conjunto de técnicas a fim de investigar disputas públicas e políticas dentro de uma rede., na qual oferece diferentes pontos de vista com relação a representatividade, influência e interesse. Porém, o autor revela que os métodos para se cartografar o social estão longe de ser completamente desenvolvidos com o objetivo de observar completamente a complexidade das controvérsias. Latour (2014) faz um convite para os designers, a partir de suas habilidades práticas para desenhar coisas, de representar as controvérsias por meio destes desenhos. Portanto, o método incorporado para se rastrear o artefato construído por TAR foi por meio do mapeamento desta rede de interações do artefato descrito por Bijker (1997), conforme a Figura 14, seguindo conceitos de Latour (2006,2008 e 2014), e Kimbell e Julier (2012). A ferramenta utilizada foi o Adobe Illustrator.

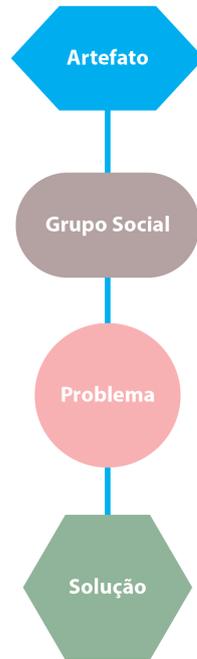


Figura 14 – Método adaptado de Bijker (1997) para o rastreamento do artefato desenvolvido.

Fonte: O autor.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar o entendimento dos resultados alcançados, estes foram separados em 4 tópicos, os quais irão contemplar as diferentes áreas abordadas neste estudo, conforme se segue:

1. **Design social:** foram definidos os problemas de ambas empresas presentes neste projeto e os possíveis fatores de mudança que acarretam o uso deste compósito;
2. **Estudo dos materiais:** foi abordado os resultados alcançados pelo viés da engenharia de materiais – as propriedades físicas e mecânicas do material e sua caracterização estrutural;
3. **Análise sociotécnica:** revelam-se os resultados deste material aplicado *in loco*, com os métodos e modos de produção utilizados pelos artesãos;
4. **Mapeamento do artefato:** todo rastreamento sociotécnico do artefato foi mapeado seguindo os conceitos de autores utilizados para embasar esta pesquisa.

### 4.1 Design social

Para discutir problemas relativos ao design do produto a-confeccionado tendo em vista as abordagens sociotécnicas deste trabalho, utilizou-se as ferramentas de design social propostas no método 3.2.1.

#### 4.1.1 Definição de problemas

As definições dos problemas relativos aos grupos sociais participantes desta pesquisa dão início a este trabalho, detectando assim quais problemas devem ser resolvidos e qual abordagem será utilizada para solucioná-los. As definições de problemas da empresa JB e da Alto do Marins foram analisadas de acordo com a Tabela 6 e Tabela 7.

### DEFINIÇÃO DE PROBLEMAS DA JB ARTEFATOS SACROS

<b>Qual o problema?</b>	Dificuldade de geração de renda por meio dos artefatos sacros.
<b>De quem é este problema?</b>	Este é um problema da própria empresa e dos funcionários que lá trabalham.
<b>Quais fatores socioculturais que moldam este problema?</b>	O fator sociocultural está relacionado a competitividade do mercado presente no município de Aparecida, São Paulo.
<b>Qual evidencia se tem de que este problema é significativo?</b>	Devido ao seu intenso turismo religioso a população busca formas alternativas como fonte de renda nesta região, portanto há muitas fábricas legais e ilegais neste segmento.
<b>Poderia se pensar neste problema de uma forma diferente?</b>	O que leva a diferenciação em um ambiente de mercado competitivo seria a de pensar novos produtos e processos para a produção destes artefatos, que seja economicamente viável e que tenha um bom apelo de consumo, sem deixar de lado as questões ambientais e sociais.

Tabela 6 – Resultados da definição de problemas da JB artefatos sacros.

Fonte: o autor.

### DEFINIÇÃO DE PROBLEMAS DA ALTO DO MARINS

<b>Qual o problema?</b>	Desperdício de cascas de arroz, tratada como resíduo e não como subproduto.
<b>De quem é este problema?</b>	Este é um problema que engloba toda esfera de desenvolvimento sustentável: é um problema ambiental, econômico e conseqüentemente social.
<b>Quais fatores socioculturais que moldam este problema?</b>	O maior fator sociocultural que contribui para este problema é a falta de pesquisas e de aplicações com cascas de arroz no Brasil hoje. Pela falta deste incentivo, não há necessidade dos agricultores agregarem valor à casca de arroz.
<b>Qual evidencia se tem de que este problema é significativo?</b>	De acordo com os agricultores, a casca ocupa um grande espaço e não tem um descarte adequado, além de que está produção tem previsão para ser aumentada em breve. De acordo com Dafico 2014, as cascas de arroz no formato de cinza gerariam um faturamento de 280,8 milhões de dólares por ano.
<b>Poderia se pensar neste problema de uma forma diferente?</b>	Devido a dificuldade de transformar as cascas de arroz em cinzas, a forma que foi pensada inicialmente foi a de utiliza-la como aditivo ao gesso, para redução de custos e analisar suas propriedades.

Tabela 7 – Resultados da definição de problemas da Alto do Marins.

Fonte: o autor.

#### 3.2.1.2 Fatores de mudança

Os fatores de mudança, que indicam possíveis modificações em diversos âmbitos, foram estabelecidos a partir de estudos no campo do design. Neste campo, são considerados

relevantes os parâmetros de ordem econômica, funcional, ambiental, emocional, cultural e social. Os fatores de mudança que acarretam o uso do compósito estudado podem ser vistos na Tabela 8.

#### FATORES DE MUDANÇA

<b>ECONÔMICO</b>	Economicamente, este material poderá reduzir o uso de gesso, melhorando questões econômicas das empresas de gesso que poderão utiliza-lo. Pelo seu uso, pode-se obter um maior valor agregado das cascas de arroz, onde fazendas de beneficiamento poderão vender estes resíduos como subprodutos.
<b>FUNCIONAL</b>	As pesquisas nesta área poderão revelar novas funcionalidades técnicas para o gesso com a adição destas cascas, em possíveis melhorias de suas propriedades mecânicas e assim podendo ser utilizadas na construção civil.
<b>AMBIENTAL</b>	A utilização das cascas de arroz já gera uma melhoria ambiental no sentido que este material não estará sendo tratado como desperdício, mas sim como subproduto. Como não há espaço para o armazenamento, as cascas muitas vezes são queimadas. Neste sentido, haveria uma diminuição de poluição do meio ambiente.
<b>EMOCIONAL</b>	O uso e o consumo de materiais sustentáveis gera uma sensação de bem estar emocional no qual o usuário gera uma sensação de ajuda para com seu meio.
<b>CULTURAL</b>	Pode-se promover uma rede de novas conexões entre diferentes atores que não se comunicavam para promover novas formas e processos de produção, conseqüentemente novos meios de consumo.
<b>SOCIAL</b>	A aplicação deste material em pequenas empresas de artesãos gera um maior impacto social no sentido que estes poderão traçar outros caminhos para se desenvolverem em uma perspectiva de mercado.

Tabela 8 – Resultados dos fatores de mudança.

Fonte: o autor.

## 4.2 Estudo dos materiais

Os estudos dos materiais neste projeto forneceram um melhor entendimento de como a interface dos diferentes materiais, matriz e fibras, podem afetar a estrutura do compósito e da imagem final.

### 4.2.1 Processo de trituração das cascas de arroz

Em setores industriais, normalmente os trituradores são alocados logo após o beneficiamento do arroz, sendo estes acoplados a um exaustor ou a uma ventoinha para evitar a perda de material moído, principalmente as partículas mais finas. No presente estudo, a moagem da casca de arroz mostrou-se ineficaz a priori, devido ao fato de que as partículas mais finas se dispersaram no ambiente e se depositaram no chão como mostra a Figura 15, o que ocasionou uma perda de material. Isto pode ser explicado pela falta de um exaustor ou ventoinha acoplado ao equipamento após o beneficiamento.



Figura 15 – Ausência de um aparelho de sucção no triturador (a) faz as partículas mais finas se depositarem no chão (b).

Fonte: O autor.

#### 4.2.2 Análise granulométrica

Visando realizar a caracterização morfológica da casca de arroz, foi realizada a etapa de peneiramento conforme a Figura 16. Os resultados mostraram que, a partir de 857,87g de cascas trituradas no moinho da fazenda, 756,14 g ficaram retidas nas peneiras, 31,02g passaram por uma malha de 90 $\mu$ m (a), 37,67g por uma malha de 75 $\mu$ m (b) e 36,82g por uma malha de 63 $\mu$ m (c), revelando as diferentes granulometrias.



Figura 16 – Ilustração das cascas de arroz retinas nas peneiras.

Fonte: O autor.

Os resultados do peneiramento não corresponderam ao módulo de finura determinado pela moagem do triturador, devido ao fato de não haver peneiras de aberturas maiores que 0,090mm no laboratório no qual foi realizado o ensaio. A partir da peneira de 0,075mm, a norma **NBR 7219** classifica os materiais com dimensão inferior como materiais pulverulentos. A presença destes materiais é indesejável para a construção de argamassas e concretos, pois diminui a aderência do agregado prejudicando a resistência e a instabilidade dimensional do material produzido. As peneiras escolhidas foram aproximadas de acordo com esta norma.

A análise revelou, de acordo com a Tabela 9, uma porcentagem de materiais pulverulentos com dimensão inferior a 0,075mm de 7,9%. Mesmo não sendo nocivos a estrutura do compósito, estes não foram utilizados para a mistura.

Abertura da malha	% Retida	% Acumulada
0,090mm	87,9%	87,9%
0,075mm	3,6%	91,5%
0,063mm	4,3%	95,8%
Fundo	4,2%	100%
Materiais pulverulentos	7,9%	

Tabela 9 – Resultados da análise granulométrica das cascas trituradas.

Fonte: o autor.

### 4.2.3 Análise morfológica dos materiais

A análise morfológica foi feita nos diferentes tipos de materiais que compõe este estudo, incluindo as cascas de arroz (*in natura* e trituradas), o gesso puro e os materiais compósitos.

### 4.2.3.1 Casca de arroz *in natura*

A análise morfológica da casca de arroz *in natura*, conforme a Figura 17, revelaram que as cascas apresentaram uma morfologia do tipo enrugada em sua superfície e lisa com fibras contínuas em seu interior. As imagens foram obtidas pelo MEV de bancada modelo Pro X.

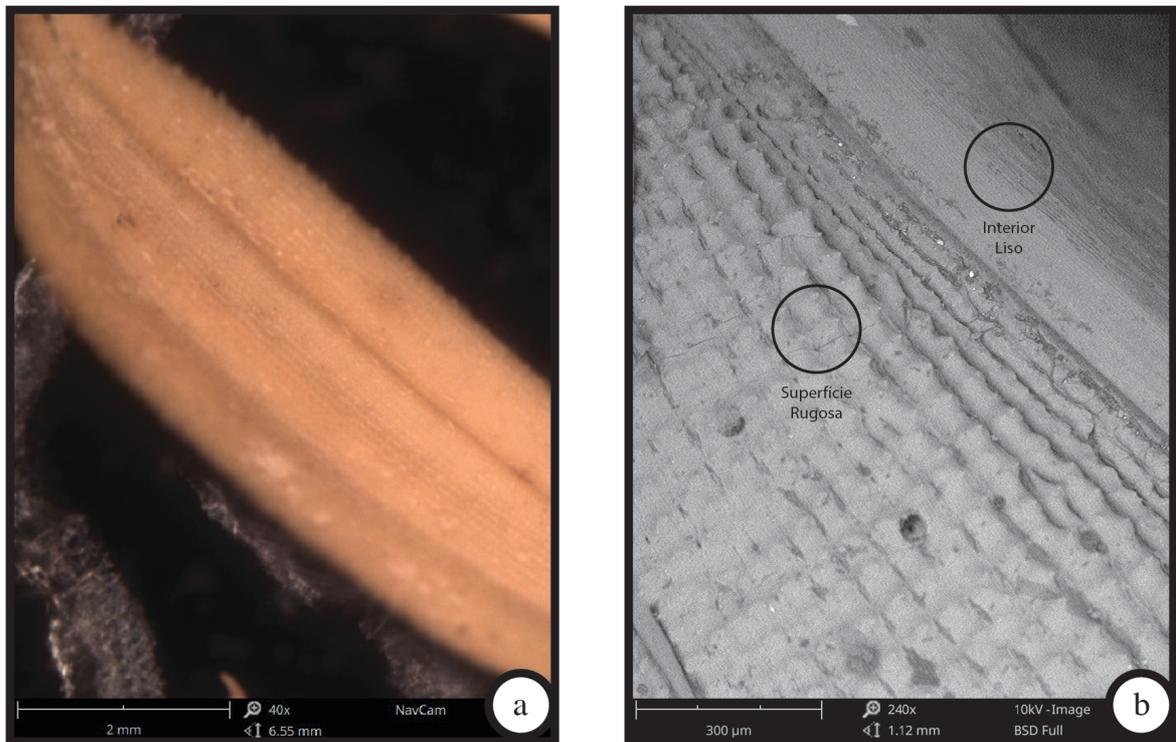


Figura 17 – Microscopia de uma casca de arroz *in natura* (a) e a análise de sua superfície rugosa e interior liso (b).

Fonte: O autor.

Além de sua superfície rugosa, a morfologia da casca de arroz apresenta seu interior fibroso, como revela a Figura 18, e também apresenta pequenos capilares acoplados em sua superfície. Desta forma, análise morfológica da casca revela que a rugosidade superficial da casca de arroz pode auxiliar na aderência mecânica do compósito, fazendo com que o gesso fique ancorado na casca.

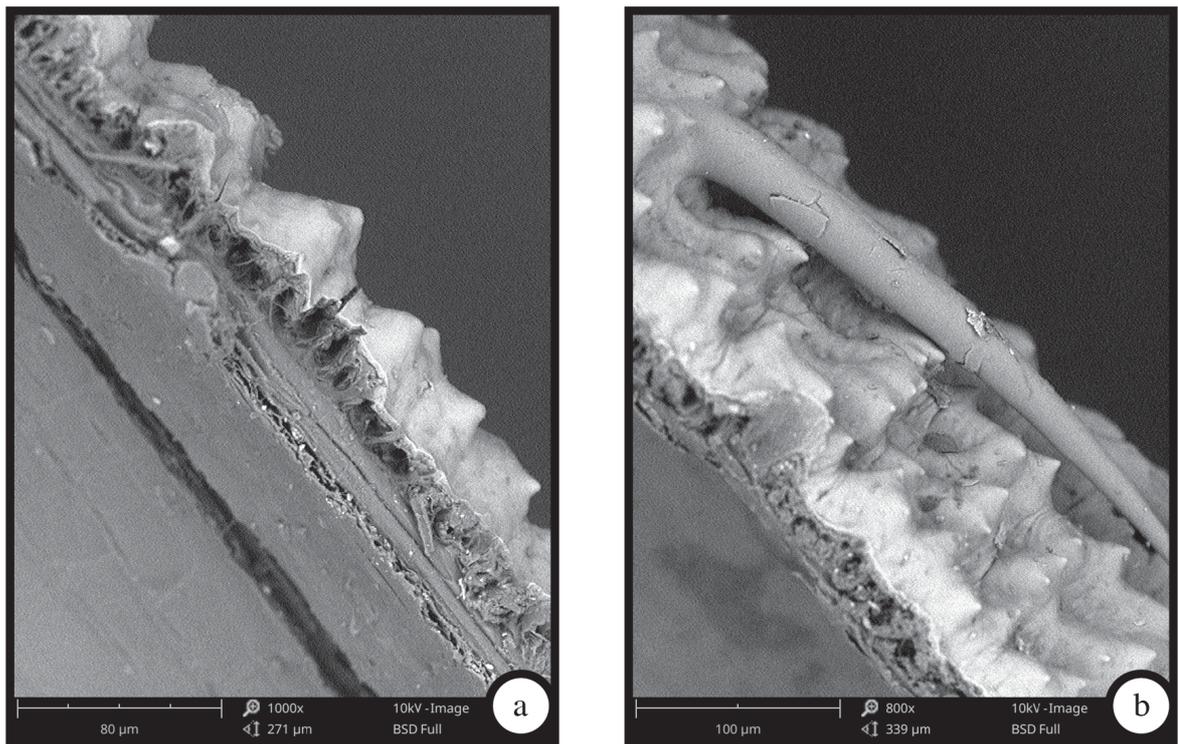


Figura 18 – Análise do interior fibroso da casca de arroz (a) e suas partículas capilares em sua superfície (b).

Fonte: O autor.

#### 4.2.3.2 Cascas de arroz trituradas e peneiramento

Para melhor compreender a uniformidade morfológica após o trituração, foram realizadas sessões de microscopia ótica de varredura a fim de caracterizar as diferentes morfologias encontradas nas sessões de peneiramento e suas diferentes peneiras. As imagens foram obtidas pelo MEV modelo Zeiss Evo MA15.

Primeiramente, foram analisadas as cascas que ficaram retidas na base da peneira, que representam 87% do total peneirado, ou seja, a maior parcela caracterizada pelo peneiramento. Observa-se na Figura 19 que grande parte deste material apresentou similaridade em sua morfologia, exibindo formas retangulares com as pontas irregulares. As pontas irregulares podem ser atribuídas a quebra causada pelo triturador.

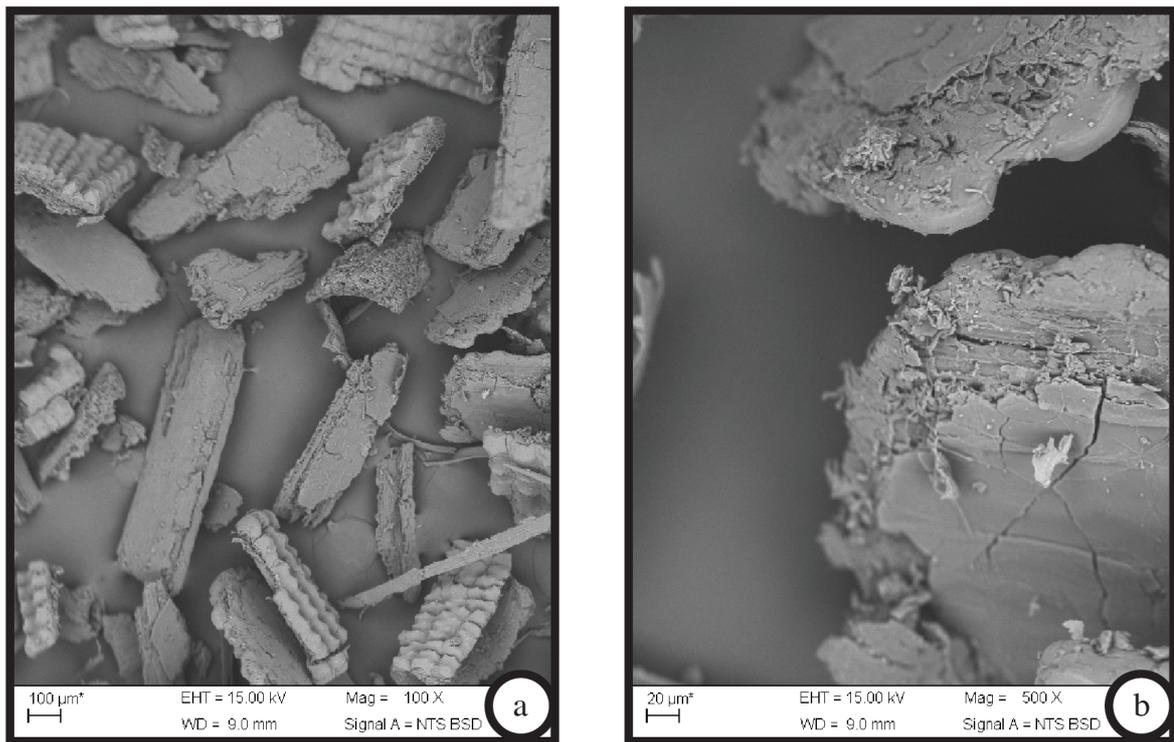


Figura 19 – Análise do tamanho de partículas das cascas de arroz trituradas retidas na base da peneira (a) e sua deformação pós tritura (b).

Fonte: O autor.

No que se refere as cascas que ficaram retidas na peneira de 0,090 mm (3,6% da massa total peneirada), observa-se na Figura 20 que o padrão morfológico se apresentou bastante irregular, e diferente daquele observado para as cascas que ficaram retidas na base da peneira. Especificamente, foram detectadas partículas capilares na superfície da casca, fibras um pouco mais longas e frágeis que se assemelham com a palha do arroz, onde se situam os ramos, partículas menores e morfologias não reconhecidas. Tais irregularidades morfológicas poderiam comprometer a resistência mecânica do material, revelando assim a importância da etapa de peneiramento das partículas mais finas durante o processamento da casca de arroz.

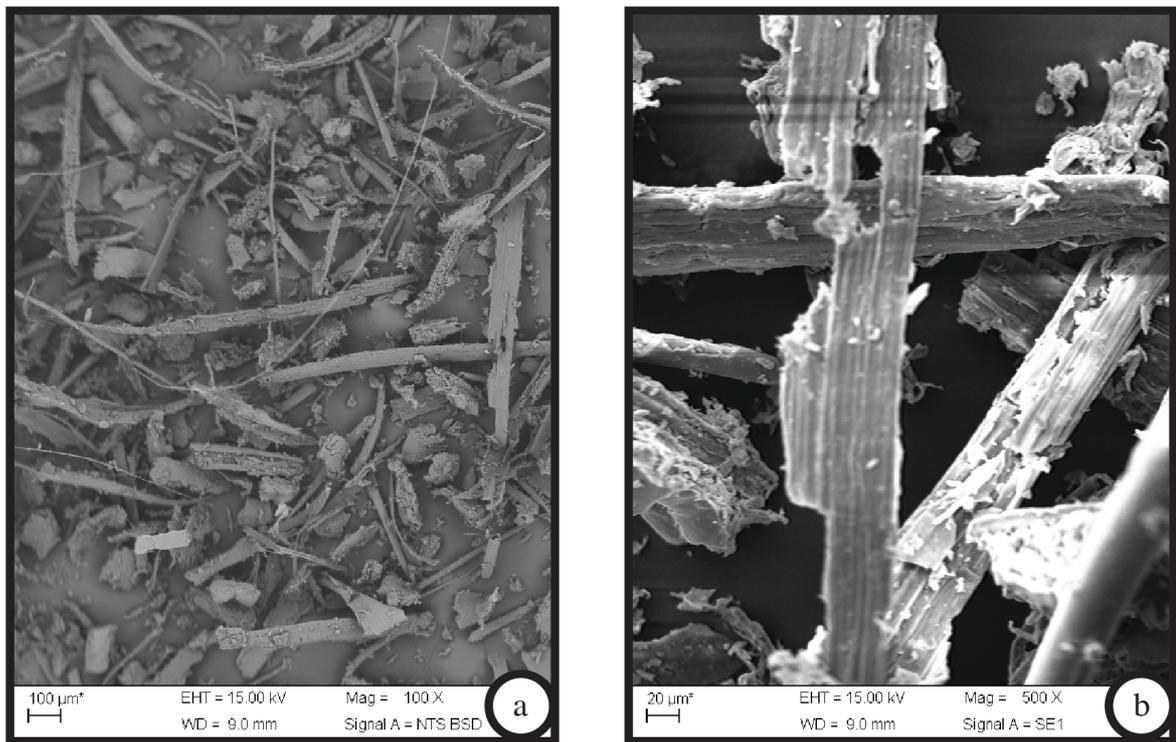


Figura 20 – Análise das partículas das cascas de arroz trituradas retidas na peneira 0,090 (a) e seu aspecto frágil (b).

Fonte: O autor.

Como relatado anteriormente na sessão de trituração, as partículas menores que 0,075mm são classificadas como materiais pulverulentos e são considerados indesejáveis para a confecção de concretos e argamassas. A análise destas partículas (Figura 21), revelou uma maior quantidade de partículas capilares, encontradas principalmente na superfície rugosa da casca, assim como partículas menores de forma arredondada, mais uniformes assemelhando com grãos.

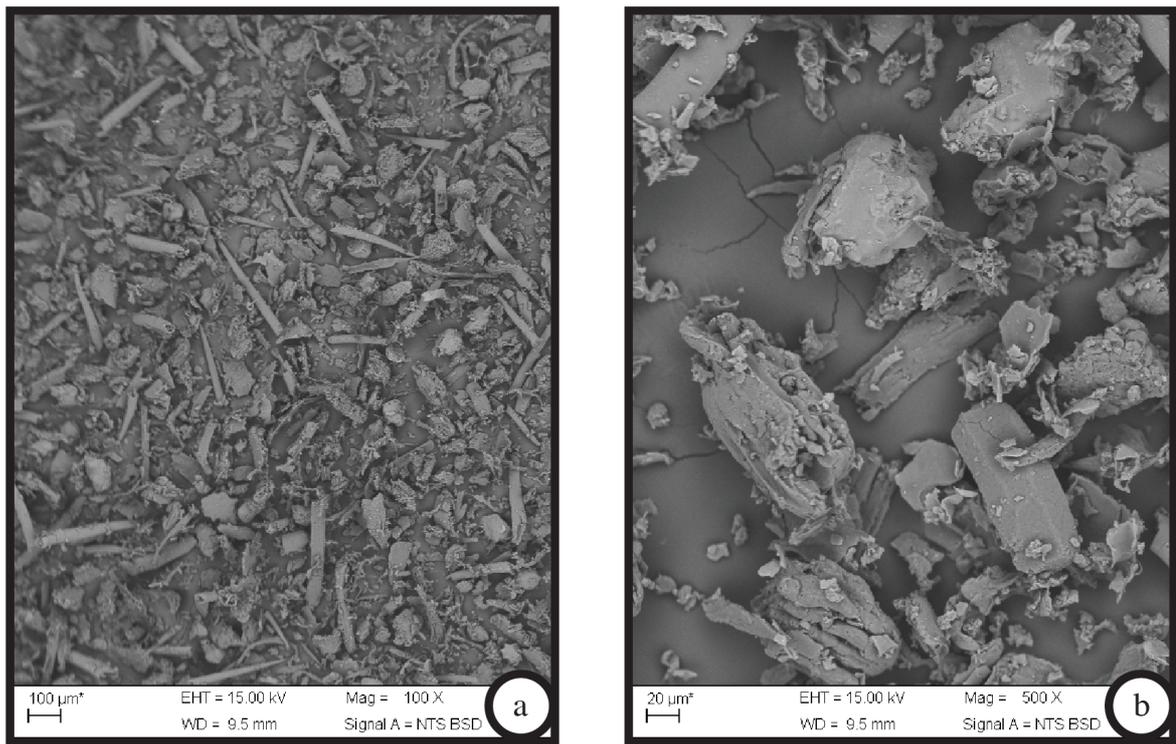


Figura 21 – Análise das partículas das cascas de arroz trituradas retidas na peneira 0,075 (a) e sua morfologia mais uniforme (b).

Fonte: O autor.

Por fim, foi realizada a análise dos materiais que ficaram no fundo do peneirador, ou seja, aqueles que passaram por uma peneira de 0,063mm. A microscopia revelou um aspecto morfológico similar com as cascas retidas na peneira de 0,075mm, porém nestas amostras foi observada uma menor quantidade de partículas capilares e maior quantidade de partículas que se assemelham em formato de grãos (Figura 22).

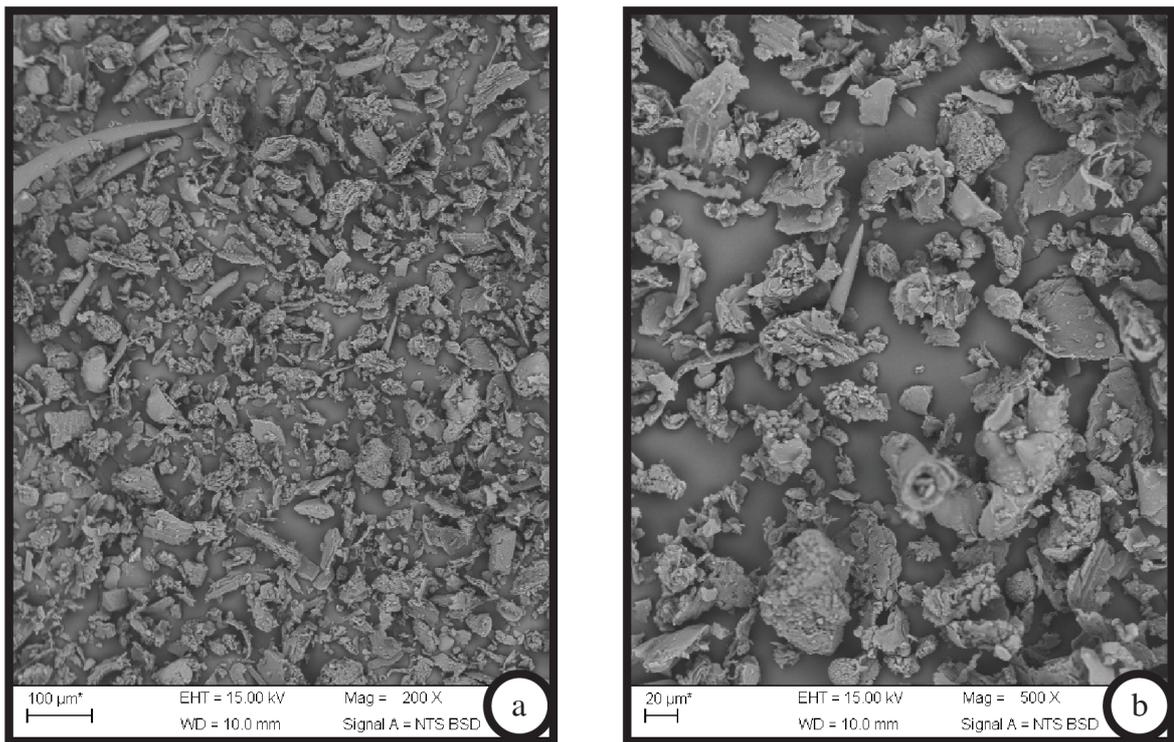


Figura 22 – Análise das partículas das cascas de arroz trituradas retidas na peneira 0,063 (a) e suas partículas menores (b).

Fonte: O autor.

A partir do resultado das sessões de microscopia pode-se constatar a importância do processo de peneiramento para a uniformização da casca de arroz triturada para ser agregada ao compósito de gesso. Os materiais irregulares e pulverulentos foram removidos de forma que não prejudicasse na mistura do compósito. Constatou-se também que houve uma uniformidade nas partículas maiores a serem usadas, nas quais não sofreram fraturas e não perderam sua característica rugosa para a aderência mecânica.

### 4.2.3.3 Gesso

Para melhor avaliar a composição e a morfologia do gesso, foram realizadas sessões de microscopia eletrônica de varredura a fim de compreender sua morfologia e sua possível integração com as cascas de arroz das amostras confeccionadas para os ensaios. Como mostra a Figura 23 gerada pelo MEV da EEL-USP, 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.

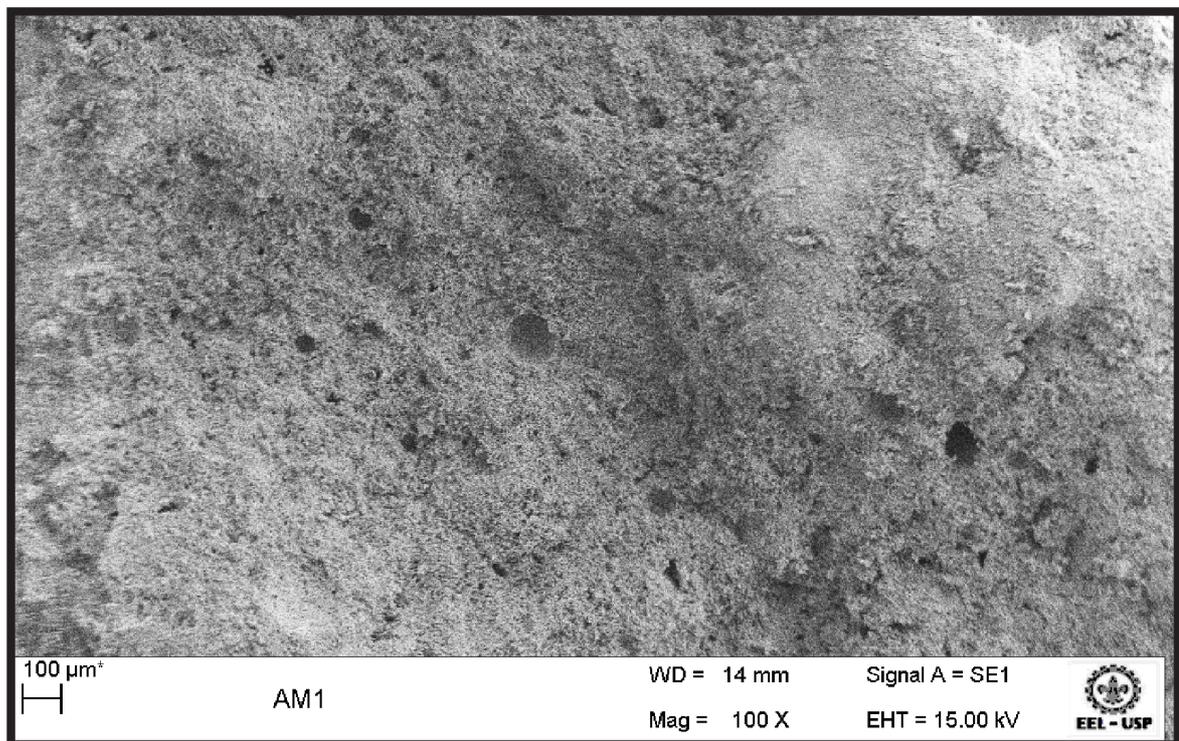


Figura 23 – Análise superficial do gesso e sua porosidade.

Fonte: O autor.

Em uma microscopia mais ampliada (Figura 24) gerada pelo MEV de bancada Pro X, 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.

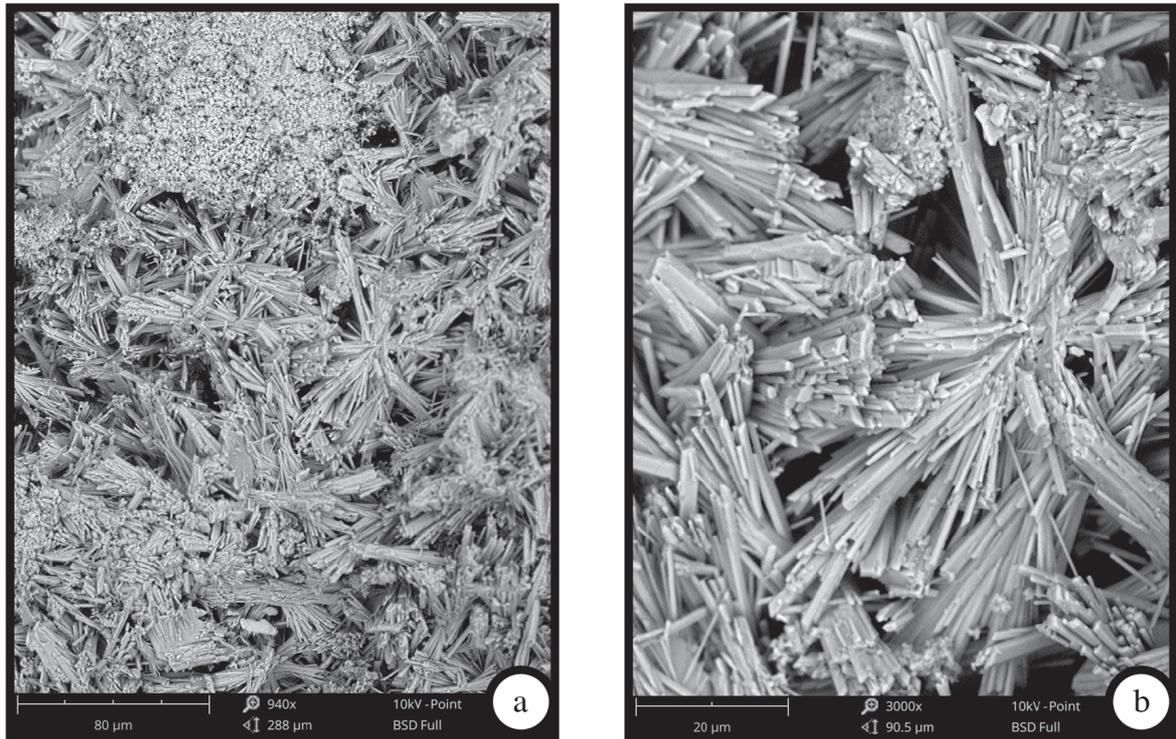


Figura 24 – Análise dos cristais de gesso (a) e sua ampliação no microscópio (b).

Fonte: O autor.

#### 4.2.3.4 Compósito com cascas de arroz *in natura*

A adição das cascas de arroz *in natura* ao gesso revelou diversas características por meio da microscopia eletrônica de varredura. Pode-se perceber que não houve alteração morfológica tanto dos cristais de gesso quanto da casca de arroz, como mostra a Figura 25. Observa-se o ancoramento do gesso na superfície rugosa da casca e em seus capilares, porém o gesso não conseguiu completar o seu interior, causando porosidade nesta região e consequentemente uma perda de resistência mecânica<sup>28</sup>.

<sup>28</sup> De acordo com Callister (2007), a porosidade exerce um efeito negativo devido a redução de área de seção reta na qual uma carga é aplicada e também atuam como concentrados de tensões.

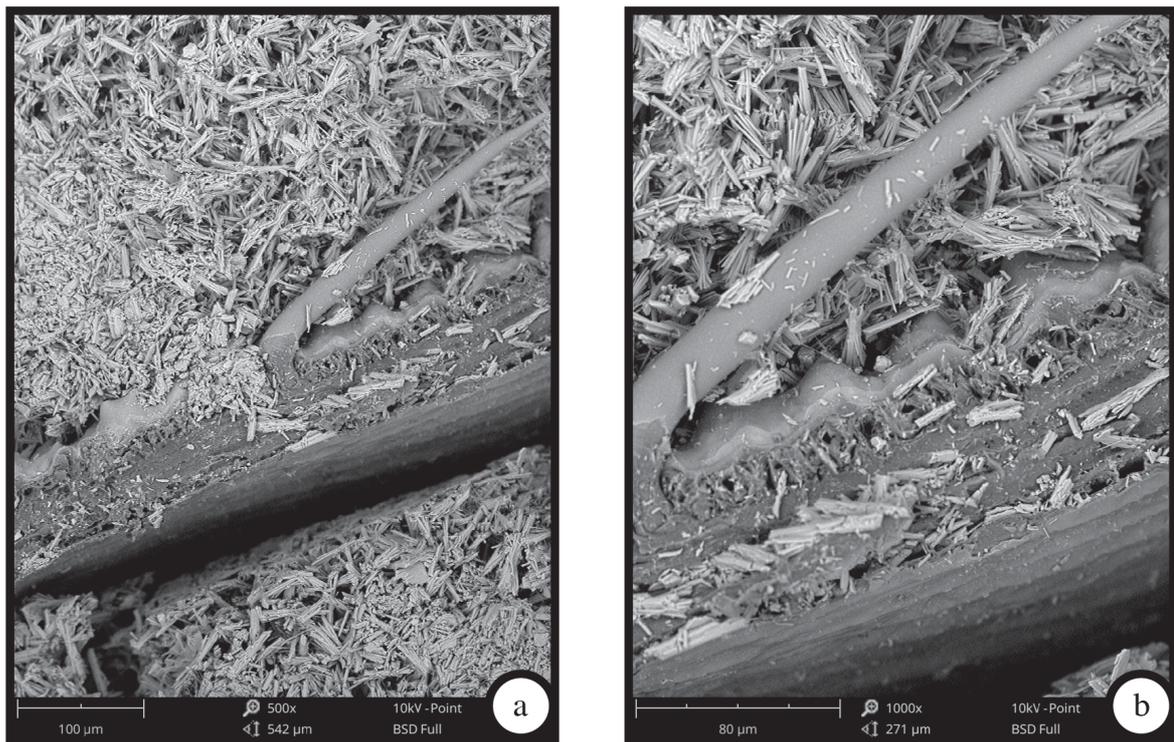


Figura 25 – Análise do compósito de gesso com cascas de arroz *in natura* (a) e seu ancoramento com o gesso (b).

Fonte: O autor.

Mesmo observando o bom ancoramento entre o gesso e a casca de arroz, observa-se que o material poderia ser mais homogêneo se não houvesse o problema do espaçamento entre as superfícies da casca. Portanto, a solução encontrada para este problema está na tritura das cascas de arroz.

#### 4.2.3.5 Compósito com cascas de arroz trituradas

A Figura 26, mostra o perfil morfológico das cascas trituradas por meio da análise por microscopia eletrônica de varredura. Nota-se que em alguns pontos, foi possível perceber a boa fixação e ancoramento entre o gesso e as cascas trituradas, tanto na superfície rugosa quanto na lisa. Observa-se ainda uma boa compactação entre os dois materiais. Estes resultados são importantes e poderão contribuir para a busca de soluções para a melhoria do material desenvolvido.

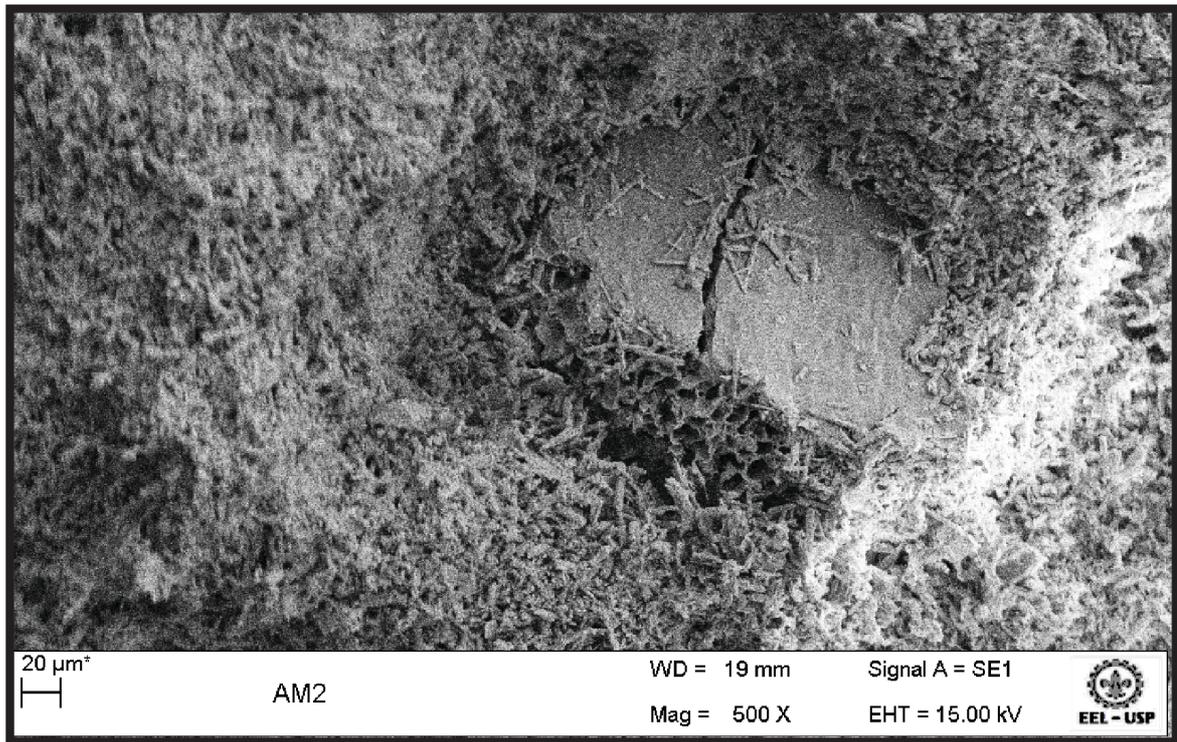


Figura 26 – Análise do compósito de gesso com cascas de arroz trituradas.

Fonte: O autor.

Porém, é possível observar em alguns pontos a formação de poros e bolhas, provenientes da não uniformidade do gesso com a água e também de uma possível tensão superficial das cascas trituradas, conforme mostra a Figura 27.

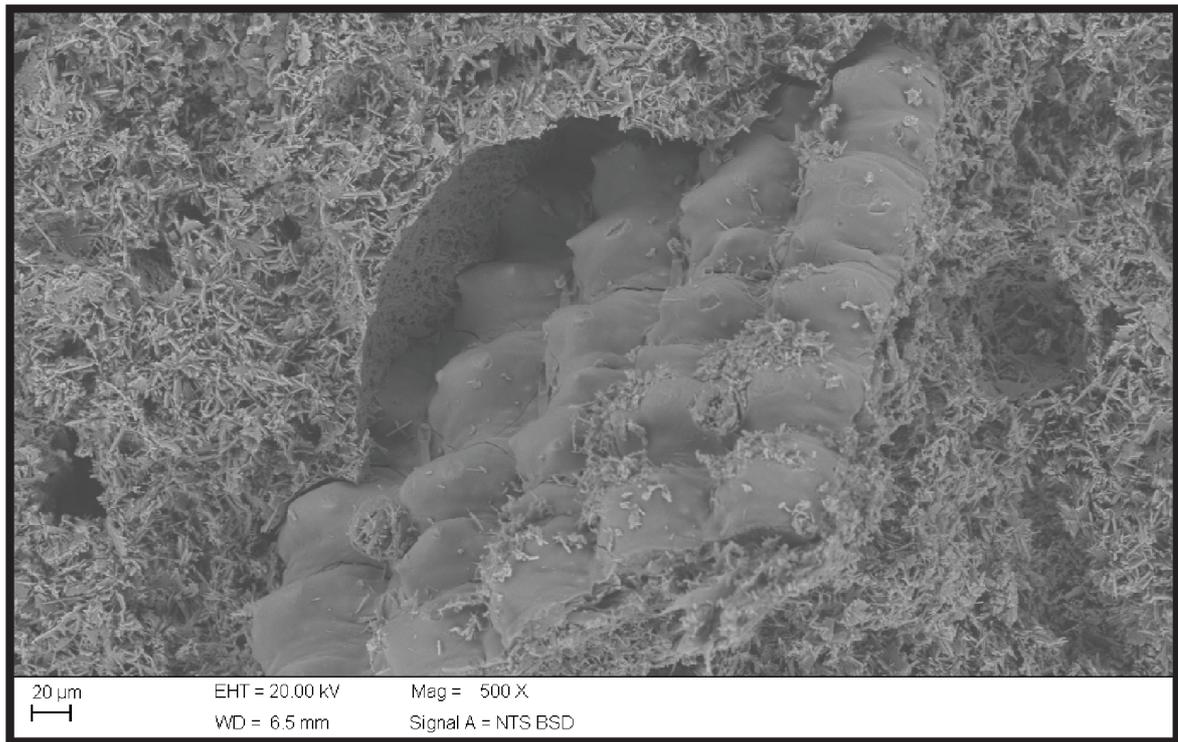


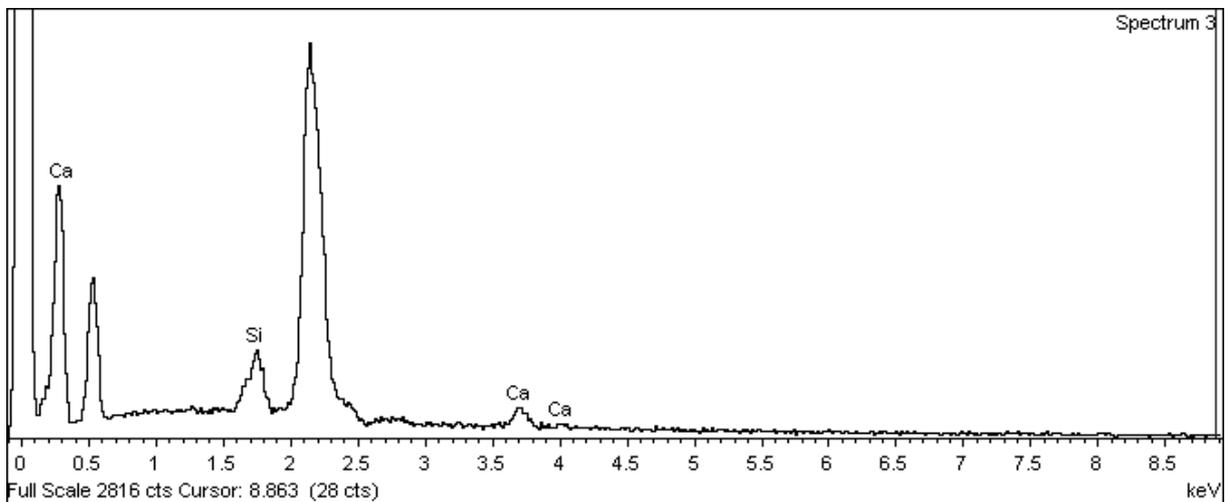
Figura 27 – Análise dos poros formados pela tensão superficial da casca triturada.

Fonte: O autor.

Esta problemática da tensão superficial pode ser resolvida por meio de um tratamento com agentes tensoativos da casca de arroz. Apesar desta problemática, as cascas reagiram bem como aditivos ao gesso em sua fase mecânica nos ensaios de compressão.

#### 4.2.4 Espectroscopia por dispersão em energia

Os resultados da identificação dos elementos químicos da amostra do compósito com adição de cascas de arroz trituradas são apresentados na Tabela 10. Foi identificada uma região na qual a casca de arroz está mais evidente para analisar sua caracterização química. Verifica-se que o material é basicamente constituído por Silício (Si) e Cálcio (Ca). Os elementos que não apresentam precisão analítica por esta técnica não foram considerados nesta análise, tais como o Ouro (Au) utilizado pela metalização, Oxigênio (O) e Carbono (C).



Elemento	Peso Atômico (%)
Si K	60.92
Ca K	39.08

Tabela 10 – Elementos encontrados na mistura de gesso com cascas de arroz trituradas.

Fonte: o autor.

O mapeamento por espectroscopia por energia dispersiva (EDS) revela a distribuição dos diferentes elementos no compósito, conforme a Figura 28. Pode-se observar que a sílica contida na casca de arroz não se dispersou pelo compósito, ficando presente em sua região, revelando que não há interação química entre os diferentes materiais.

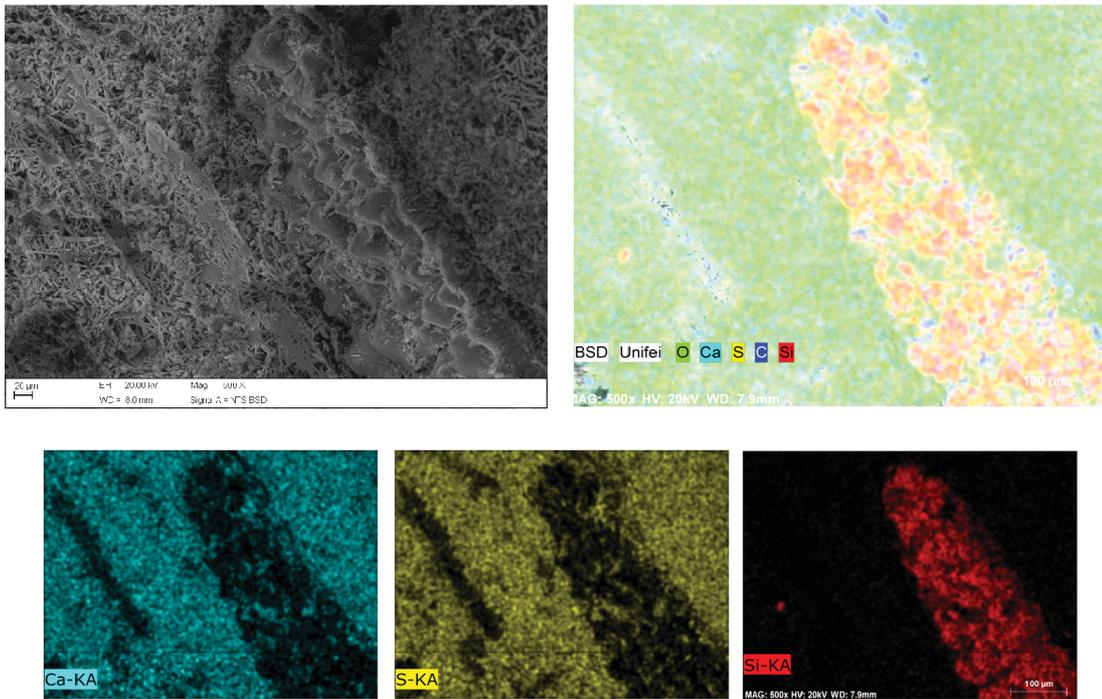


Figura 28 – Mapeamento dos elementos encontrados no compósito.

Fonte: O autor.

#### 4.2.5 Desenvolvimento dos moldes e dos corpos de prova para compressão

A partir das normas técnicas e das pesquisas sociotécnicas, foram desenvolvidos moldes para o desenvolvimento de corpos de prova para ensaios de compressão de acordo com as normas ASTM 472 e NBR 12129, como revela a Figura 29. A pesquisa sociotécnica revelou que o material a ser utilizado para a confecção destes moldes seria a borracha de silicone devido as seguintes questões:

- 1) *Facilidade para a construção do molde;*
- 2) *Não deforma ou afeta os corpos de prova;*
- 3) *Fácil maleabilidade para desenformar os corpos de prova;*
- 4) *Material de baixo custo e que pode ser manuseado por qualquer pessoa;*
- 5) *Também é utilizado pelos artesãos que desenvolvem artefatos em Aparecida.*

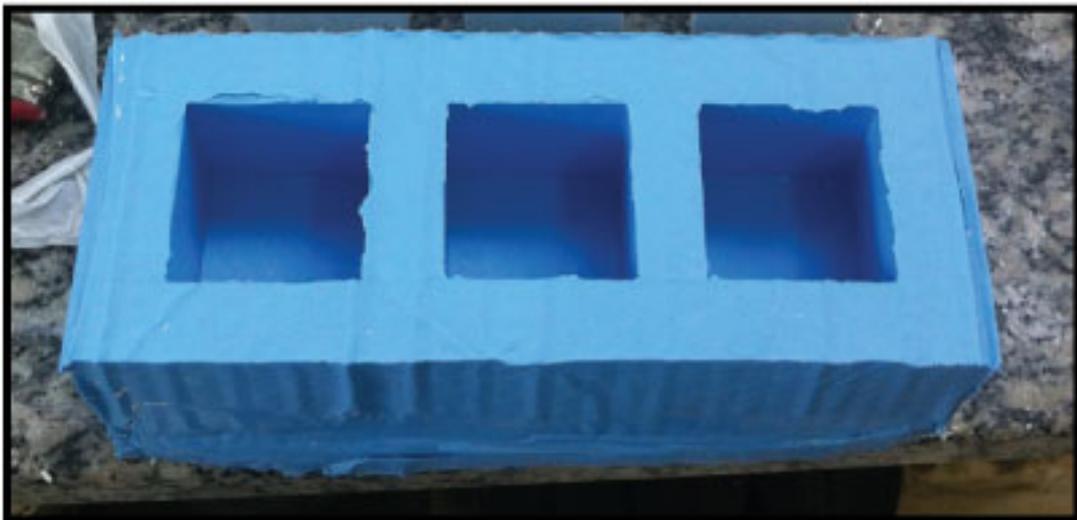


Figura 29 – Molde para o desenvolvimento dos corpos de prova.

Fonte: O autor.

A partir deste molde, foram confeccionados os primeiros corpos de prova misturando o gesso com a casca de arroz, como indica a Figura 30. Todos os materiais utilizados na mistura, tais como água, cascas de arroz e gesso foram pesados em balança de precisão. Observava-se que, devido as cascas serem menos densas que o gesso elas tendiam a ficar no topo da mistura, gerando irregularidades em sua distribuição. Este problema foi resolvido aumentando o tempo de mistura da massa, ao ponto que ela ficasse mais consistente. Após a confecção dos corpos de prova com a mistura mais homogênea, estes foram levados para secagem estufa a 105°C por 24h.



Figura 30 – Desenvolvimento das misturas feitas na batedeira (a) e colocadas no molde (b).

Fonte: O autor.

#### 4.2.6 Análise dimensional dos corpos de prova

As análises dimensionais dos corpos de prova foram realizadas com o intuito de determinar a sua uniformidade e regularidade. Foram realizadas medições em 3 pontos de cada eixo dos 3 corpos de prova (CDP) de cada para determinar o desvio padrão da medida e o coeficiente de variação.

Conforme mostrado no Gráfico 1, o gesso puro, apresentou um baixo desvio fora do padrão no eixo Y do CDP 1, mas relativamente baixo, chegando a 1%. Nota-se sempre uma irregularidade padrão no eixo Z de todas as amostras, eixo no qual se coloca a mistura no molde e fica aberta, sem paredes para fechar.

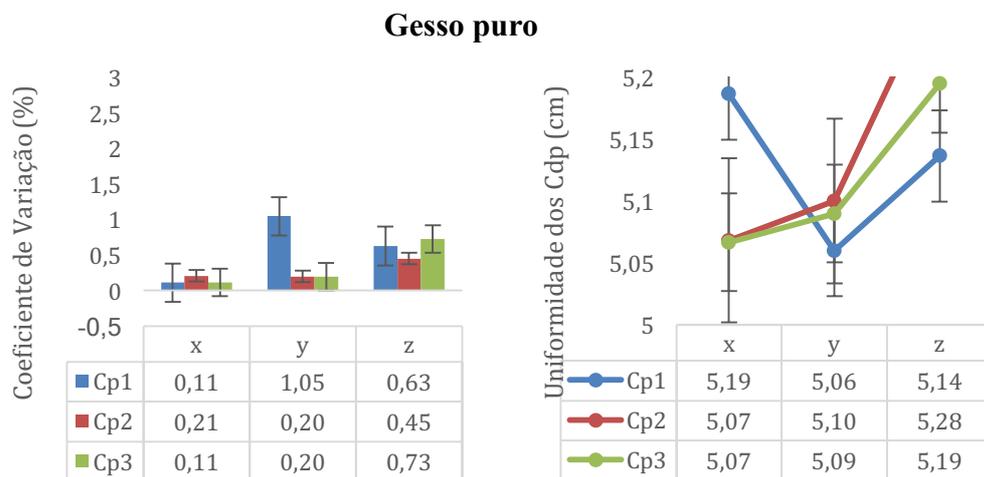


Gráfico 1 – Desvio padrão dos corpos de prova feitos com gesso puro.

Fonte: o autor.

Já o compósito com 5% de cascas de arroz *in natura*, conforme o Gráfico 2, um desvio maior também no eixo Z e no eixo Y do CDP 1, chegando a 1,7%, porém maior uniformidade nos outros eixos.

### Compósito com adição de 5% cascas de arroz *in natura*

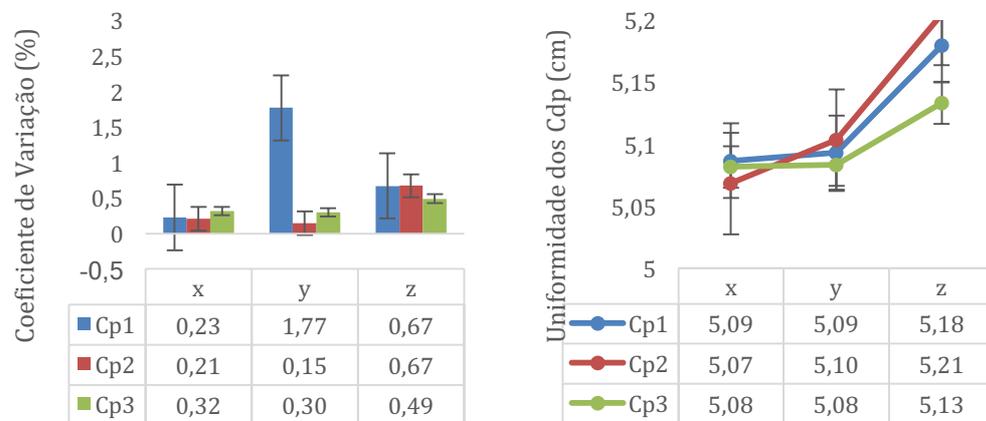


Gráfico 2 – Desvio padrão dos corpos de prova feitos com adição de 5% de cascas de arroz *in natura* ao gesso.

Fonte: o autor.

Com a adição de 10% de cascas de arroz *in natura*, conforme o Gráfico 3, teve um desvio mais significativo no eixo X do CDP 1, enquanto as outras faces mantiveram-se regulares, com exceção do eixo Z de todas amostras.

### Compósito com adição de 10% cascas de arroz *in natura*

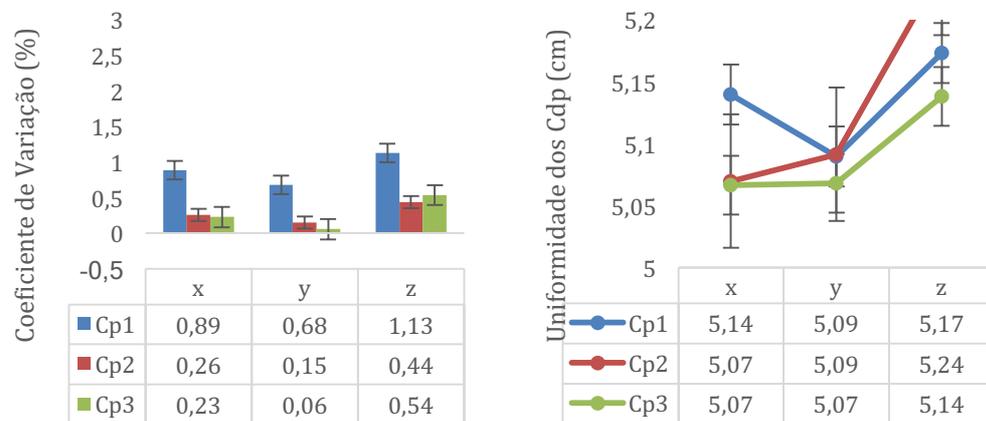


Gráfico 3 – Desvio padrão dos corpos de prova feitos com adição de 10% de cascas de arroz *in natura* ao gesso.

Fonte: o autor.

O compósito feito com adição de 5% de cascas de arroz trituradas revelou uma maior uniformidade dos corpos de prova, exceto no eixo Z (Gráfico 4).

### Compósito com adição de 5% cascas de arroz trituradas

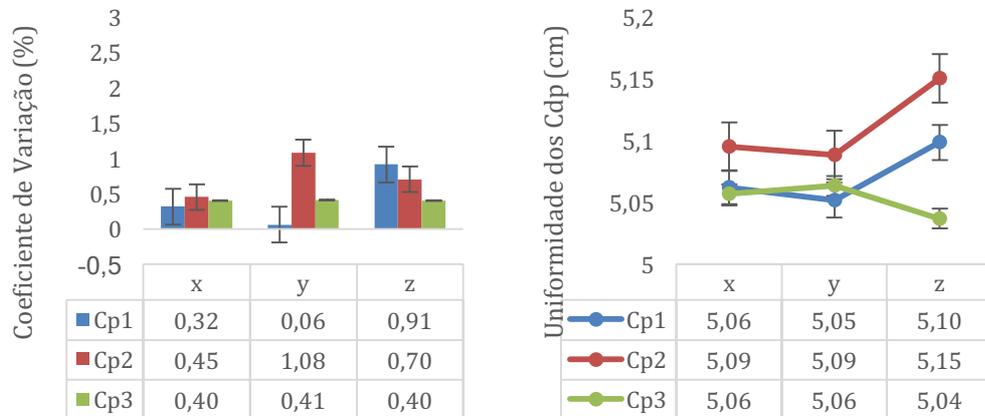


Gráfico 4 – Desvio padrão dos corpos de prova feitos com adição de 5% de cascas de arroz trituradas ao gesso.

Fonte: o autor.

O compósito feito com adição de 10% de cascas de arroz trituradas foi a amostra mais regular até então, apresentando uniformidade até no eixo Z (Gráfico 5).

### Compósito com adição de 10% cascas de arroz trituradas

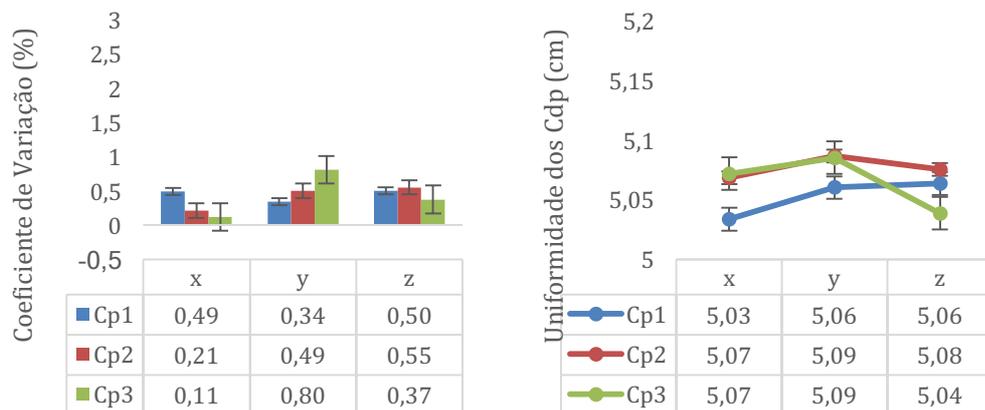


Gráfico 5 – Desvio padrão dos corpos de prova feitos com adição de 10% de cascas de arroz trituradas ao gesso.

Fonte: o autor.

### 4.2.7 Ensaio de compressão dos corpos de prova

Os resultados do ensaio de compressão do gesso puro estão presentes no Gráfico 6. O primeiro corpo de prova foi descartado para ajustar a regulagem da máquina. Os resultados não foram satisfatórios pois não alcançaram padrões previstos em outras literaturas (CITAR), devido a dificuldade de manipulação do material e o seu desenvolvimento sem embasamento sociotécnico.

#### Gesso Puro

Corpo de Prova	Força Máxima (N)	Deformação (mm)	Tensão (Mpa)
CP1	<b>3787.40</b>	<b>0.55</b>	<b>1.51</b>
CP2	<b>3613.50</b>	<b>0.65</b>	<b>1.45</b>

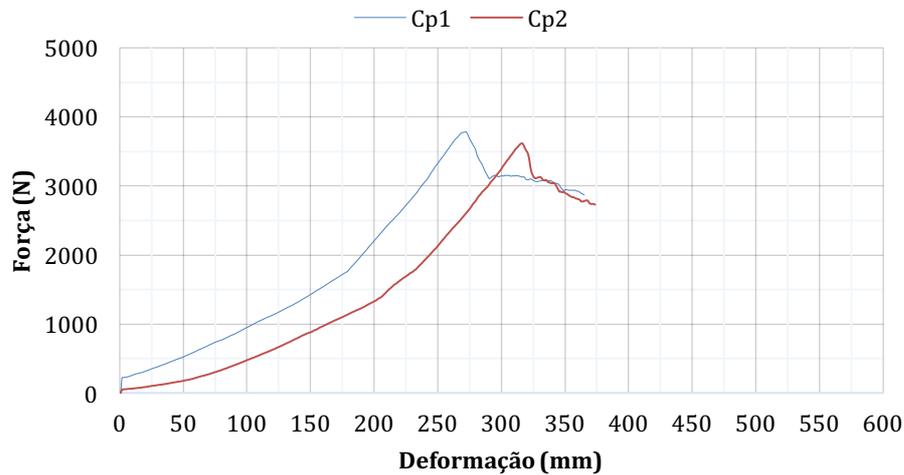


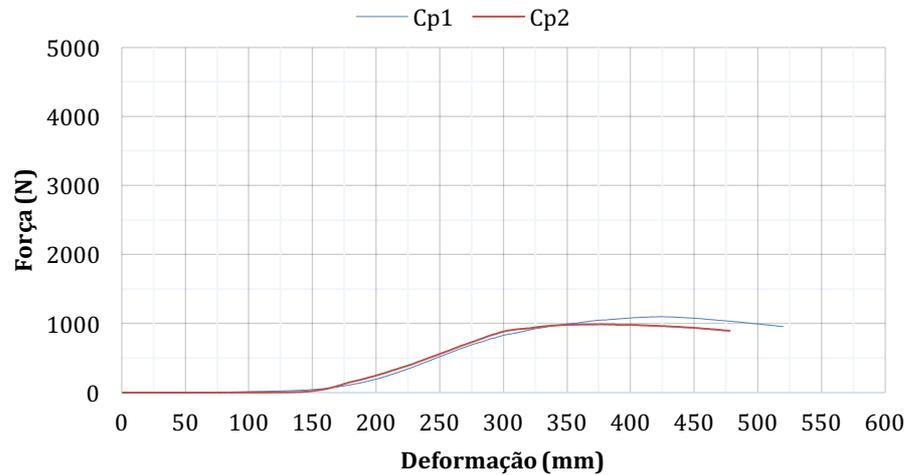
Gráfico 6 – Gráfico de força (N) x deformação dos corpos de prova feitos com gesso puro.

Fonte: o autor.

Os resultados do teste de compressão com a adição de 5% e de 10% de cascas in natura revelaram uma queda drástica na resistência mecânica. Também se nota a falha devido a falta de experiência na confecção do material (Gráfico 7).

### Adição de 5% de cascas in natura

Corpo de Prova	Força Máxima (N)	Deformação (mm)	Tensão (Mpa)
CP1	<b>1099.01</b>	<b>1.37</b>	<b>0.44</b>
CP2	<b>991.19</b>	<b>0.93</b>	<b>0.40</b>



### Adição de 10% de cascas in natura

Corpo de Prova	Força Máxima (N)	Deformação (mm)	Tensão (Mpa)
CP1	<b>892.07</b>	<b>2.10</b>	<b>0.36</b>
CP2	<b>992.93</b>	<b>2.41</b>	<b>0.40</b>
CP3	<b>949.46</b>	<b>1.02</b>	<b>0.38</b>

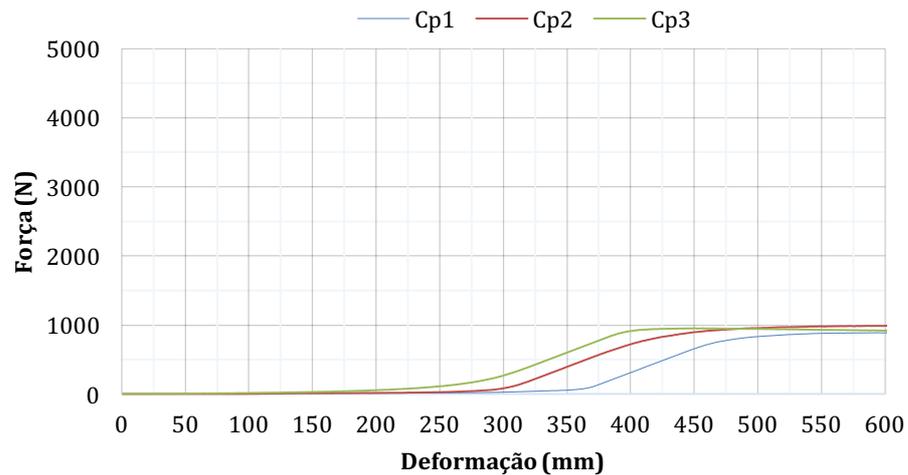


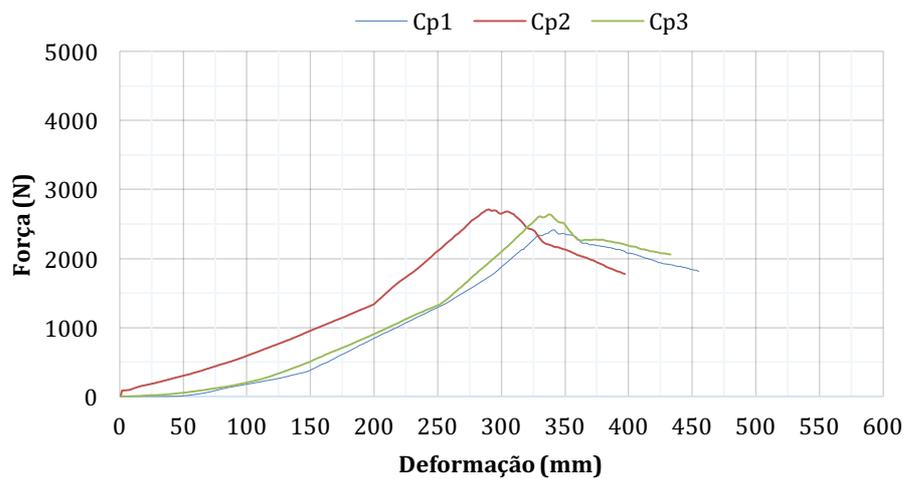
Gráfico 7 – Gráfico de força (N) x deformação dos corpos de prova feitos com adição de cascas *in natura* ao gesso.

Fonte: o autor.

As adições de 5% de cascas de arroz trituradas mostraram uma grande melhora em relação as cascas *in natura*. Sua resistência mecânica chegou mais próxima do gesso, 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 (Gráfico 8).

### Adição de 5% de cascas trituradas

Corpo de Prova	Força Máxima (N)	Deformação (mm)	Tensão (Mpa)
CP1	<b>2420.60</b>	<b>0.85</b>	<b>0.97</b>
CP2	<b>2707.52</b>	<b>0.58</b>	<b>1.08</b>
CP3	<b>2636.32</b>	<b>0.65</b>	<b>1.05</b>



### Adição de 10% de cascas trituradas

Corpo de Prova	Força Máxima (N)	Deformação (mm)	Tensão (Mpa)
CP1	<b>1770.23</b>	<b>0.39</b>	<b>0.71</b>
CP2	<b>1928.48</b>	<b>0.50</b>	<b>0.77</b>
CP3	<b>1872.83</b>	<b>0.46</b>	<b>0.75</b>

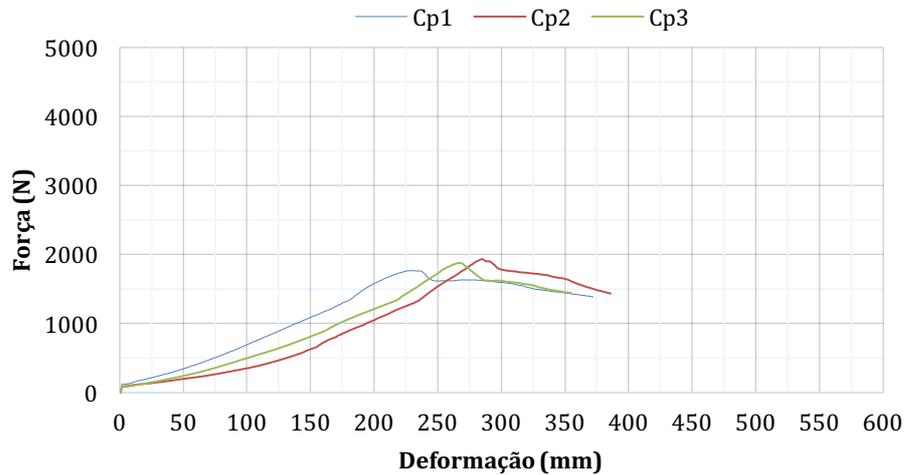


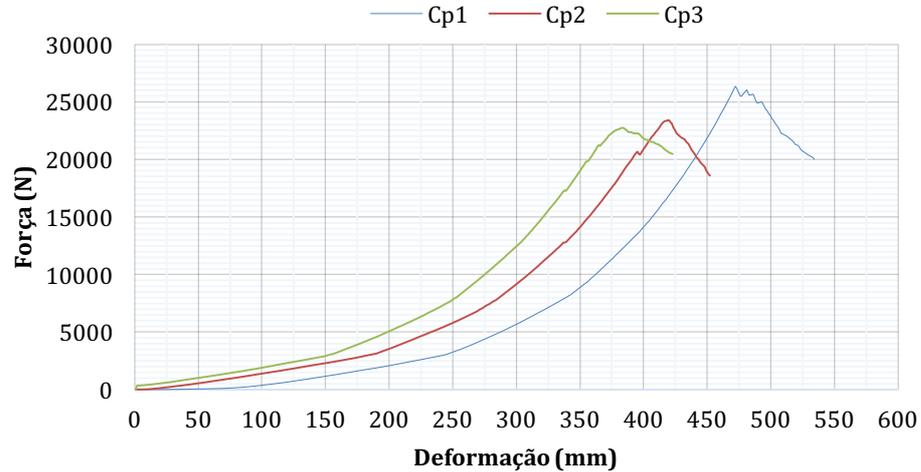
Gráfico 8 – Gráfico de força (N) x deformação dos corpos de prova feitos com adição de trituradas ao gesso.

Fonte: o autor.

Tendo em vista estes resultados feitos em laboratório, eles puderam ser levados para aplicação sociotécnica e para uma análise mais detalhada da confecção do artefato. Os resultados do ensaio das peças desenvolvidas pelos artesãos revelaram uma controvérsia em relação ao material – aumentaram significativamente a sua resistência, ultrapassando até os padrões revistos nas literaturas. A adição de 5% de cascas de arroz teve uma pequena redução de sua resistência, chegando muito próxima ao gesso e podendo ser usada tranquilamente pelos artesãos (Gráfico 9).

## Gesso puro feito pelos artesãos

Corpo de Prova	Força Máxima (N)	Deformação (mm)	Tensão (Mpa)
CP1	<b>26337.89</b>	<b>1.30</b>	<b>10.54</b>
CP2	<b>23419.96</b>	<b>1.37</b>	<b>9.37</b>
CP3	<b>22717.43</b>	<b>1.27</b>	<b>9.09</b>



## Gesso com adição de 5% de cascas trituradas feito pelos artesãos

Corpo de Prova	Força Máxima (N)	Deformação (mm)	Tensão (Mpa)
CP1	<b>22569.62</b>	<b>1.26</b>	<b>9.03</b>
CP2	<b>14662.69</b>	<b>2.06</b>	<b>5.87</b>
CP3	<b>23905.12</b>	<b>1.29</b>	<b>9.56</b>

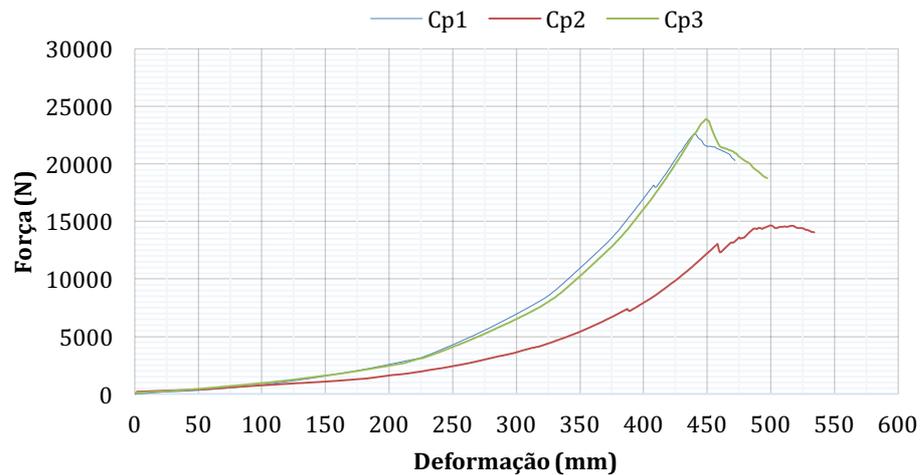


Gráfico 9 – Gráfico de força (N) x deformação dos corpos de prova feitos pelos artesãos.

Fonte: o autor.

### 4.3 Pesquisa sociotécnica

A pesquisa sociotécnica, na visão de Dagnino, Brandão e Novaes (2004), tem como objetivo buscar a adequação entre o processo científico e o desenvolvimento tecnológico já incorporado em suas diversas formas em um conjunto de aspectos socioeconômicos e ambientais que constituem a relação ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

Este trabalho foi desenvolvido entre um laço amarrado pelos articuladores desta rede, no autor deste projeto, entre três diferentes instituições: Alto do Marins Arrozés Especiais, JB Fabrica de Imagens de Nossa Senhora de Aparecida e Universidade Federal de Itajubá.

A Alto do Marins Arrozés Especiais trabalha com pesquisa e desenvolvimento de variedades exclusivas de cultivares de arroz na região do Vale do Paraíba, São Paulo. Situada no município de Canas, iniciou em 2003 programas de pesquisa para desenvolvimento de cultivares de arroz arrozes com características únicas, liderada pelo pesquisador Omar Vieira Villela que tem mais de 35 anos de experiência em rizicultura. Atualmente a empresa também atua no beneficiamento de arroz, que foi ponta pé inicial para esta pesquisa quando apontou a sua problemática das cascas de arroz para os pesquisadores. Todas as cascas geradas no processo de beneficiamento do arroz são descartadas e tratadas como resíduo, sem um destino adequado para seu uso. Neste sentido, para a contribuição com esta pesquisa a empresa se prontificou de fornecer as cascas de arroz para este trabalho com o intuito de atribuir destinos sustentáveis para que estas deixem de ser tratadas como resíduos e passem a ser subprodutos da produção.

A JB Fabrica de Imagens de Nossa Senhora de Aparecida é uma pequena empresa, de cunho familiar situada no município de Aparecida, São Paulo. A empresa está situada no fundo do quintal da própria família que trabalha na mesma, e sua atividade é desenvolver imagens sacras para geração de renda. Os processos variam desde confecção dos moldes de diferentes tamanhos de imagens de Nossa Senhora, secagem, acabamento e pintura das imagens. As imagens são comercializadas para lojas e feiras específicas e já foram comercializadas até para

o exterior. A empresa se disponibilizou para que fossem realizados os testes de desenvolvimento de artefatos a partir de suas técnicas com o material compósito desenvolvido.

A Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) é a instituição responsável pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade (DTecS) na qual está pesquisa está vinculada, juntamente aos órgãos competentes de fomento de bolsas de pesquisa, neste caso a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A UNIFEI fornece a estrutura necessária para a pesquisa e desenvolvimento do material em seus diversos laboratórios, tais como o de Mecânica, Materiais, Química e Engenharia Civil, nos quais foram utilizados para este projeto e que deram o caráter interdisciplinar desta pesquisa.

### **4.3.1 Análise sociotécnica**

Inicialmente, para o desenvolvimento sociotécnico desta pesquisa foram coletadas mais cascas de arroz na Fazenda Alto do Marins em Canas, São Paulo, desta vez em maior quantidade devido a demanda maior de pesquisa que seria realizada até então. Cabe ressaltar que, a cada visita na fazenda, maior era a quantidade de cascas amontoadas do lado de fora da sala de beneficiamento da empresa – revelando a problemática do desperdício das cascas de arroz. Os trabalhadores sempre foram receptivos e não se verificou qualquer tipo de problema ou impasse durante a coleta de material.

Para um melhor entendimento nos meios de confecção artesanais e sua possível adaptação, realizou-se uma descrição detalhada das diferentes etapas da produção dos artefatos, separadas em 4 momentos: **produção das imagens, secagem, acabamento e pintura.**

***I. Produção das imagens*** – uma sala onde são realizados as misturas de gesso e os moldes dos artefatos, assim como armazenamento inicial, mostrada na Figura 31 **(a)** e **(b)**. A sala armazena os sacos de gesso comprados e contém um balde de água com mangueira para realizar a mistura, bancadas para colocar as imagens produzidas e os moldes para confeccionar os artefatos. Observa-se que os processos de produção de imagem são bem empíricos – as medidas são feitas a mão e são realizadas de diferentes formas que variam de artesanato para

artesão, revelando uma não-uniformidade na confecção das imagens gerando uma dificuldade na adaptação para modelos científicos.



Figura 31 – Local de armazenamento inicial (a) e produção das imagens em gesso (b) na empresa JB.

Fonte: O autor.

As misturas são feitas em um balde de plástico, no qual se adiciona a água, medida em potes de margarina ou copos, e em seguida o gesso é adicionado com as próprias mãos. Há uma quantidade relativa que cada artesão utiliza em relação a mãos de gesso e quantidade de água, porém, de acordo com os artesãos, a mistura está boa quando o gesso colocado é o suficiente para “boiar” na água. Feito isto, a homogeneização é realizada com uma pequena palheta de ferro, a mistura é despejada nos moldes de silicone, os quais são comprados prontos de uma empresa terceirizada. Estes moldes de silicone finos são revestidos por uma pedra de gesso e amarrado com elásticos para não deformar a imagem, devido a espessura do silicone. Por fim, verifica-se se a massa está pronta tocando no molde para ver se o gesso esquentou – devido a

reação da mistura do gesso com a água que determina o tempo de pega. O gesso seca no molde no qual pode-se retirar o artefato pronto para ser levado para a secagem.

**II. Secagem** – é geralmente realizada na laje e no telhado da casa, devido a maior incidência do sol. As imagens são colocadas em exposição ao sol e ficam de 2 a três dias para sua secagem completa. Algumas vezes, as imagens não secam completamente devido a alta demanda de pedidos e são levadas para o acabamento antes do tempo normal de secagem. Na ausência do sol, raramente é utilizada uma pequena estufa a lenha isolada em um canto. As imagens são transportadas por meio de um pequeno guindaste automático que leva as imagens que estão na área de produção para a secagem e o acabamento no piso superior (Figura 32).



Figura 32 – Local onde se secam as imagens (a) e (b) na empresa JB.

Fonte: O autor.

**III. Acabamento** – o acabamento é feito logo após a secagem e fica em na em uma pequena sala. Neste local, o artefato seco é lixado para retirar as sobras deixadas pelo molde, é

feita a colagem da cabeça que muitas vezes se quebra devido a qualidade de alguns moldes mais baratos, além do preenchimento de da porosidade quando o gesso não fica uniforme. Feito isso, é realizado um banho de um produto a base de cola que facilita a aderência da tinta ao gesso. Por fim, pinta-se os artefatos com um compressor a partir de uma tinta azul base que facilita o trabalho de pintura detalhada do produto final. Estes artefatos são armazenados a uma pequena sala ao lado, onde fica o pequeno guindaste que leva de volta estes artefatos para o andar térreo no qual realiza-se o processo final. Percebe-se que, este é o processo que mais atrapalha a linha de produção, devido a correção do processo anterior – no qual poderia ter uma diminuição de falhas com uma uniformidade e padrão de misturas e moldes mais bem elaborados (Figura 33).

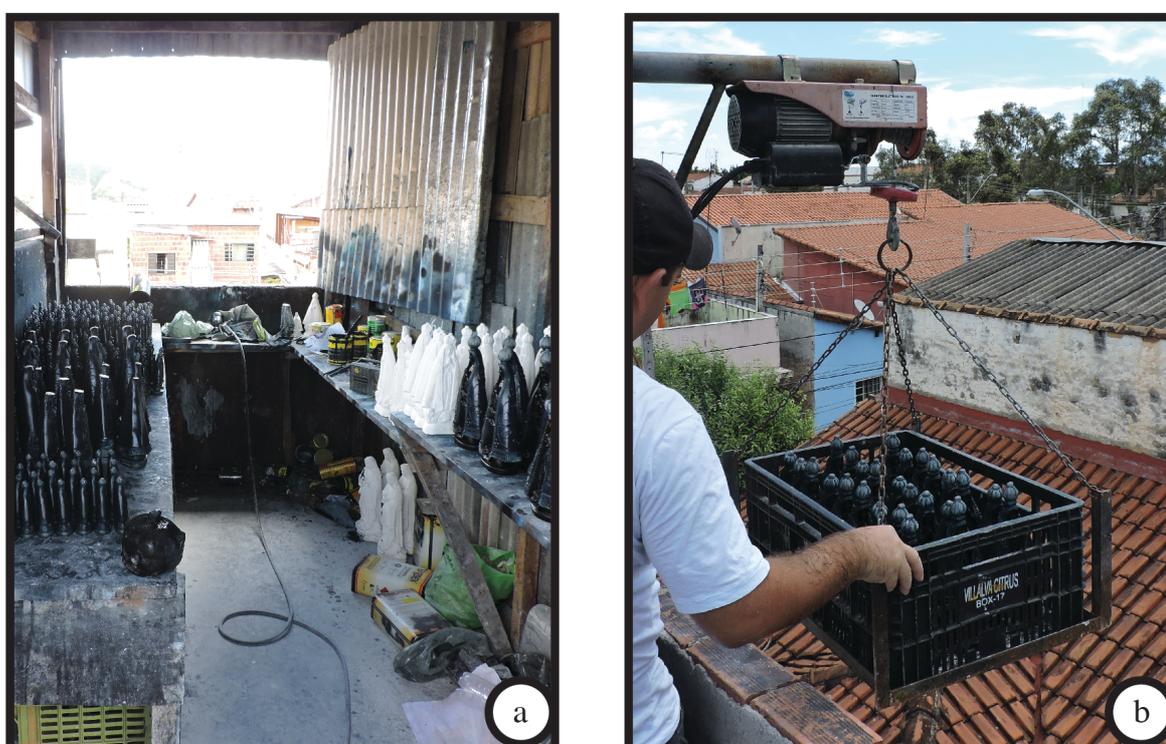


Figura 33 – Sala de acabamento (a) e guindaste de transporte (b) na empresa JB.

Fonte: O autor.

**IV. Pintura** – é realizada como último processo em uma sala que fica no piso térreo, antes mesmo de chegar a produção dos artefatos quando se entra na casa e ao lado do guindaste que transporta novamente os artefatos finalizados para a sala de pintura de cima para baixo. Este processo é feito artesanalmente com pincel e realizado pelas mulheres dos artesãos, na maioria das vezes. Utiliza-se somente uma tinta preta para o corpo e a base da santa e uma mistura de tinta dourada para os detalhes do manto e da coroa. Após este processo, as santas são embrulhadas e prontas para serem entregues (Figura 34).

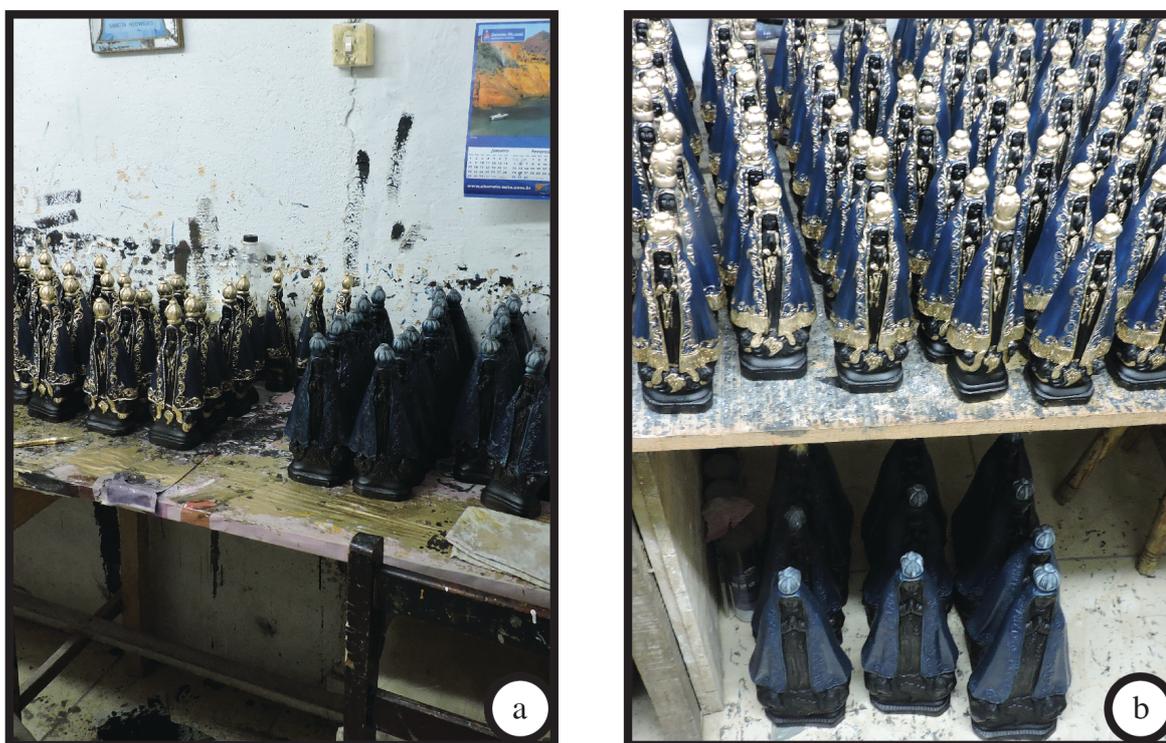


Figura 34 – Sala de pintura (a) das imagens desenvolvidas (b) na empresa JB.

Fonte: O autor.

Para o início dos experimentos, foram levados uma pequena quantidade de cascas de arroz, visando entender a produção artesanal do compósito para os artefatos e uma possível adequação sociotécnica deste processo. Realizou-se as primeiras misturas utilizando cascas de arroz *in*

*natura* ao gesso, nos quais foram realizados de modo empírico, ou seja, sem nenhum tipo de medições ou padrões a serem adotados. De acordo com um dos trabalhadores, a aparência do material se assemelhou ao pó de serragem que era utilizado para confecção de artefatos na Basílica de Nossa Senhora Aparecida.

Os trabalhadores levantaram uma série de questões para entender o uso das cascas de arroz, tais como: 1). Como seria se ela fosse moída? 2). Qual o custo dessas cascas de arroz? 3). Ela pega fogo? 4). Existe uma patente? Estas questões foram respondidas da seguinte forma:

- 1) A moagem foi realizada, mas a casca moída não tem as mesmas propriedades da sua forma original in natura;*
- 2) As cascas estão sendo fornecidas pela Alto do Marins sem nenhum custo inicial, a empresa não tem pretensão de cobrar pelo material;*
- 3) As cascas podem pegar fogo com facilidade, porém em uma matriz de gesso elas ficam isoladas termicamente, obtendo-se maior resistência;*
- 4) Não existem muitos estudos que utilizem cascas in natura, muito menos com gesso.*

Para a pesquisa, foram feitos questionários aos trabalhadores, o que permitiu o esclarecimento de diversos pontos que poderiam auxiliar no laboratório de materiais, e dentre eles podemos citar:

- 1) A secagem é feita pelo Sol não apenas como forma de economizar de energia, mas também porque de acordo com os trabalhadores, o uso da estufa em tempo demasiado apodrece o gesso;*
- 2) A medição padrão da proporção de gesso / água não é feita por meio de uma pesagem, mas sim quando o pó de gesso, acrescentado a água, começa a sobressair ou a boiar na água;*
- 3) O tempo de pega (tempo para desenformar) é medido pelo contato do dedo na forma e quando o gesso “esquenta”, devido a sua reação química, está pronto para desenformar;*

- 4) *O lixamento e polimento deve ser feito manualmente empregando lixa d'água em uma granulometria de 100 para películas mais grossas e 200 para mais finas.*

Para esta primeira mistura de cascas de arroz, foi feito o processo de mistura do gesso normalmente, porém foi-se adicionando mãos de cascas de arroz na mistura. Nesta mistura, os trabalhadores determinaram as seguintes propriedades:

- 1) *Tempo de pega mais rápido;*
- 2) *Não houve dificuldade de manuseio;*
- 3) *Não afeta bruscamente a coloração do gesso;*
- 4) *Não afeta a morfologia inicial do artefato;*

Os primeiros testes foram realizados com sucesso, como demonstra a Figura 35. Os trabalhadores temiam que as cascas prejudicarem a forma do artefato, sair para fora do gesso ou no rosto onde há maior concentração de detalhes, porém a matriz de gesso revestiu toda a superfície do artefato enquanto as fibras se mantiveram dentro da matriz. Por fim, foi relatado como uma experiência nova e divertida para se trabalhar.



Figura 35 – Mistura do compósito (a) e artefatos desenvolvidos com gesso e cascas de arroz *in natura* (b) na empresa JB.

Fonte: O autor.

Algumas problemáticas foram apontadas quando se pensou na logística destas cascas para a aplicabilidade. Uma delas se refere ao armazenamento das cascas, pois a empresa tem pouco espaço para a produção e os sacos de gesso já ocupam grande parte da sala. Os sacos de gesso são comprados semanalmente em torno de 12 sacos de 40kg, pois, de acordo com um dos trabalhadores, não há espaço para deixar muito material armazenado, o que poderia vir a ser uma problemática para a questão logística das cascas de arroz.

Em certas falas foram difíceis de interpretar o real interesse da empresa pelo material, onde por exemplo foi comentado que este material deveria ser utilizado na construção de placas de gesso pois “aí sim dá economia”. Gerou uma controvérsia no que realmente poderia vir a ser economia para eles ou o real interesse deles de utilizar a casca ou estar acomodado com o modo de produção já estabelecido.

### 4.3.2 Adaptação dos métodos artesanais para o científico

Para validar cientificamente a forma de produção dos artesãos, foi utilizada uma balança caseira a fim de fazer as medições e se aproximar os métodos científicos a serem utilizados, definindo alguns padrões aproximados em gramas com intuito de reproduzir os experimentos em laboratório.

Com os padrões adotados pelo método 3.2.2.2, 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 santa 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 realizado 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 despreendeu, como costuma acontecer em alguns moldes de gesso puro – talvez pela capacidade da fibra segurar o gesso como mostra a Figura 36.

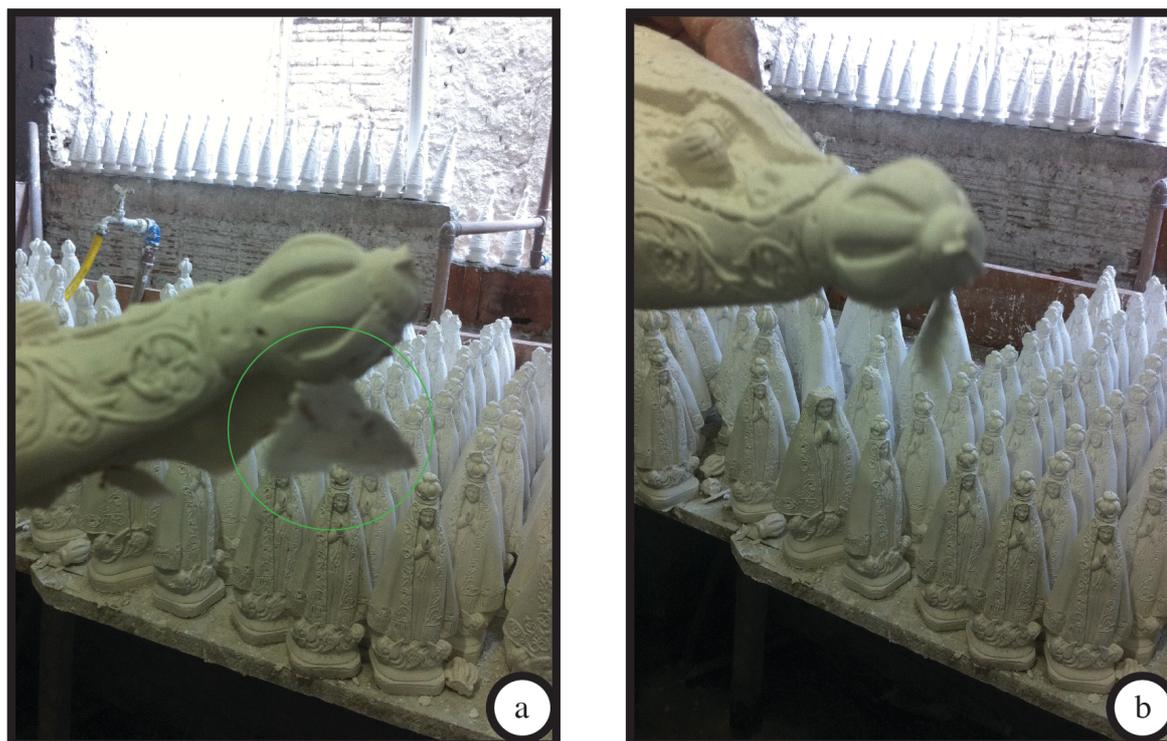


Figura 36 – Rebarba do artefato pós desmoldagem (a) e sua remoção com a mão (b).

Fonte: O autor.

Toda vez que uma imagem é desenformada, sobra uma pequena rebarba em suas costas que é quebrada inicialmente com as mãos e posteriormente no processo de acabamento passando uma pinça e por fim uma lixa grossa. Quando chegou neste processo, foi detectado um problema pois a quebra do gesso, revelado na Figura 37, faz com que as cascas de arroz fiquem aparentes, saindo para fora da matriz. Neste caso, foram feitos alguns testes com o acabamento final mesmo com as cascas aparecendo, para ver a sua aderência aos processos de pintura e os resultados não foram satisfatórios. As cascas não conseguem se aderir a pintura quando estão aparentes após uma quebra do gesso.

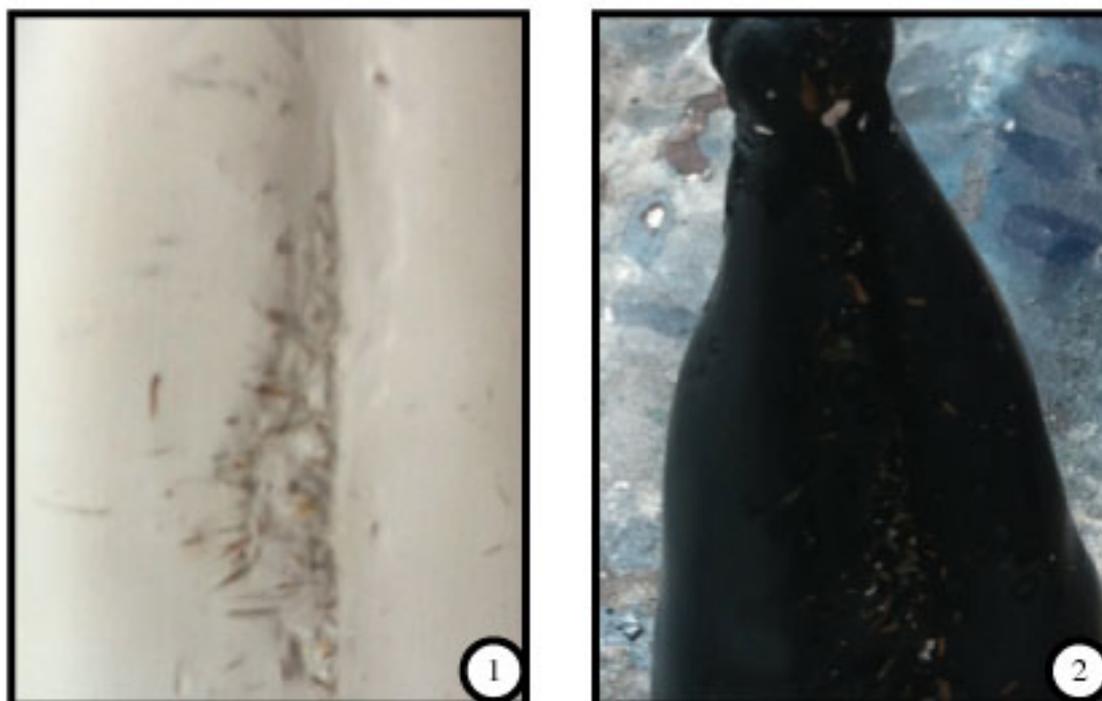


Figura 37 – Foto das cascas de arroz aparentes nas rebarbas (1) e aplicação de tinta base (2).

Fonte: O autor.

Este processo pode ser resolvido no acabamento, assim como todas santas passam por um pincel de gesso para tampar pequenos orifícios causados pelo gesso, este processo pode tampar as cascas e realizar um acabamento final satisfatório. Porém, os artesãos não ficaram muito satisfeitos com estes resultados e disseram que isto poderia atrasar no processo de fabricação, por ter que retocar as santas com mais cautela.

Com intuito de melhorar este processo, foi realizado uma nova visita técnica para verificar a viabilidade da utilização de cascas trituradas para o desenvolvimento deste compósito nos artefatos, após ter realizado testes laboratoriais deste material na UNIFEI. A casca triturada por ter sua partícula reduzida pode resolver a problemática das fibras *in natura*, tanto na questão da pintura quanto no acabamento, que não precisaria preencher e retirar os vestígios de casca após o lixamento da sobra do molde.

Uma grande controvérsia em relação aos modos de produção da empresa foi revelada neste retorno, dois dos três artesãos acabaram arrumando outros empregos e deixaram de se dedicar tanto a produção de imagens – um deles largou completamente a empresa enquanto o dono diz ir esporadicamente confeccionar as imagens com poucos pedidos. Houve uma certa dificuldade em encontrar a empresa aberta e funcionando da mesma forma de quando começou. Porém, conseguiu-se realizar os últimos testes mesmo assim.

Neste segundo teste com cascas trituradas, foram realizados tanto santas quanto corpos de prova para testes de compressão. O artesão realizou uma mistura de gesso puro e gesso com cascas de arroz a fim de comparar os processos artesanais com e sem adição de cascas. Novamente foram pesados tanto as mãos de gesso, potes e cascas de arroz trituradas, como revelados na Figura 38 – nos quais vale ressaltar que não foram alterados os valores, o que mostra que é estabelecido um certo padrão das misturas e que foram descritos no método 3.2.2.2.

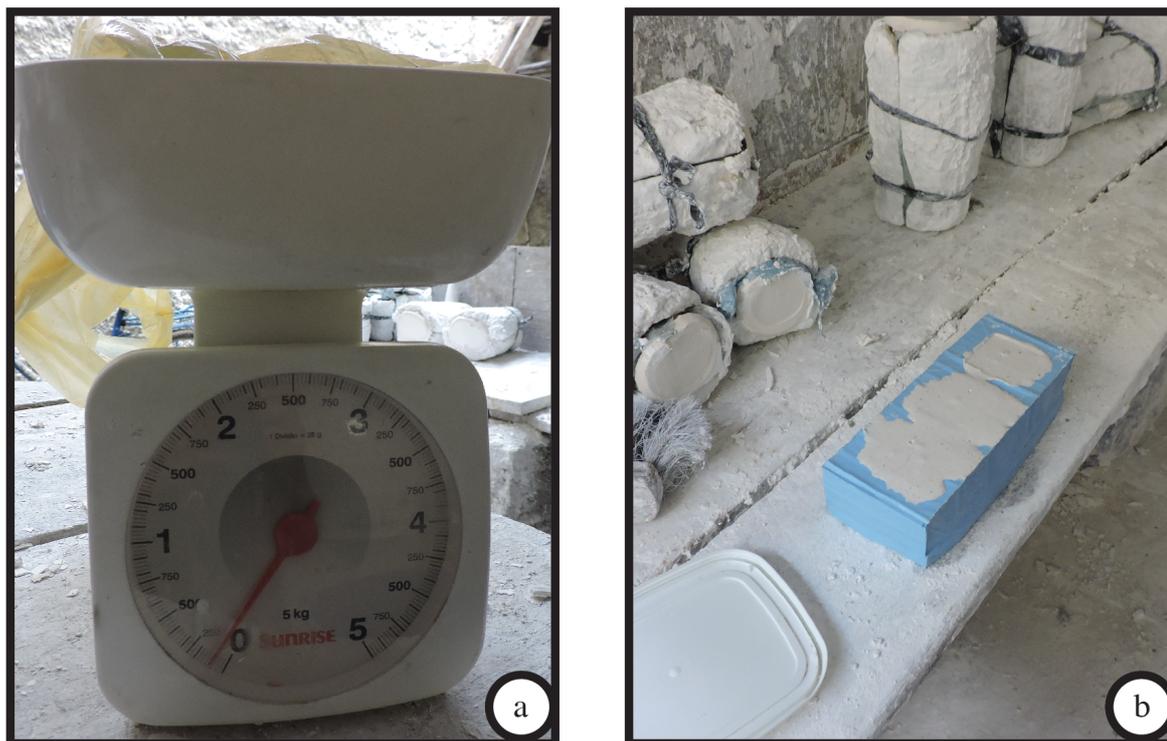


Figura 38 – Balança culinária utilizada para daptação (a) e confecção dos corpos de prova para compressão (b) na JB.

Fonte: O autor.

Os padrões adotados para a confecção dos artefatos são mostrados na Tabela 11.

	Gesso	Água	Cascas trituradas
Gesso Puro	9 mãos (2250g)	1,5 potes (975g)	-
Compósito	8 mãos (2000g)	1,5 potes (975g)	3 mãos (100g)

Tabela 11 – Padrões adotados para confecção dos artefatos.

Fonte: o autor.

Por fim, os corpos de prova foram realizados com sucesso e puderam ser secados ao sol e submetidos aos testes de compressão. Devido a ausência de equipamentos no local, não se pôde estabelecer a uniformidade, pesagem precisa e desvio destes corpos de prova.

### 4.3.3 Viabilidade econômica

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, consumo 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)

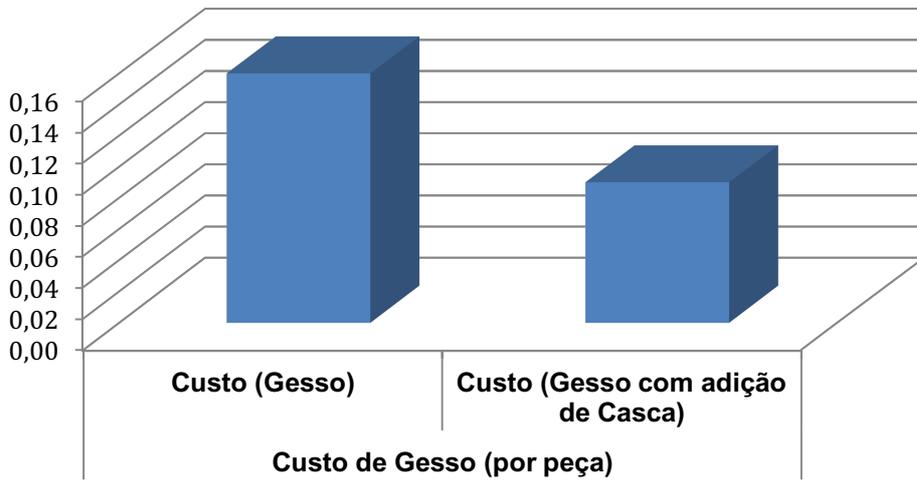
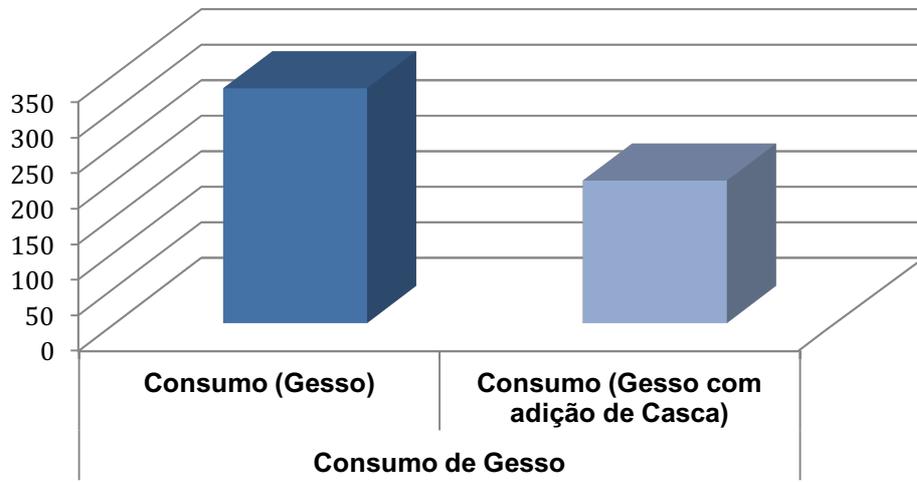


Gráfico 10 – Gráficos de consumo e custo de gesso e do compósito com cascas de arroz.

Fonte: o autor.

## 4.4 Mapeamento dos rastros do artefato

Para rastrear os passos para o desenvolvimento deste compósito, foi realizado uma coleta de dados e informações relevantes sobre os artefatos utilizados nesta pesquisa, os grupos sociais que a permeiam, os problemas que são colocados à tona e as soluções encontradas para melhorar os processos.

Primeiramente, os artefatos iniciais desta pesquisa foram o gesso e as cascas de arroz, sendo estes dois artefatos que não se conectavam até então. O gesso é permeado pelo grupo social da empresa de desenvolvimento de artesanato JB, enquanto a as cascas de arroz são um subproduto do beneficiamento da fazenda Alto dos Marins. Tais grupos sociais também não se conectavam até então.

Para a empresa JB, há um interesse nas questões econômicas do seu processo, para que eles possam se alavancar e ter uma melhor forma de geração de renda com seus artesanatos. Já a Alto do Marins necessita de alguma solução para retirar as cascas do local de beneficiamento, que podem vir a atrapalhar conforme sua produção for aumentando.

A partir da fundamentação teórica na qual as adições de agregados de gesso poderiam melhorar suas propriedades e da utilização de sílica em materiais cerâmicos, criou-se assim a ideia de confeccionar o gesso com cascas de arroz (Gesso com CA) como alternativa econômica para a JB e sustentável para a Alto do Marins.

Porém, a partir da pesquisa sociotécnica detectou-se uma problemática no uso das cascas de arroz *in natura* para a confecção destes artefatos, houve um problema em relação a resistência mecânica a compressão e as cascas de arroz impossibilitaram um bom acabamento dos artefatos. A solução mais barata e viável encontrada foi a de utilizar um triturador pertencente a própria fazenda Alto do Marins para deixar estas partículas menores, para que houvesse melhor homogeneidade da mistura e facilitar o acabamento das peças – criando-se assim o material final que foi o gesso com cascas de arroz trituradas. Este artefato final pode resolver assim o problema econômico da JB e do descarte das cascas de arroz da Alto do Marins. O mapeamento desta rede pode ser visto na Figura 39.

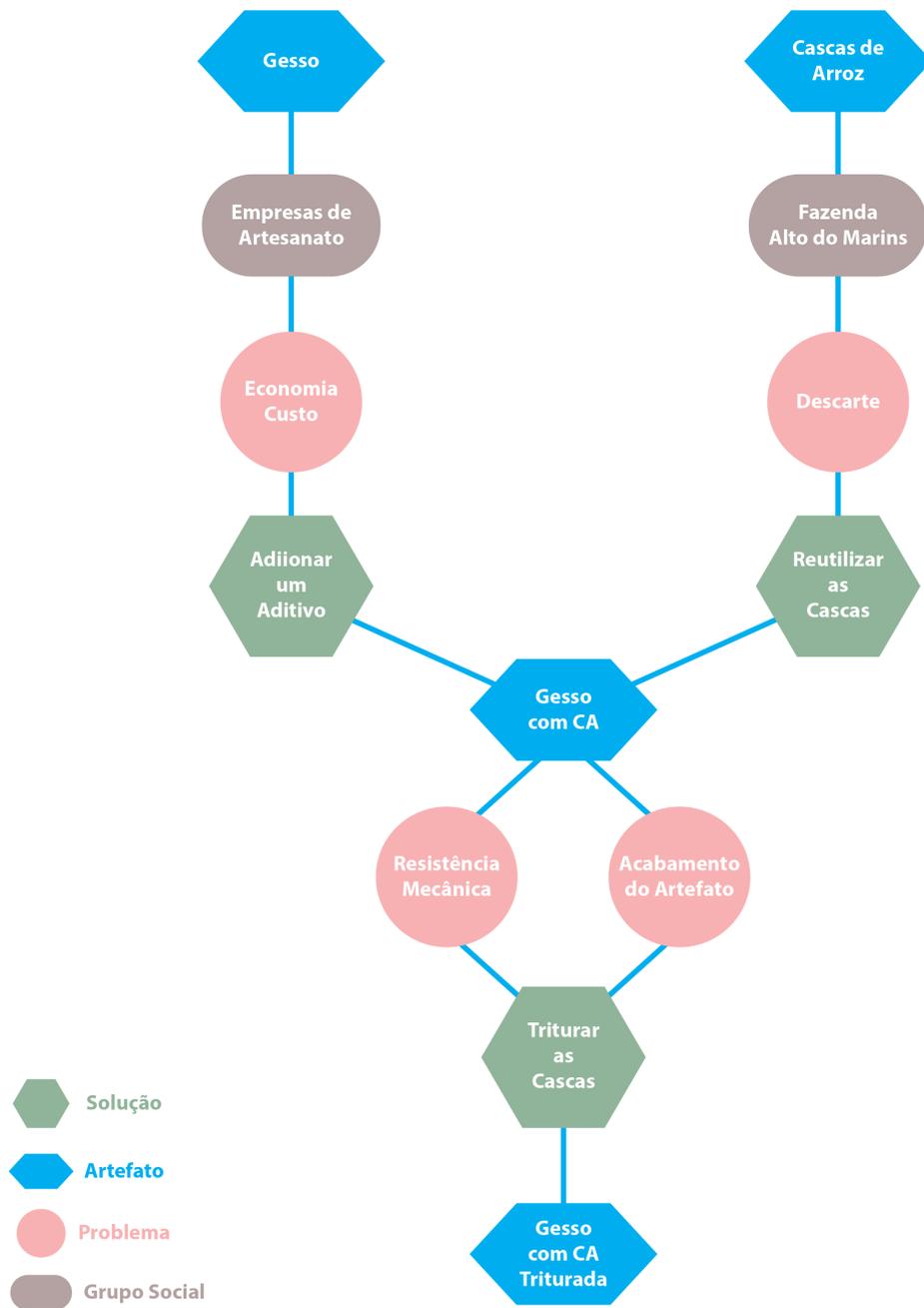


Figura 39 – Mapeamento da construção social do artefato desenvolvido.

Fonte: O autor.

## 5 CONCLUSÃO

Em relação as questões de design social, conclui-se que o método de definição de problemas é de fundamental importância para o direcionamento do trabalho envolvendo diferentes atores e propostas. As possíveis mudanças de paradigma que o compósito propõe são fatores relevantes para sua aplicação dentro de uma empresa revelando o impacto positivo gerado a partir de seu uso e, como consequência, trazendo uma maior motivação para o seu possível uso em um ambiente externo ao laboratório.

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. A análise dimensional auxiliou na verificação da regularidade dos corpos de prova para que estes não afetassem os resultados dos ensaios. 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 processos 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.

O mapeamento dos rastros do artefato revela de uma forma mais ilustrada os passos para o desenvolvimento deste compósito, unindo as diferentes áreas de atuação que normalmente não se conversam, criando uma visão mais ampla e dinâmica dos processos de desenvolvimento.

As adaptações dos métodos científicos aos métodos artesanais revelaram que existem outros fatores, tais como a proporção de água e o tempo de pega, que influenciam completamente na conformidade do compósito. Ressalta-se ainda que o fator água na mistura do compósito, merece ser estudado com maior aprofundamento a partir de um modelo estatístico, tal como o design of experiments (DOE), que é uma metodologia capaz de avaliar o impacto dos diferentes fatores que compõe um determinado processo. A partir disso, recomenda-se este estudo para trabalhos futuros e outros projetos similares.

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.

## 6 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, T. N. D. **Inovação e ciências sociais**: em busca de novos referenciais. Revista Brasileira de Ciências Sociais, 20(58), 2005.
- 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.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 12128** – Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas da pasta. Rio de Janeiro - 1991
- 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.
- ASTM C59 / C59M-00(2015), **Standard Specification for Gypsum Casting Plaster and Gypsum Molding Plaster**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015.
- BALTAR, L. M. **Influência da adição de polissacarídeos nas propriedades físicas do gesso alfa**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, 2009.
- BARBOSA, A. A., FERRAZ, A. V., & SANTOS, G. A. **Caracterização química, mecânica e morfológica do gesso  $\beta$  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.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Programa Brasileiro do Design**: Orientação Estratégica, PBD 2007-12, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução normativa no 1, de 19 de janeiro de 2010. **Critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010a. Seção I, n. 13, 20 jan. de 2010.
- CALEGARI, E. P., & de Oliveira, B. F. Um estudo focado na relação entre design e materiais. *Projetica*, 4(1), 49-64, 2013.
- CALLISTER, W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais**: uma Introdução. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2007. ISBN 978-85-216-1595-8.
- CALLON, M. La dinámica de las redes tecno-económicas. Thomas, H. y Buch, A (coords.) *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*. Bernal: UNQ, p. 147-184, 2008.
- CAMPOS, J. L; CHAGAS, F. Os conceitos de Gilbert Simondon como fundamentos para o design. *Biblioteca Online de Ciências da Comunicação*, 2008.

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. Por que os “nossos” empresários não inovam?. *Revista Economia & Tecnologia*, 4(2), 2008.

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).

DAGNINO, R. Ajudando a desencadear transformações sociais: o que é isso que chamamos CTS? In NASCIMENTO, Décio Estevão, LUZ, Nanci Stanck da e QUELUZ, Marilda. *Tecnologia e Sociedade: transformações sociais*. Curitiba: Ed. UTFPR, 2011 (47-64).

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.

FORNASIER, C. B., MARTINS, R. F., & MERINO, E. Da responsabilidade social imposta ao design social movido pela razão, 2012.

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.

GARCIA R. M. Abordagem sociotécnica: uma rápida avaliação. *Revista Adm. Empres.*, vol 20, nº 3, São Paulo, 1980.

HOUSTON, D. F., “Rice – chemistry and technology”. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, USA, 1972, pp. 301-352.

JUNIOR S; DONATO R; FERREIRA L. C; LEWINSOHN T; M. **Entre hibridismos e polissemias: para uma análise sociológica das sustentabilidades**. *Ambiente & Sociedade*, v. 18, n. 4, p. 35-54, 2015.

KIMBELL, L; JULIER J. **The social design methods menu**. perpetual beta, 2012.

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.

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.

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

LATOUR, B. *Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica*. Tradução de Carlos Irineu da Costa." Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

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

LATOUR, B. **Reagregando o social**: uma introdução a 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.

MAZUMDAR, S. K. **Composites manufacturing**. CRC Pres, Boca Raton, 2002.

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

NOBRE, J. C. D. A., & PEDRO, R. **Reflexões sobre possibilidades metodológicas da Teoria Ator-Rede**. Cadernos UniFOA, Volta Redonda, 2010.

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.

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, Arlindo & NETO, Antonio J. Silva. *Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia & Inovação*. Barueri, SP: Manole, 2011.

RILEM Technical Committee 49 TFR - Test for the determination of modulus of rupture and limit of proportionality of thin fibre reinforced cement section - *Materiaux et Constructions* 1984; 17(102):441-451.

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.

THOMAS, H. **Actos, actores y artefactos**: sociología de la tecnología. Universidad Nacional de Quilmes, 2008.

VELHO, L. Conceitos de ciência e a política científica, tecnológica e de inovação. *Sociologias*, v. 13, n. 26, 2011.

VIANNA, Maurício et al. **Design Thinking**. Business Inovation, 2011.