

DESIGN E MATERIAIS: um experimento sobre o emprego da fibra de sisal na fabricação de painéis de madeira

Fernando Souza C. Alexandre (IC) e Teresa Maria Riccetti (Orientador)

Apoio: PIBITI CNPq

RESUMO

O presente estudo enquadra-se no contexto do design, materiais e técnicas e teve como proposta experimentar a utilização da fibra de sisal aliada a lâminas de madeira. Originando assim uma nova conformação de painel laminado e que possa ser empregado no setor do design moveleiro. O mote foi utilizar a fibra de sisal e lâminas de madeira na confecção de painéis híbridos; o sisal é uma fibra vegetal que apresenta em sua estrutura uma resistência elevada ao impacto e moderada à tração e flexão. A pesquisa teve como objetivo e meta: experimentar e avaliar o emprego da fibra de sisal e a lâmina de madeira na conformação e fabricação de painéis como uma alternativa aos tradicionais painéis de Compensado, MDF, MDP. O estudo de abordagem qualitativa, contou com o emprego das técnicas de levantamento de campo e referencial teórico aliado ao procedimento de experimentação. Foram realizados 8 experimentos com variações nas tramas das fibras dispostas na restrição dos veios das folhas de madeira de cedro e das espessuras dos painéis. O estudo pode contribuir no processo investigativo de materiais e o design de produtos mais sustentáveis principalmente no setor moveleiro gerando premissas para futuros projetos de moveis e afins utilizando o painel composto de fibra de sisal e lâmina de madeira como matéria-prima.

Palavras-chave: Design e Materiais. Fibra de Sisal. Painéis Híbridos de Madeira.

ABSTRACT

The present study fits in the context of the design, materials and techniques and had as proposal to try the use of the sisal fiber allied to wood veneers. Thus giving rise to a new laminated panel conformation that can be employed in the furniture design sector. The motto was to use sisal fiber and wood veneers in the making of hybrid panels; sisal is a plant fiber that has a high resistance to impact and moderate to traction and flexion. The aim of the research was to evaluate the use of sisal fiber and wood veneer in the conformation and manufacture of panels as an alternative to the traditional panels of MDF, MDF and MDF. The study of qualitative approach, counted on the use of field survey techniques and theoretical reference allied to the experimental procedure. Eight experiments were carried out with variations in the wefts of the fibers arranged in the restriction of the veins of the cedar wood leaves and the thicknesses of the panels. The study can contribute to the investigative process of materials and the design of more sustainable products mainly in the furniture sector

generating premises for future projects of furniture and the like using the panel composed of fiber of sisal and wood foil as raw material.

Keywords: Design and Materials. Sisal Fiber. Hybrid Wood Panels.

1. INTRODUÇÃO

A constante busca pela obtenção de novas alternativas sustentáveis e o aumento significativo das restrições ecológicas no mercado tem levado o design e consequentemente o designer para um novo nível de soluções eficazes e de apelo à preservação de bens naturais.

O conhecimento dos materiais e das tecnologias a eles associadas é fundamental para os designers que desenvolvem objetos de todos os tipos para a sociedade. A capacidade de selecionar e retirar partido dos materiais e das tecnologias só pode ser atingida com uma formação vocacionada para o saber fazer. (MATTARA; NASCIMENTO, 2015)

A madeira, uma das principais matérias-primas para o design é um material versátil e belo por natureza; a base perfeita para a Criação de formas de objetos que atendem as mais variadas funções.

A riqueza da flora e a biodiversidade das florestas fazem do Brasil um dos maiores celeiros mundiais de espécies de madeira nativas, capazes de atender todos os gostos e necessidades do mercado de móveis. No entanto, diante das leis ambientais e da regulamentação da extração deliberada dessa matéria-prima, o extrativismo não consegue e não deve – suprir a demanda industrial do setor moveleiro. Assim, a plantação ordenada de espécies de rápido crescimento destinada ao setor indústria deu origem ao reflorestamento[...] (SENAI-SP, 201, p. 13)

A partir dos anos sessenta, os diferentes tipos de painéis de madeira fabricada – Compensado, Aglomerado, MDF, MDP, disponíveis até hoje no mercado surgiram em escala industrial após o desenvolvimento de um sistema capaz de laminar, faquear, triturar a madeira maciça. Esses painéis proporcionaram o incremento tecnológico da indústria moveleira.

Em um mundo globalizado e cada vez mais competitivo, o desenvolvimento e fabrico de produtos necessita de saberes abrangentes, uma visão de conjunto apurada, de modo a tirar partido das vantagens dos distintos materiais.

Nos últimos anos, as fibras naturais são objetos de estudo de áreas distintas do conhecimento à procura de novas alternativas para o desenvolvimento de produtos de fontes renováveis (COSTA; BANNA; SOUZA, 2014). Compósitos laminados utilizando fibras naturais são objeto de intensa pesquisa à procura de novas alternativas para a fabricação e desenvolvimento de produtos provenientes de fontes renováveis.

O presente estudo enquadra-se no contexto do design, materiais e técnicas e teve como proposta experimentar a utilização da fibra de sisal aliada a lâminas de madeira.

Originando assim uma nova conformação de painel laminado e que possa ser empregado no setor do design moveleiro.

A constante busca pela obtenção de novas alternativas sustentáveis e o aumento significativo das restrições ecológicas no mercado tem levado o design e consequentemente o designer para um novo nível de soluções eficazes e de apelo à preservação de bens naturais. E, portanto, sua melhor manutenção visto que, podemos extrair do campo da matéria-prima soluções inovadoras, que sejam benéficas economicamente aliadas a minimização dos impactos socioambientais provenientes da obtenção maciça de produtos, sobretudo nos setores manufaturados.

Os painéis de madeira surgiram da necessidade de amenizar a anisotropia e a instabilidade dimensional da madeira maciça, diminuir seu custo e melhorar as propriedades isolantes, térmicas e acústicas. Adicionalmente, suprem uma necessidade reconhecida no uso da madeira serrada e ampliam a sua superfície útil, através da expansão de uma de suas dimensões (a largura), para, assim, otimizar a sua aplicação (REMADE, 2004).

O compensado é um painel constituído de lâminas de madeira sobrepostas e cruzadas entre si, as quais são unidas por resinas, através da aplicação de pressão e calor. Para sua fabricação utiliza-se geralmente uma quantidade ímpar de lâminas. A qualidade do compensado depende, entre outros aspectos, da qualidade das lâminas empregadas na sua composição - incidência de defeitos, número de emendas, coloração e outros (ABIMCI, 2009).

O MDF é um painel de madeira reconstituída, assim como o MDP. MDF é a sigla para Medium Density Fiberboard ou Painel de Fibras de Média Densidade; neste painel, as fibras de madeira são aglutinadas e compactadas entre si, com resina sintética através da ação conjunta de pressão e calor em prensa de pratos ou prensa contínua de última geração. O MDF é um painel homogêneo, com excelente estabilidade dimensional (isotropia), de superfície uniforme e lisa (ABIPA, 2010).

Os painéis de madeira aglomerada, comercialmente denominado de “aglomerado” ou MDP, são painéis produzidos com partículas de madeira, com a incorporação de um adesivo sintético, reconstituídos numa matriz randômica e consolidados por meio de aplicação de calor e pressão na prensa quente. Outros materiais lignocelulósicos podem ser utilizados na fabricação de aglomerados (IWAKIRI, 2005; MALONEY, 1993).

Segundo o estudo setorial da Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente – ABIMCI (2009), a indústria brasileira de compensados produziu aproximadamente 2,5 milhões de metros cúbicos de compensados de coníferas e de folhosas em 2008. Em 2012, o consumo brasileiro de madeira em tora proveniente de plantios florestais foi de 182,4 milhões de metros cúbicos (m³), um indicador 7,2% superior ao de 2011.

Conforme dados fornecidos pela Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira – ABIPA (2010), as empresas fabricantes de MDF têm capacidade nominal instalada de 4,1 milhões de metros cúbicos ao ano, enquanto as empresas fabricantes de painéis MDP têm capacidade nominal instalada de 4,8 milhões de metros cúbicos ao ano.

As fibras naturais podem ser de origem animal, mineral ou vegetal. As fibras de origem animal, podem provir da secreção glandular de algum animal ou de bolbos pilosos com estrutura molecular composta de queratina. Já as fibras de origem mineral procedem de rochas com estrutura fibrosa e são constituídas, essencialmente, por silicatos. As fibras vegetais são estruturas alongadas, de secção transversal arredondada, que podem ser classificadas, de acordo com a sua origem, em: fibras da semente, fibras do caule, fibras das folhas e fibras do fruto.

Dentre estas fibras vegetais, o sisal é particularmente interessante já que sua estrutura apresenta elevada resistência ao impacto além de moderada resistência à tração e em flexão. O sisal é uma das fibras vegetais mais utilizadas e é responsável por metade da produção total de fibras têxteis, (JOSEPH; MEDEIROS; CARVALHO, 1999).

O cultivo da fibra de sisal está centrado no estado da Bahia-BA. O sisal é de alta relevância socioeconômica e ambiental para os cerca de 140 municípios que compõem o Território do Sisal, no território baiano principalmente, região tida como a mais pobre do Estado (IDH médio de 0,589), e que tem no sisal uma das únicas culturas possíveis, que é a maior geradora de empregos e renda para os cerca de 35 mil produtores diretos - agricultores familiares; três mil “motores” e 60 “batedeiras”, e dezena de indústrias de beneficiamento, comercialização e exportação, onde se estima que 1/3 (400 a 500 mil pessoas) dos habitantes vivam em função da produção e da extração do sisal. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial do sisal, tem-se também que contextualizar a cultura e a cadeia do sisal dentro de uma visão de geopolítica, (NAVES ,2016.) Frente o contexto apresentado a incorporação da fibra de sisal à lâminas de madeira no processo de composição de painéis de madeira fabricada pode proporcionar uma nova alternativa de matéria-prima para o design de produtos. Para (BURALL, 1996), o design tem o potencial para desempenhar um valioso papel no desenvolvimento de uma nova cultura sustentável.

O objeto de estudo deste trabalho é a experimentação da fibra de sisal com a lâmina de madeira. O mote foi utilizar a fibra de sisal e lâminas de madeira na confecção de painéis planos; e teve como objetivo e meta:

- Experimentar o emprego da fibra de sisal e a lâmina de madeira na conformação e fabricação de painéis planos como uma alternativa aos tradicionais painéis de Compensado, MDF, MDP e outras;

- Avaliar e classificar os experimentos realizados;
- Gerar premissas para futuros projetos de moveis e afins utilizando o painel composto de fibra de sisal e lâmina de madeira como matéria-prima.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo desenvolvido pelos pesquisadores Joseph, Medeiros e Carvalho (1999) aborda a otimização das propriedades de compósitos de matriz poliéster aliada a fibra de sisal. O relato desta experiência foi uma referência importante para o presente estudo expondo o universo dos materiais compósitos, as propriedades físicas e mecânicas da fibra de sisal e relatando os procedimentos metodológicos adotados.

Devido à enorme diversidade de plantas lenhosas e fibrosas das matérias-primas vegetais, encontráveis na biodiversidade. O beneficiamento do proveito dos adventos do sisal se caracteriza, pela capacidade desse tipo de material vegetal ser renovável e sua disponibilidade poder ser considerada ilimitada. Devido à enorme diversidade de plantas lenhosas e fibrosas das matérias-primas vegetais, encontráveis na biodiversidade. Resistência mecânica, estabilidade química e biológica, resistência ao fogo, leveza, resistência à abrasão e ao cisalhamento são fatores preponderantes para escolha dessa matéria vegetal. Na última década houve um crescimento na área de compósitos reforçados por fibras vegetais. As fibras celulósicas possuem muitas características que tornam seu uso vantajoso como: baixo custo, baixa densidade, resistência específica e módulo elevados, não são abrasivas e, portanto, não desgastam os equipamentos de processo, não são tóxicas, podem ser facilmente modificadas por agentes químicos, são abundantes e provém de fontes renováveis. Suas propriedades mecânicas são comparáveis a de outros reforços comumente empregados. As fibras vegetais são bem mais baratas do que as fibras sintéticas e podem substituí-las em muitas aplicações onde o custo é fator mais importante do que a resistência. (JOSEPH; MEDEIROS; CARVALHO, 1999).

Outras obras que nos auxiliam no desenvolvimento desta pesquisa são: a publicação editada pelo Núcleo de Design do SENAI-SP (2014) intitulado, “Madeira, matéria-prima para o design” que descreve o processo de extração, cultivo e beneficiamento da madeira e suas implicações no universo industrial. E o livro “Materiais Compósitos” de Moura, Magalhães e Morais (2009) que nos introduz ao universo dos materiais compósitos

Designa-se por material “composto”, ou “compósito” o resultado da combinação de dois ou mais materiais distintos em suas propriedades físicas. Trata-se, portanto, de uma classe de um meio heterogêneo cujo objetivo é a obtenção de um material que, combinando as características de seus componentes de maneira adequada, apresente um desempenho

estrutural melhor do que estes, sob condições específicas de utilização. De acordo com o tipo dos materiais constituintes e dos processos de fabricação, há diferentes classificações de materiais compósitos, associadas às suas características, comportamentos e vantagens específicas (MOURA; MAGALHÃES e MORAIS 2009).

Outrossim, Costa; Banna e Souza (2014), enumeraram a importância dos laminados híbridos e as conformidades técnicas apresentadas pelas fibras vegetais frente às sintéticas, e seu beneficiamento híbrido, em a utilização combinada de fibras vegetais e sintéticas, formando compósitos híbridos, possibilita o incremento significativo das propriedades mecânicas, mantendo algumas das características e vantagens das duas classes de fibras. Pesquisar as possibilidades de combinações destas fibras é importante para que se possa otimizar o desempenho de compósitos híbridos, extraíndo ao máximo suas potencialidades.

Burall (1996), clarifica a necessidade, da apresentação de uma visão holística de design, considerando não apenas a preocupação com o meio ambiente, mas salientando que todo o processo de sustentabilidade se dá além dessa premissa; deve-se conhecer as minúcias da matéria-prima explorada com o intuito de atribuir maior adaptabilidade desse em conjunto ao compósito vegetal. Essa premissa se baseia na abordagem do contexto que o designer tem contribuído para a busca de soluções, analisando custo-benefício de produtos que atendam às necessidades de seus usuários, sem que isso deixe de garantir às gerações futuras os recursos necessários para a manutenção da vida. Ainda, observando que os resíduos da indústria podem ser aproveitados de forma mais efetiva, evitando o descarte e a extração desnecessária de matéria-prima da natureza empregando princípios do design sustentável.

Pode-se ampliar este conceito afirmando que a existência de um produto depende de seu material constituinte e de um processo de fabricação para dar-lhe forma. A concepção de um produto, ainda que nos primeiros rascunhos, em geral, carrega consigo a escolha de um material e a opção por um processo de fabricação (YURI, 2006); em suma são a partir dessas análises que se poderá conceituar um procedimento metodológico coeso e de validade técnica.

Reis (2003), trata a matéria como fundamental no fazer e pensar criativo. Demonstra, que a investigação material é essencial nas ações e teorizações do design, objetivando estudar a influência da matéria visando possibilitar o surgimento de procedimentos mais factíveis para a aplicação de materiais no desenvolvimento de projetos de produtos. Contribui-se, assim, para uma adequada teorização sobre os materiais no design industrial; aprofundando a compreensão e procurando extrair do estudo da matéria e dos materiais, reflexões adequadas. O esforço empreendido em design para o aperfeiçoamento no

desenvolvimento de artefatos, quanto à interface homem - objeto tem através dos tempos focado nos mais diversos conceitos e raramente, ainda que nem sempre de modo adequado, despendido na consideração material, elemento fundamental da realidade dos objetos. O estudo da matéria é fundamental e influente, senão do todo, mas de grande parte dos elementos teóricos constituintes do design.

3. METODOLOGIA

O estudo de abordagem qualitativa, contou com o emprego das técnicas de levantamento de campo e referencial teórico aliado ao procedimento de experimentação por simulação - o objeto de estudo deste trabalho é a fibra de sisal agrupada à lâminas de madeira, portanto primeiramente fez-se necessário uma descrição dos dados disponibilizados pelos fornecedores das amostras destes materiais que foram utilizados para o experimento que se seguirá. O experimento foi organizado nos seguintes procedimentos:

1º Obtenção e descrição das amostras de materiais obtidas com fornecedores/produtores da matéria prima: para o início do experimento selecionamos o material necessário para a confecção dos painéis, neste caso folhas de madeira de cedro 03mm adquiridas no comercio local da cidade de São Paulo, Madeireira Rume, já a fibra de sisal utilizada para os primeiros experimentos foi comprada em duas modalidades – o fio em 6 chumaços de 1kg cada, e a tela da fibra de sisal por metro linear; ambas adquiridas no comercio local Sisalsul fibras naturais, quanto ao adesivo PVA (cola branca) essa foi comprada periodicamente no comercio Kalunga.

2º Testes de laminação, utilizando o princípio de construção de um painel compensado, baseado na laminação cruzada e na restrição da linha de cola: das lâminas de camadas adjacentes, dispostas nos sentidos paralelo e perpendicular ao plano do painel, no caso destes testes variamos a quantidade de laminas de madeira e da fibra de sisal em provas de painéis com 10mm; 15mm;

25mm e 30mm de espessura. Foram realizados 08 experimentos. Para todos os experimentos foram utilizados os seguintes instrumentos: 1 Pincel; 1 espátula serrilhada; 8 sargentos; 2 painéis de madeira 290x410mm; 1 copo



Figura 1. Exemplo de processo de laminação

de medidas; 1 estilete; 1 tesoura; 1 prensa de concreto de 300x410mm de aproximadamente 15 kg (figura 1).

3º Observação e descrição do comportamento físico-mecânico dos procedimentos e resultados parciais obtidos de cada experimento: cada procedimento foi devidamente registrado por meio de fotos e anotações, esses dados foram organizados em uma ficha elaborada especificamente para o presente estudo (figura 2).



Figura 2. modelo da ficha elaborada

4º Relato dos resultados obtidos e análise comparativa entre os experimentos realizados quanto aos testes de corte e furação.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Foram realizados 8 experimentos com variações nas tramas das fibras dispostas na restrição dos veios das folhas de madeira de cedro. O procedimento para a confecção dos painéis foi essencialmente o mesmo variando a espessura final de 10mm, 15mm ou 25mm. Descrição do procedimento básico para confecção dos painéis: Definir o sentido do veio da

madeira a ser usado como referência, após isso: dividi-las em grupos contendo números ímpares de lâminas; separar as 390g de Fio da Fibra de Sisal em 6 chumaços de 65g, com aproximadamente entre 300 e 350mm de comprimento e organizar cada chumaço em saco plástico translúcido etiquetado (Figura 3).



Figura 3. Chumaços de fios de Fibra de sisal e laminação.

Para iniciar o experimento é necessário numerar as 7 folhas laminadas de madeira de cedro, em relação ao direcionamento de seus veios, uma folha posta à outra. Em oito passos: 1) Aplicar camadas de cola em todas as faces internas da lamina (7 demãos); 2) Calafetar as camadas de cola na lamina para que se obtenha ranhuras na sua camada, assim acomoda a fibra com mais eficiência colante e evapora muitos menos, do que se aplicada de modo totalmente uniforme; 3) Entre camadas de cola, não ultrapassar o tempo máximo de 3 a 5 minutos antes de sobrepor as fibras sobre a lâmina molhada de cola; 4) Dispor as fibras, sobre os laminados em sentidos diagonais e alternados de acordo com os veios da madeira e conformações dispostas anteriormente; 5) Aplicar mais 100ml/gramas cola branca sobre as camadas de fibra; 6) Utilizar 2 painéis de madeira com 290x410mm, para acomodar as laminados sob os 8 sargentos; 7) Utilizar sargentos para fixação das lâminas e da fibra junto cola branca, após isso transferir o laminado para uma prensa continua com 300x410mm; 8) Esperar tempo de cura de 2 à 4 dias, de acordo com a humidade do ar; variação de cola prensadas. Entre os painéis de madeira ou objeto que garantam a uniformidade da prensa. (figura 4)



Figura 4. Processo de confecção dos painéis

Relato dos resultados obtidos em cada experimento:

1° Experimento: laminados de madeira verticais e horizontais e fibras dispostas nas diagonais, em sentidos alternados à lâmina de madeira, ou seja, na transversal (efeito x) de peso: 332g; tamanho: 255x200mm e espessura: 10mm. O painel apresentou rigidez e boa aderência entre os materiais – lâmina de madeira e fibra de sisal na sua delimitação central, mas as bordas apresentam irregularidades e estufamento da lâmina de madeira.

2° Experimento: laminados de madeira verticais e horizontais e fibras dispostas em tramas perpendiculares aos veios da madeira, verticais e horizontais. (formato de xadrez) de peso: 426g; tamanho: 255x200mm e espessura: 15mm. Neste caso, os laminados foram fixados com mais que o dobro de cola branca, e com tramas que garantiram um aspecto de maior tenacidade na fixação das fibras juntos as laminas de cedro; o método de prensagem fora mais eficaz, por após utilizar dos sargentos e ainda estar úmida sua superfície, a prensa de xilogravura permitiu alta fixação dos elementos e em tempo de cura mais rápido. Após totalmente seca, o painel apresentou rigidez, ou seja, com aderência mais uniforme e precisa, mas ainda persiste os pontos de estufamento.

3° Experimento: laminados de madeira, fibras dispostas na trama vertical e diagonais, em sentidos opostos, ou seja, na transversal (efeito x) de peso: 394g; tamanho: 255x200 mm e espessura: 15 mm. As fibras aderiram bem as lâminas de madeira com a fixação da cola

branca, há menos pontos de estufamento que nos 2 primeiros experimentos, mas a solidez do painel já não ficou com aspecto totalmente rígido após seca.

4° Experimento: laminados de madeira, fibras dispostas na trama horizontal e diagonais, em sentidos diferentes, ou seja, na transversal (efeito x) de peso: 425g; tamanho: 255x200mm e espessura: 15mm. Obteve os mesmos parâmetros do experimento anterior, porém dessa vez obteve-se tempo de cura, reduzido pela metade. Ao final desses 2 experimentos similares, constatou-se que o ideal seria utilizar de alguma forma, sentidos verticais e horizontais junto as fibras também transversais, porém essa disposição de tramas inviabiliza uma construção coerente do sentido dos veios de madeira, pois só poderia ser realizada com números pares de laminados, quando o ideal é de laminados ímpares. Este experimento nos levou a pensar na possibilidade de utilizar a manta de fibra no lugar do fio.

5° Experimento: fios de fibra dispostos em pequenos chumaços repicados e aplicados de modo uniforme sobre as lâminas de madeira de cedro, formando uma trama “aglomerada” de fibras em pequenos chumaços mistos de peso: 631g; tamanho: 255x200mm e espessura: 25mm. Os chumaços aglomerados garantem muito mais volume quando dispostos de maneira plana sobre as lâminas, isso fez com que a mesma quantidade de fibras dos experimentos anteriores desse ao final uma espessura de 30mm, ou seja, pouco mais que o dobro. O método de prensagem não favoreceu a aderência dos chumaços aglomerados, o painel ficou mais pesado do que os demais experimentos, e um estufamento quase que uniforme no painel inteiro. Seu tempo de cura, não garantiu alta fixação, isso fez o painel ficar com aspecto maleável ao invés de rígida e sólida.

6° Experimento: laminados de madeira, fibras em pequenos chumaços mistas (aglomerado), e diagonais, em sentidos alternados, ou seja, na transversal (efeito x) de peso: 358g; tamanho: 255x200mm e espessura: 15mm. Chegar na espessura de 15mm, não garantiu aspecto de solidez ao painel. As fibras em chumaços aliadas às tramas de fios, resultou em um aspecto pouco aderente e dessa forma se evidenciou que o ideal seria manter a quantidade de laminados restritos na espessura de 30mm. Porém, com chumaços aglomerados mais equilibrados, em menor quantidade, dando prioridade ao aumento de cola, esta conformação de tramas permitiu que a painel ficasse menos maleável após seco, isso se deu pelo fato da cola branca ter penetrado de maneira mais eficaz com menos fibra aglomerada e pelo efeito das tramas em fio, criando uma espécie de malha trançada que comportou os chumaços.

7º Experimento: laminados de madeira verticais e horizontais e fibras dispostas em tela de peso: 440g; tamanho: 255x200mm; e espessura do painel fabricado: 15mm. Obteve-se uma boa aglutinação da cola na tela de fibra de sisal, isso contribui para que os entornos e as faces laterais desses cantos, pudessem ficar uniformes e sem pontos onde a cola em, outros casos, não atingiu de maneira uniforme a matéria deixando por sua vez, inúmeros espaços. O painel apresentou uma superfície plana e linear, dessa forma não se obtiveram pontos de estufamento, estando sólido e rígido em todas suas camadas nucleares. Não se caracterizou ondulações nas faces laterais do painel, tampouco sinais de possível empenamento da faixa central do painel.

8º Experimento: laminados de madeira verticais e horizontais e fibras dispostas em tela 0.9mm de peso: 708g; tamanho: 255x200mm e espessura: 25mm. Sua espessura mais elevada garantiu alta uniformidade e aglutinação da cola as tramas em tela sobrepostas umas às outras junto a lâmina de cedro. O painel caracterizou uma superfície plana e linear, dessa forma não se obtiveram pontos de estufamento, estando sólida e rígida em todas suas camadas nucleares. Aparentou aspecto muito rígido ao toque, e seu peso não influenciou a caracterização de provenientes aspectos que pudessem deteriorar o painel decorrente de rachaduras ou estufamento.

Observação e descrição do comportamento físico-mecânico dos testes realizados:

Houveram discrepâncias na obtenção dos resultados preliminares entre cada experimento, por se tratar da manipulação de elementos naturais e vegetais com características voláteis em relação as condições climáticas e isso influenciou diretamente na obtenção processos tais como: tempo de cura, aspectos físicos das painéis planas; rigidez e espessura embora pré-estabelecidas para que se obtivesse um padrão de produção, divergiram entre si. Não só por esses aspectos, como também pela nítida evolução nos processos de laminação. Portanto, obtivemos uma ascendência projetual e painéis planos com conformidades variadas nas suas camadas nucleares nos laminados, no desenvolvimento do procedimento metodológico a partir do 1º painel obtendo melhores resultados.

Relato dos resultados obtidos e análise comparativa entre os experimentos realizados quanto aos testes de corte, lixa, furação e fixação de parafuso de rosca e cavilha:

Análise de desempenho. Após a execução das 08 amostras todas foram refiladas na serra de fita e posteriormente seccionadas pela metade, na serra circular. Uma das metades foi utilizada para a etapa de testes e análise. Após os cortes o primeiro procedimento foi lixar cada lado do painel na lixadeira de mesa com lixa nº 40 e observar o comportamento da amostra (figura 5).



Figura 5. experimentos refilados

O segundo passo foi a furação. Foram realizados 2 furos com broca de 0,6 mm (1 vazada, e 1 para acomodar uma cavilha de 6mm); e mais 4 furos (1 vazado, e 1 não passante) em furadeira de bancada com broca 25 mm; e ainda a colocação manual de um parafuso atarraxante de 0,6mm. Além disso, foram realizados mais 2 furos 1 passante e outro não passante com broca de 3/8 – 11 mm ao lado dos furos já listados. Durante o processo de furação devido o atrito com as fibras e o calor desse atrito, as brocas encontraram-se com acúmulo de matéria prima do painel na sua superfície. Nos furos não passantes foram colocadas cavilhas de 0,6mm por 40mm de comprimento; que se acomodou satisfatoriamente nos painéis.

A fixação dos parafusos auto atarraxantes apresentou uma leve estufada da superfície superior, nos painéis feitos com chumaços de fibra. Sua fixação se manteve estável, nos demais experimentos e sem sinais de afrouxamento do parafuso, tampouco rachaduras em seu entorno, sobretudo nos painéis experimentados com a tela de sisal. Obteve-se fácil manuseio tanto para colocação como para retirar do parafuso em todos os experimentos. Portanto, não houve comprometimento das camadas de fibra em chumaço e tela, nem enroscamento de fios no parafuso, e folha de madeira.

Quadro 1. Síntese dos experimentos realizados

Síntese do Experimento 1

O painel apresentou alta rigidez na sua faixa central do corpo de prova, no entanto com entornos ainda fofos.

A cavilha apresentou alta empregabilidade e fixação no corpo de prova de madeira e fibra de sisal, sem a necessidade de utilizar cola branca para aumentar a sua fixação.



O furo vazado por sua vez se manteve uniforme na sua face interna, sem sinais de deterioração.

Obteve-se um significativo estufamento da lâmina, no sentido vertical perpendicular ao parafuso devido o painel ter ficado com pontos menos rígidos.

Síntese do Experimento 2

Foi apresentada facilidade de aparafusamento sem comprometer a integridade das fibras dispostas nas camadas nucleares do painel.

O desaparafusamento e, novamente, aparafusamento não degradou o corpo de prova tampouco a superfície interna onde foi colocado.

Apesar da faixa central do painel ter ficado estufado, houve uniforme rigidez das lâminas junto as fibras, coladas, o que corroborou para a não obtenção de defeitos provenientes.



O painel apresentou alta rigidez na sua faixa central do corpo de prova, no entanto com entornos ainda fofos.

A cavilha apresentou alta empregabilidade e fixação no corpo de prova de madeira e fibra de sisal, sem a necessidade de utilizar cola branca para aumentar a sua fixação.

Síntese do Experimento 3

Houve parcial rigidez das lâminas junto as fibras o que corroborou para a obtenção de ondulações e defeitos, também provenientes, do atarraxamento do parafuso na superfície, por estar sem partes estufadas.

Nota-se que as bordas ficaram com aspecto mais resistente quanto mais próxima da faixa central do painel.



Síntese do Experimento 4

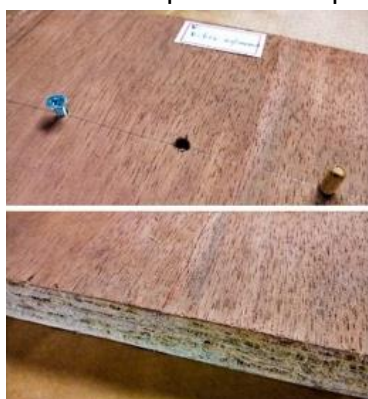
Obteve-se alta rigidez das lâminas junto as fibras o que corroborou para a obtenção de uma camada uniforme, porém com certo aspecto de estufamento no verso do corpo.



Nota-se que as bordas ficaram com aspecto mais resistente e de modo uniforme o que contribui para um painel plano e sem estufamento, ondulações provenientes do atarraxamento do parafuso.

Síntese do Experimento 5

Obteve-se alta rigidez das lâminas junto as fibras o que corroborou para a obtenção de uma camada uniforme. Nota-se que as bordas ficaram com aspecto mais resistente e de modo uniforme o que contribui para um painel plano e sem aspectos defeituosos.



Outrossim, a sua espessura maior com 25mm corroborou para maior dureza e uniformidade de todo o painel e suas bordas.

Síntese do Experimento 6



Obteve-se média rigidez das lâminas junto as fibras o que corroborou para a obtenção de uma camada menos uniforme.

Painel plano, mas apresentando ondulações e esufamento; entretanto o atarraxamento do parafuso teve êxito.

Síntese do Experimento 7

O painel com a fibra em tela apresentou rigidez uniforme.

A cavilha apresentou alta empregabilidade e fixação, sem a necessidade de utilizar cola branca para aumentar a sua fixação.

O furo manteve-se uniforme na sua face interna, sem sinal de deterioração. Obteve-se boa aderência das lâminas de cedro nos sentido vertical e horizontal dispostas juntas a tela de fibra.

Durante o processo de furação o ferramental, ou seja, as brocas devidas o atrito com as fibras e o calor desse atrito, encontraram-se com acumulo de matéria prima do painel na sua superfície, tais como, o acumulo de tela da fibra com aspecto esfarelado nas pontas do ferramental utilizado, sem se impregnar no mesmo.

No furo não passante foi colocado uma cavilha de 0,6mm por 40mm de comprimento; que se acomodou satisfatoriamente no painel.

A fixação do parafuso atarraxante apresentou satisfatória aderência à tela de sisal, dessa maneira sua fixação se manteve estável e sem sinais de afrouxamento do parafuso, tampouco rachaduras em seu entorno. Obteve-se fácil manuseio tanto para colocação como para retirar do painel o parafuso. Portanto, não houve comprometimento das camadas de



fibra em tela, nem aspecto esfarelado de modo a espanar o parafuso, e folha de madeira.

Síntese do Experimento 8

Quanto ao emprego da lixa obteve-se resistência dos fios de fibra nos topos do painel.

A fixação do parafuso atarraxante apresentou satisfatória aderência à tela de Sisal, dessa maneira sua fixação se manteve estável e sem sinais de afrouxamento do parafuso, tampouco rachaduras em seu entorno.

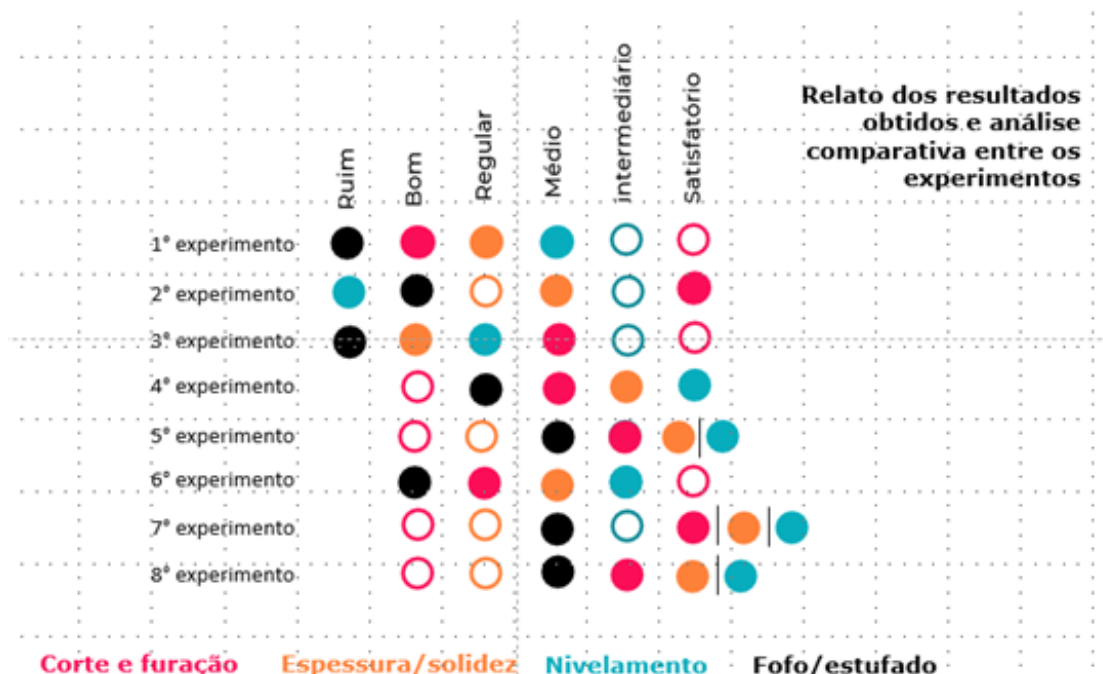
Obteve-se fácil manuseio tanto para colocação como para retirar do painel o parafuso.



Portanto, não houve comprometimento das camadas de fibra em tela, nem aspecto esfarelado de modo a espanar o parafuso, e folha de madeira.

Quanto a análise comparativa dos experimentos (quadro 2) resulta que os experimentos com a fibra de sisal em tela, obtiveram resultados mais lineares e mais assertivos, além do acréscimo significativo na efetividade dos procedimentos pós preparação, o que corroborou para experimentos dentro dos parâmetros qualitativos desejados.

Quadro 2. análise comparativa entre os experimentos



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos anos sessenta, os diferentes tipos de chapas de madeira fabricada Compensado, Aglomerado, MDF, MDP, disponíveis hoje no mercado surgiram em escala industrial após o desenvolvimento de um sistema capaz de laminar, faquear, triturar a madeira maciça. Esses painéis proporcionaram o incremento tecnológico da indústria moveleira. Agora com o desenvolvimento desta pesquisa, se pode observar e gerar novas premissas, visto que o processo de inserção de uma metodologia (receita) de como aliar tal fibra vegetal (Agave Sisalana, Fibra de Sisal) com folhas de madeira, fora de cunho qualitativo, validou e nos entregou uma experiência assertiva de compatibilidade entre essas matérias-primas tão diversificadas entre si e voláteis na sua matéria.

Em um mundo globalizado e cada vez mais competitivo, o desenvolvimento e fabrico de produtos necessita de saberes abrangentes, uma visão de conjunto apurada, de modo a tirar partido das vantagens dos distintos materiais. Segundo Maynardes (2015) são peças que se transformam em um estilo mais conceitual, utilizando uma hora técnicas tradicionais, outrora,

a alta tecnologia de produção. O designer tornou-se um escultor, e a forma que ele produz, deixa de ser somente um material pronto para a produção, e sim, uma forma de acrescentar ao objeto uma expressão individual que corresponde a um novo jeito de pensar.

A pesquisa realizada nos possibilitou explorar novas possibilidades de confecção de painéis de madeira utilizando a chapa composta de fibra de sisal e lâmina de madeira como matéria prima. Basear-se na construção de um painel laminado híbrido de fibra e madeira, para uma possível aplicação em larga escala de produção, com enfoque de oferecer uma nova aplicação sustentável de painel de madeira, requer que o partido de projeto seja baseado na construção de painéis modulares capazes de perfazer os sistemas os quais serão empregados esses painéis modulares, por sua vez. Como defendido por Grady (1999), o produto modular caracteriza-se por se permitir elaborar com diferentes módulos, autônomos, desenvolvidos de maneira independente que conferem ao produto uma grande prototipação e multifuncionalidade. Este experimento pode contribuir no processo investigativo de materiais, e como cada minucia investigada e analisada em cada experimento, em particular, pode estimar como o experimento de painel hibrido possa ser promissor e viável economicamente, vista a cadeia produtiva baseada na metodologia específica para produção desse tipo de laminado compósito, possa acarretar uma série de novas gerações e estímulos do design de materiais no campo moveleiro nacional e regional vista a forte cultura de cultivo do Sisal em regiões semiáridas. No Brasil, os principais produtores são os estados da Paraíba e da Bahia, neste último, especialmente na região sisaleira, onde está localizado o maior polo produtor e industrial do sisal do mundo , contribuindo com isso não só com a inserção de uma nova cadeia de produção bem como benefícios socioeconômicos e ambientais provenientes do cultivo, extração e beneficiamento do Sisal dedicado para a produção de painéis de madeira, como possibilidade ecológica no setor moveleiro.

Durante esse tempo de amadurecimento da pesquisa, os experimentos realizados com a fibra em fios nos garantiram validar, que em se tratando da prototipação em larga escala desse painel híbrido, os mesmos projetados com fios tendem a serem menos beneficiados pelas intempéries e consequentemente apresentam resultados do partido de resistência e produção sem êxito técnico, mas que podem ser alternativas para o design moveleiro artesanal como complemento de formas mais leves que possam formar o conjunto do design de um móvel. Bem mais complexos no seu manuseio fabrico, e de baixa reprodução vista as características oriundas da fibra em fios não serem favoráveis a produção de painéis, não quer dizer que não possa ser parte de um design artesanal como complemento dos painéis híbridos com a fibra em tela de sisal, em suma os fios tem grande potencial para serem empregados com outros tipos de atribuições no design moveleiro. Dedicar-se à pesquisa de materiais ligadas às

nossas tradições culturais e à exploração das possibilidades de nossos materiais nacionais, criando soluções originais mais de acordo com a realidade, as condições, a tecnologia, o clima e o cotidiano do brasileiro. Pode-se dizer que desse processo resultaram painéis híbridos em que a metodologia e a técnica se aliaram às características manuais, oriundas da nossa regionalidade, contribuindo, assim, para a caracterização de um design brasileiro.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE – ABIMCI. **Estudo setorial 2009**, ano base 2008. ABIMCI, Curitiba - PR, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA – ABIPA. **Nossos produtos**. 2010. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br/produtosMDP.php>>. Acesso em: 17 nov. 2010.

ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012 / ABRAF**. – Brasília: 2013. Disponível em < <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-abraf13-br.pdf>

BONSIEPE, G. **A Tecnologia da Tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983.

BURALL, P. **Product development and the environment**. London: The Design Council, Grower, 1996.

COSTA, D. S., BANNA, W. R., COSTA, D. da S.; SOUZA, J. A. S.. **laminados híbridos de fibras de bambu e sisal contínuas e alinhadas: caracterização mecânica e microestrutural**. Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Faculdade de Engenharia de Minas e Materiais, Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia, Faculdade de Engenharia Química / ANAIS/ CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUIMICA-(COBEQ), Florianópolis/SC., 2014. Disponível em<<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/1887-17036-171008.pdf>

DROSTE, Magdalena. Bauhaus 1919-1933. Colonia: Taschen, 1992.

FIBRENAMICS. **Fibras naturais**. plataforma internacional e multidisciplinar para o desenvolvimento de produtos inovadores com base em fibras. Disponível em<<http://www.web.fibrenamics.com/pt/conhecimento/as-fibras/fibras-naturais/>

GRADY, Peter - **The Age of Modularity**. Adams and Steele Publishers,1999.

MATTARA, V.; NASCIMENTO, M de A. **Metodologia de ensino baseada na experimentação pelas escolas Bauhaus e VKhUTEMAS**. In: Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística. Edição Temática: Comunicação, Arquitetura e Design^[1] Vol. 5 no 1 – Junho de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac.

JOSEPH, Kuruvilla; MEDEIROS, Eliton S.; CARVALHO, Laura H. Compósitos de matriz poliéster reforçados por fibras curtas de sisal. **Polímeros**, São Carlos. v. 9, n. 4, p. 136-141, Dec. 1999. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010414281999000400023&lng=en&nrm=iso>. Access on 16 July 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14281999000400023>.

KAZAZIAN, T. (Org.). **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Ed. Senac, 2005.

MARINELLI, Alessandra L.; MONTEIRO, Marcos R.; AMBRÓSIO, José D. - Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais, UFSCar; BRANCIFORTI, MÁRCIA C.; KOBAYASHI, Márcio. - Departamento de Engenharia de Materiais, UFSCar;

MATTARA, V.; NASCIMENTO, M de A. **Metodologia de ensino baseada na experimentação pelas escolas Bauhaus e VKhUTEMAS**. In: Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística. Edição Temática: Comunicação, Arquitetura e Design. Vol. 5 no 1 – Junho de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac.

MAYNARDES, Ana Cláudia. **A dimensão emocional no design de móveis brasileiro**. 2015. 243 p. Tese de doutorado (Doutorado em artes)- Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MOURA, Marcelo; MAGALHÃES, António; MORAIS, Alfredo. **Materiais Compósitos Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico**. Porto: Ed. Publindústria, 2009.

MUÑOZ, Denise Leonora Cabrera et al. **Design para a sustentabilidade: um diálogo jungiano**, 2009. Disponível em <<http://portal.anhembi.br/sbds/anais/SBDS2009-053.pdf>> Acessado em 27 maio 2011

NOBRE, Antonio Donato. -Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA. **Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos com Fibras Vegetais Naturais da Biodiversidade: Uma Contribuição para a Sustentabilidade Amazônica**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 18, nº 2, p. 92-99, 2008. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/po/v18n2/a05v18n2>

NAVES, Ivo - **Superintendência de Gestão de Oferta** –Sugof/Gefip.CONAB, 2016. Disponível em<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_28_17_46_03_sisal_conjuntura_jul_2016.pdf

PINHEIRO, Olympio Jose, SILVEIRA, Cristiane Gianezi da., ROSSI, Dorival Campos. **Design sustentável e desenvolvimento social**, 2010. Disponível em <<http://blogs.anhembi.br/congressodesign/anais/artigos/69468.pdf>> Acesso em 10 abril 2011PUC-RIO, **Materiais compósitos**. RJ, 2006. Disponível em <<http://file:///E:/Nova%20pasta/Materiais%20Compositos.PDF>

REIS, Alexandre Amorim dos. **Matéria, forma e função: a influência material no design industrial** - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2003. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84687> Tese (doutorado) -. A tese

não possui arquivo digital.
URI: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84687>

SENAI, Editora, **Madeira - Matéria-prima para o design**. SENAI-SP, 2014. Disponível em < <https://www.senaispeditora.com.br/catalogo/design/madeira-materia-prima-para-o-design/>

WEBER, Cristiane. **Estudo sobre viabilidade de uso de resíduos de compensados, MDF e MDP para produção de painéis aglomerados**- Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba - 2011.

YURI, Walter. **O conteúdo da forma: subsídios para seleção de materiais e design**. FAAC UNESP– Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Bauru. SP, 2006. Disponível em <<https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/Design/Dissertacoes/yuri.pdf>

Contatos: e-mail aluno 31554921@mackenzista.com.br, e-mail orientador teresamaria.riccetti@mackenzie.br