

Iris Fabrin Sototuka

Design de Materiais - Compósito de fibra têxtil
desfibrada advinda de uniformes e resina poliuretana
vegetal de mamona para aplicação em Design

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
curso de Design da Faculdade de Arquitetura e
Urbanismo da Universidade de São Paulo como
parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de bacharelado em Design.

Orientadora: Profa. Dra. Cristiane Aun Bertoldi

São Paulo
2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação na Publicação
Serviço Técnico de Biblioteca
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Sototuka, Iris Fabrin

Design de Materiais - Compósito de fibra têxtil desfibrada advinda de uniformes e resina poliuretana vegetal de mamona para aplicação em Design / Iris Fabrin Sototuka; orientador Cristiane Aun Bertoldi. - São Paulo, 2018.

149.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Design) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

1. Resíduos Têxteis. 2. Resina Poliuretana. 3. Design de Materiais. 4. Design de Superfícies. I. Bertoldi, Cristiane Aun, orient. II. Título.

Agradecimentos

À Cristiane Aun Bertoldi, pela orientação, preocupação com o projeto e paciência com minhas indecisões e dificuldades.

Aos técnicos do LAME, Emílio, Andres, Jaime, Maurício e Walter sempre muito solícitos a ajudar no decorrer do projeto e sem os quais o desenvolvimento desse trabalho não seria possível.

Aos meus pais, Fátima e Massahiko, e minha irmã, Laís, pelo apoio, opinião e disposição para me ajudar a resolver problemas.

À minha mãe mais uma vez, por ser uma mulher incrível e por ter me ajudado a me tornar quem sou hoje, sempre me apoiando e respeitando minhas decisões.

A todos os amigos que sempre surgiam com ideias e me deram mais energia para continuar o trabalho, surgindo com ideias novas e perguntando sobre questões práticas, trazendo reflexões para melhoria do projeto.

Ao amigo Robson, quem sempre me incentivou trazendo ideias e sugestões para aperfeiçoamento do material e se dispôs a auxiliar no desenvolvimento de questões práticas do trabalho.

À Laís, Eric Han e Rafael Victor pelas traduções e revisões feitas.

À Michele Gonçalves pelas ajudas com o fechamento de arquivo.

À empresa Retalhar, em especial ao Jonas, por se mostrarem tão abertos a contribuir para o crescimento desta pesquisa.

Aos amigos que me acompanharam durante todo o curso, Biba Aldrighi, Mari Tamashiro, Audrey Chiang, Pedro Silvério e Renan Boratto, dividindo alegrias diárias e desesperos de fim de semestre.

Aos Encontros Estudantis de Design, em especial à CONDe São Paulo, pela família construída e por tantas madrugadas, reuniões e companheirismos que fizeram valer a pena tanto tempo de dedicação e que proporcionaram e ainda proporcionam o surgimento de amizades tão incríveis e acolhedoras.

E por fim, aos inúmeros amigos fauanos, os que já se formaram e os que ainda vão se formar, com quem dividi e troquei experiências no decorrer da faculdade e que me proporcionaram um enorme crescimento pessoal.

Resumo

Conhecendo os impactos ambientais gerados pela cadeia produtiva da indústria da moda, foram estudadas alternativas para a diminuição da geração destes resíduos têxteis descartados incorretamente no meio ambiente. O trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um material reutilizando fibras têxteis descartadas da indústria da moda, identificando e apresentando possibilidades de uso em projetos de design de produtos. Para entendimento do cenário da indústria têxtil atual, foram levantados dados por meio de pesquisas bibliográficas e pesquisas de campo com pequenos produtores e iniciativas que já trabalham com resíduos têxteis em sua produção. Após as entrevistas, foram analisadas as possibilidades de atuação e formas de ressignificar estes resíduos que seriam descartados de maneira incorreta no meio ambiente. A alternativa explorada foi o uso dessas fibras em um compósito com outro material que não agredisse o meio ambiente. Após pesquisas e conhecimento do material, optou-se por utilizar a resina vegetal de mamona combinada com o desfibrado têxtil para a criação do compósito. Foram feitas experimentações com a resina e o desfibrado têxtil, possibilitando o entendimento sobre esses materiais e seus aspectos como textura, maleabilidade e aparência. Chegando em resultados satisfatórios e de padronização da produção, foram explorados aspectos como a variação de espessura, estudo de padrões visuais na superfície das amostras, criação de relevos e formas de acabamento no material, viabilizando suas possíveis aplicações futuras.

Palavras-chave: Resíduos têxteis, resina poliuretana, design de materiais, design de superfícies.

Abstract

With the environment impacts generated by the fashion industry's productive chain in mind, alternatives were studied in order to lower the textile's residues incorrectly discarded in the environment. This study aims to show the development of a material reusing textile fibre discarded by the fashion industry, identifying and presenting possibilities of its use in product design projects. For a better understanding of the current textile scenario industry, data were collected by bibliographic and field research with small producers and some initiatives that already work with textile residues in their production. After the interviews some possibilities of actions and ways of reframe the textile residues were analysed before being incorrectly discarded into the environment. The explored alternative was the use of these fibre in a composite with another material that didn't cause any damage to the environment. After researches and knowledge of the material, we opted to use vegetable oil-based castor resin combined with unfibered textile to create a new material. A number of experiments were made with the resin and unfibered textile, allowing the understanding of these materials and aspects such as its texture, malleability and appearance. Achieving both satisfactory results and production padronization, aspects like the thickness, visual patterns studies on the samples's surfaces and the creation of reliefs and final touches of the material were explored, enabling its future applications.

Key words: textile residues, polyurethane resin, material design, surface design.

Sumário

Introdução	10
Consumismo e seus impactos ambientais	11
Objetivo	13
Justificativa	13
Indústria da moda	14
Indústria da moda e sua grande obsolescência	16
Indústria da moda e seu impacto ambiental	18
Indústria têxtil Nacional	22
PNRS - Política Nacional dos Resíduos sólidos	23
Fibras têxteis	26
Produção de resíduos têxteis e ações de reaproveitamento	30
Reuso	33
Reciclagem	34
Upcycling	36
Direcionamento de projeto	37
Resina Vegetal	40
Experimentações - parte 1	44
Fibra Têxtil	45
Resina Vegetal	46
Teste 1	48
Teste 2	51
Teste 3	53
Teste 4	56
Teste 5	57
Teste 6	60
Resultados	62
Experimentações - parte 2	64
Constantes	65
Tempo de prensagem	65
Proporção de resina e fibra	65

Processo de mistura de resina e fibra	66
Variantes	67
Desmoldante	68
Espessura	75
Coloração	79
Padrões Visuais	84
Relevos	107
Acabamentos	116
Cortes	117
Usinagem	118
Furação	120
Lixa	121
Processos de melhoria	122
Óleo de mamona	122
Resina de mamona	124
Verniz de mamona	125
Cera de abelha	127
Polimento com lixa	128
Processos de União	129
Conector de metal	130
Perfil de alumínio	132
Testes de resistência	134
Resistência à água	135
Resistência ao calor	137
Sugestões de aplicação	139
Módulos	141
Móveis Open Source - Cadeira Valoví	142
Bijuterias	143
Conclusão	145
Referências Bibliográficas	148

The background of the image is a dense, dark forest scene. It features a variety of green plants, including large leaves and thin vines, which are intertwined and create a complex, textured pattern across the entire frame. The lighting is low, emphasizing the rich greens and dark shadows of the foliage.

INTRODUÇÃO

Consumismo e seus impactos ambientais

Nas últimas décadas, o crescente avanço tecnológico das indústrias, acompanhado do incentivo ao consumo de bens materiais, vem sendo motivo para alertas ambientais quanto ao esgotamento de recursos naturais e o uso irresponsável de materiais sintéticos ainda mais prejudiciais ao meio ambiente, os quais são descartados no mesmo ritmo. No livro “Materiais e Design”, Michael Ashby aponta dados preocupantes:

“A uma taxa global de crescimento de 3% ao ano, extrairímos, processaremos e descartaremos mais coisas nos próximos 25 anos do que em toda a história da civilização.”
(ASHBY, 2011, p.12)

O incentivo por meio de propagandas estimula a substituição acelerada de bens materiais, principalmente por meio de estratégias que fazem seus espectadores acreditarem que seus objetos e pertences estão obsoletos. Muitas vezes esses produtos têm suas datas de validade pré estabelecidas pela empresa produtora e não deixam outras opções ao consumidor senão consumir algo novo. Mas, em outros casos, objetos ainda em plenas condições de uso são descartados, principalmente quando são insuflados benefícios de atualização e o custo do novo produto é atrativo.

No livro “Cradle to Cradle”, os autores Michael Braungart e William McDonough descrevem o processo de crescimento das populações e das cidades, e como consequência, o uso crescente e a não reposição das matérias primas locais. Como exemplo das transformações de padrões de consumo e comportamento, os autores constatam que a partir da década de 1960, o desenvolvimento das tecnologias para produção dos materiais sintéticos e produtos descartáveis fez com que se tornassem mais baratos e preferíveis aos materiais duráveis, que demandam um trabalho maior de manutenção com custos mais caros de aquisição. Segundo os autores, “produtos descartáveis são a regra”

(BRAUNGART, M. e McDONOUGH, W.. 2014, pg.102). Esta constatação é preocupante e Braungart e McDonough alertam para a cultura do desperdício vigente.

"Se nós, os seres humanos, realmente quisermos prosperar, então teremos de aprender a imitar o sistema natural cradle to cradle, altamente eficaz, de fluxo de nutrientes e de metabolismo, no qual o próprio conceito de desperdício não existe. Eliminar o conceito de desperdício significa projetar as coisas - produtos, embalagens e sistemas -, desde o início, com o entendimento de que o desperdício não existe. Isso significa que os nutrientes valiosos contidos nos materiais moldam e determinam o projeto: a forma segue a evolução, não apenas a função." (BRAUNGART, M. e McDONOUGH, W.. 2014, pg.107)

O princípio do ciclo de vida de produtos do berço ao berço tem origem muito anterior ao mundo industrializado.

Os primeiros agricultores aceitavam a "lei da devolução", que significava simplesmente que o agricultor deveria tentar restituir à terra aquilo que tomou dela. o cradle to cradle é uma "lei da devolução", mas com materiais, em vez de safras de alimentos. (BRAUNGART, M. e McDONOUGH, W.. 2014, pg.10)

O sistema *cradle to cradle* nada mais é do que considerar o ciclo de vida dos materiais como um todo desde a extração da matéria prima até a sua decomposição. No processo criativo dos designers ou em qualquer outra profissão é preciso estar ciente das consequências ambientais resultantes desses trabalhos.

Parece uma ideia simples e óbvia, mas no sistema capitalista e globalizado atual é muito difícil conhecer o ciclo completo de um produto adquirido. Até mesmo durante o desenvolvimento de projeto é complicado conhecer e alterar as variáveis para a tomada de decisões a respeito do impacto na utilização de recursos. Cabe a cada indivíduo, sendo projetista ou consumidor, entender o contexto no qual se está trabalhando, econômico, político e social, e assim tentar minimizar esse impacto ambiental adaptando-se às condições locais disponíveis.

Objetivo

Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de material para o Design, a partir de reuso de fibras de tecido desfibradas vindas de uniformes de empresas e identificar e apresentar possíveis aplicações em projetos de produto.

Justificativa

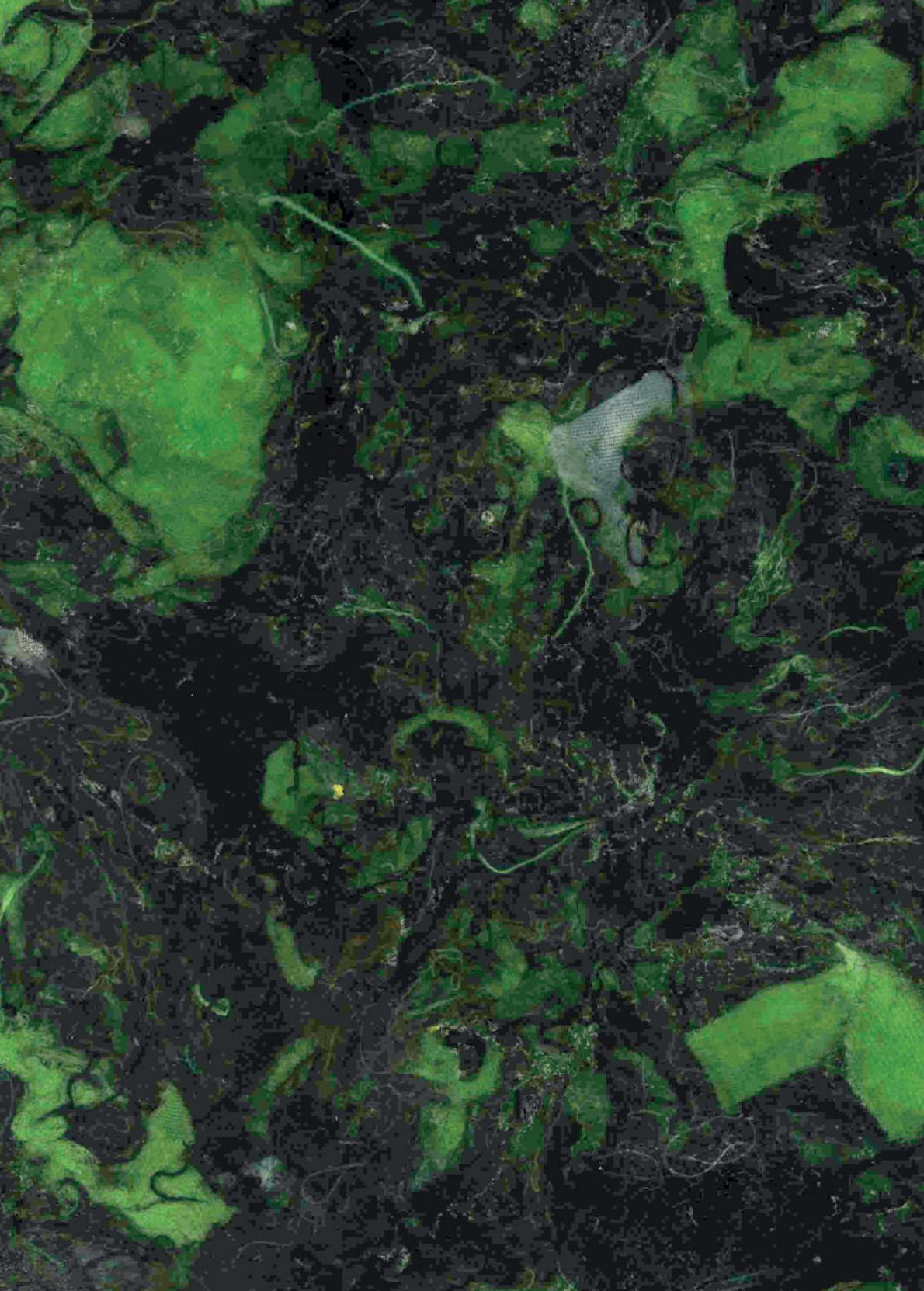
Atualmente, a Indústria têxtil e da moda estão entre as mais poluentes do mundo, em suas cadeias produtivas estão envolvidos muitos processos agressivos ao meio ambiente, desde o uso de agrotóxicos nas plantações, do tingimento das fibras com corantes até o seu descarte incorreto de tecidos e fios em lixões e aterros.

Um dos maiores problemas dentro do ciclo de vida de um tecido é a destinação dada após seu uso, tanto na forma de uma peça de roupa quanto na forma de retalho, que precisam de um descarte correto para que não contaminem o solo durante sua decomposição.

Segundo dados da ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil) de 2012, o Brasil gera cerca de 170 mil toneladas de resíduos têxteis vindos da Indústria da moda e 90 % desse material ainda é descartado de forma incorreta. Esses resíduos estão em sua maioria na forma de retalhos e aparas de confecção, mas ainda assim são materiais com valor implícito e que podem ser reaproveitados para a criação de novos produtos e consequentemente ter seu ciclo de vida aumentado (upcycling).

Dar um novo destino e uso a esses resíduos têxteis é uma das formas de minimizar seu impacto ambiental negativo, diminuir a quantidade de resíduos descartados incorretamente, além de atribuir valor a um material que seria descartado e possivelmente gerar renda de forma sustentável.

Para a realização deste trabalho foram feitas pesquisas bibliográficas, pesquisas de campo por meio de visitas e entrevistas, realização de experimentos e avaliação dos resultados.





INDÚSTRIA DA MODA

Para melhor entendimento e direcionamento do trabalho foram analisados o funcionamento da indústria da moda em seu cenário atual, seu impacto ambiental e medidas aprovadas pelo governo para o manejo correto dos resíduos sólidos gerados no Brasil, entre eles os têxteis.

Indústria da moda e sua grande obsolescência

A forma como as pessoas se vestem sempre foi e ainda é uma forma de expressão individual. A indústria da moda sempre teve seu espaço no mercado e ditou muitas tendências que marcaram cada época, mas na última década a frequência de novidades e a forma como se percebem e se consomem esses produtos se alterou bastante, a cadeia produtiva passou a funcionar de forma mais acelerada.

O documentário “The true cost” (2015), que trata do impacto ambiental e as consequências da indústria da moda atualmente, foca no sistema de produção recém chegado denominado *Fast fashion*, caracterizado por vender roupas a baixo custo, onde o consumidor pode comprar muitas peças ao mesmo tempo pagando pouco.

A base do fast fashion é a troca constante de coleções de roupas, ao invés de 2 estações por ano como acontece na maioria das lojas pequenas e médias, esse modelo trabalha com 52 coleções ao ano, isso quer dizer uma troca de coleção semanal, caracterizando-se como um modelo de produção insustentável, estimulando a compra de peças de roupas facilmente descartáveis após poucos usos. Isso acontece ou por seus compradores acreditarem ser uma peça ‘fora de moda’, ou por não durarem tanto por não possuírem um tecido ou uma costura de quali-



dade e ao invés de consertada a peça é descartada e substituída, principalmente pelo baixo investimento necessário para adquirir uma nova.

Segundo o documentário, naquele momento eram compradas 80 bilhões de peças por ano, um número assustador se pensarmos que na Terra existem 6,3 bilhões de pessoas, e nem todas elas têm acesso a esses produtos.

Obviamente, essas peças de roupas não são produzidas nas instalações das empresas das grandes marcas, a mão de obra é terceirizada para países em desenvolvimento como China, Índia, Brasil e Turquia, onde os funcionários trabalham sob condições análogas ao trabalho escravo em lugares denominados “Fábricas de Suor”, recebendo centavos por cada peça costurada, em locais com condições insalubres e sem equipamentos de proteção ou qualquer garantia de qualidade no trabalho. Não é preciso ir muito a fundo para perceber que a dinâmica do fast fashion é insustentável e desumana.

Além de ignorar as condições precárias e a remuneração injusta dos trabalhadores da indústria da moda, a quantidade de peças de roupas produzidas diariamente é absurda e o consequente impacto ambiental é enorme.

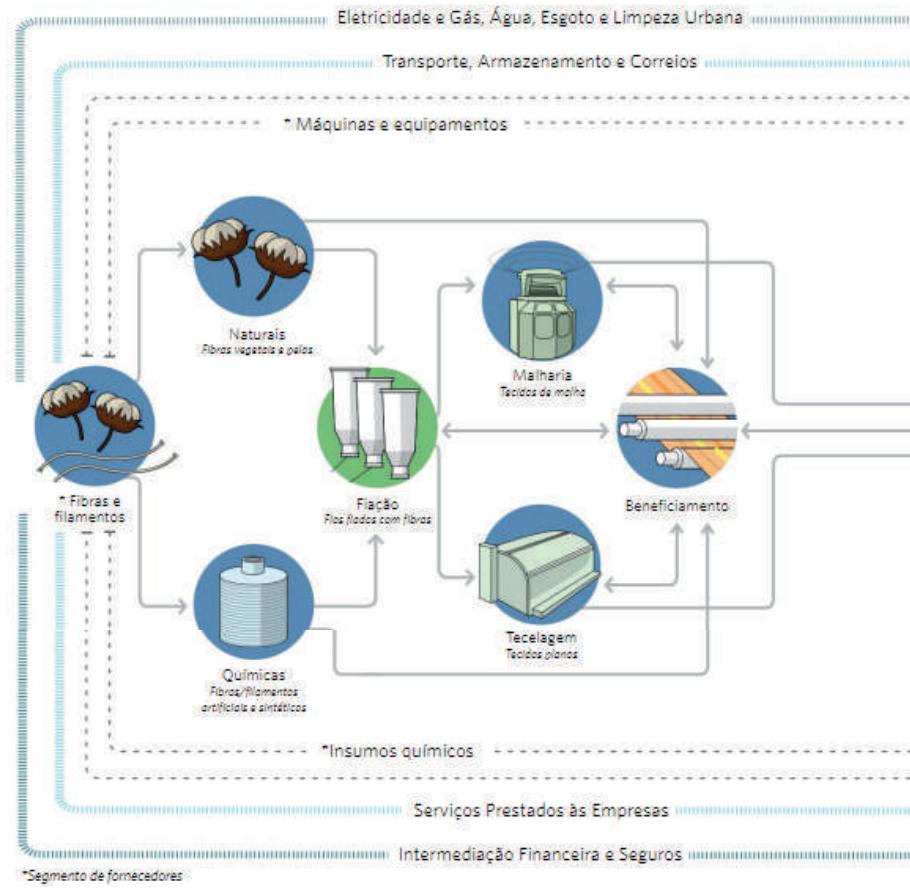
Fonte: Documentário “The true cost”



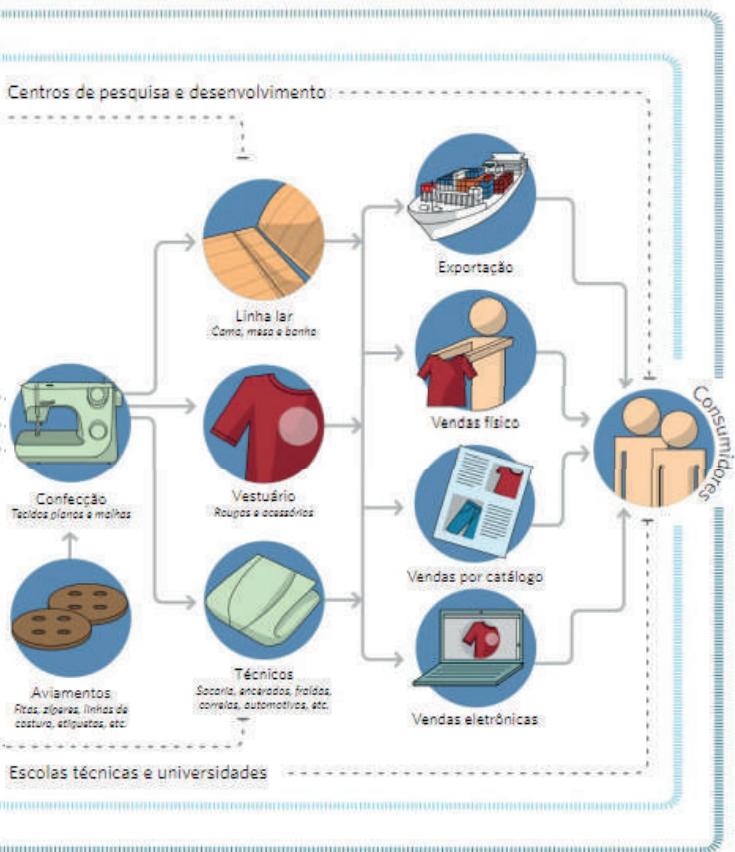
Indústria da moda e seu impacto ambiental

Para compreender os impactos gerados pela Indústria têxtil, é preciso inicialmente obter um panorama geral sobre o funcionamento de sua cadeia produtiva. A imagem abaixo, retirada do *Manual Técnico de Têxtil e Vestuário* do Senai, detalha esses processos.

Figura 1 - Estrutura da cadeia produtiva e de distribuição têxtil e confecção - desenvolvido pela ABIT



*Segmento de fornecedores



Cada uma dessas fases desempenha um importante papel dentro da cadeia produtiva para que se obtenha um produto final de qualidade, porém dentro de cada etapa encontram-se inúmeros procedimentos prejudiciais ao meio ambiente, como por exemplo o uso de agrotóxicos nas plantações de algodão e o consequente gasto de água e de energia para tratamento e beneficiamento dessas fibras e o uso excessivo de produtos químicos.

Elena Salcedo em seu livro “Moda ética para um futuro sustentável”, estima que para a produção de uma camiseta básica de algodão, gasta-se cerca de 2.700 litros de água, desde a plantação do algodão até chegar às lojas. Além da emissão de gás carbônico, de quase 4 kg, contribuindo para o aumento do efeito estufa.

Esses são dados apenas de gastos de recursos naturais, sem considerar a enorme quantidade de metais pesados liberados nos lençóis freáticos por conta dos produtos químicos utilizados para tingimentos e beneficiamento dos tecido. Abaixo, são detalhados esses resíduos presentes em despejos industriais e seus efeitos para o meio ambiente:

“Traços de metais pesados tais como níquel, manganês, chumbo, cromo, cádmio, zinco, ferro e mercúrio, aparecem constantemente em alguns despejos industriais. A presença de qualquer destes metais em quantidades excessivas prejudica os usos da água.” (BRAILE & CAVALCANTI, 1993 epud JÚNIOR, 2013, pg 16)

As consequências da liberação desses metais no solo não são prejudiciais apenas para o meio ambiente mas também para os seres humanos, que possuem cada vez menos recursos renováveis à disposição e em boas condições de uso.

Com o detalhamento da cadeia têxtil, entende-se a dimensão do impacto ambiental gerado por essa indústria, principalmente pelo fast fashion, que parece ignorar a enorme cadeia de produção por trás das roupas até chegarem às lojas e as consequências ambientais do aumento crescente e aceleração dessa cadeia.

Além de ser uma produção poluente durante sua fabricação, grande parte do impacto ambiental da indústria da moda se deve também à destinação incorreta dada após o uso dessas vestimentas. Após o esgotamento de possibilidades de reuso e reciclagem, a destinação correta para o resíduo têxtil é o aterro sanitário, para que receba trata-

mento adequado e não libere elementos poluentes no solo, mas sabe-se que na maioria das vezes esse não é seu destino final.

A contaminação do solo pode tanto acontecer por conta dos tratamentos químicos que o tecido recebe durante sua produção ou por conta do descarte de vestimentas sem higienização, que podem também liberar substâncias prejudiciais. Tecidos contaminados durante a produção são aqueles que passaram por processos já mencionados acima, como o uso de agrotóxicos nas plantações, o uso de tingimentos químicos e a estamparia. A contaminação pelo uso humano acontece quando a roupa não é higienizada antes do seu descarte, como por exemplo quando são descartados em lixo comum e entram em contato com resíduos orgânicos, inviabilizando sua separação e reaproveitamento. O artigo ‘Não geração de resíduos da indústria têxtil no distrito do Brás’ do site ‘Portal dos resíduos sólidos’ informa sobre a impossibilidade de reciclagem por conta da contaminação após o uso humano:

“Uma vez contaminado, o resíduo que era simples de se aproveitar, acaba se tornando um resíduo de difícil gestão, além de que muitos resíduos têxteis já tem um mercado comprador, porém estes só adquirem um valor comercial se estiverem separados de outros tipos de resíduos gerados e sem contaminação alguma, retalhos e aparas contaminadas não tem valor nenhum.” (2014)

Portanto, resíduos que poderiam ser repensados e reaproveitados para a criação de novos produtos, muitas vezes são encaminhados para aterros ou lixões por não estarem em condições adequadas para reuso ou reciclagem.

Sabendo dessas condições, é importante compreender as possíveis destinações para esses resíduos e também como são geridos em âmbito nacional.

Indústria têxtil nacional

Segundo dados da ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção) de 2017, o Brasil é o único país do Ocidente ainda com uma cadeia produtiva têxtil completa (da plantação às confecções), reunindo mais de 29 mil empresas (formais) em todo o país. O setor da cadeia têxtil e de confecção, obteve um faturamento US\$ 45 bi neste ano e é o 2º maior empregador da indústria de transformação.

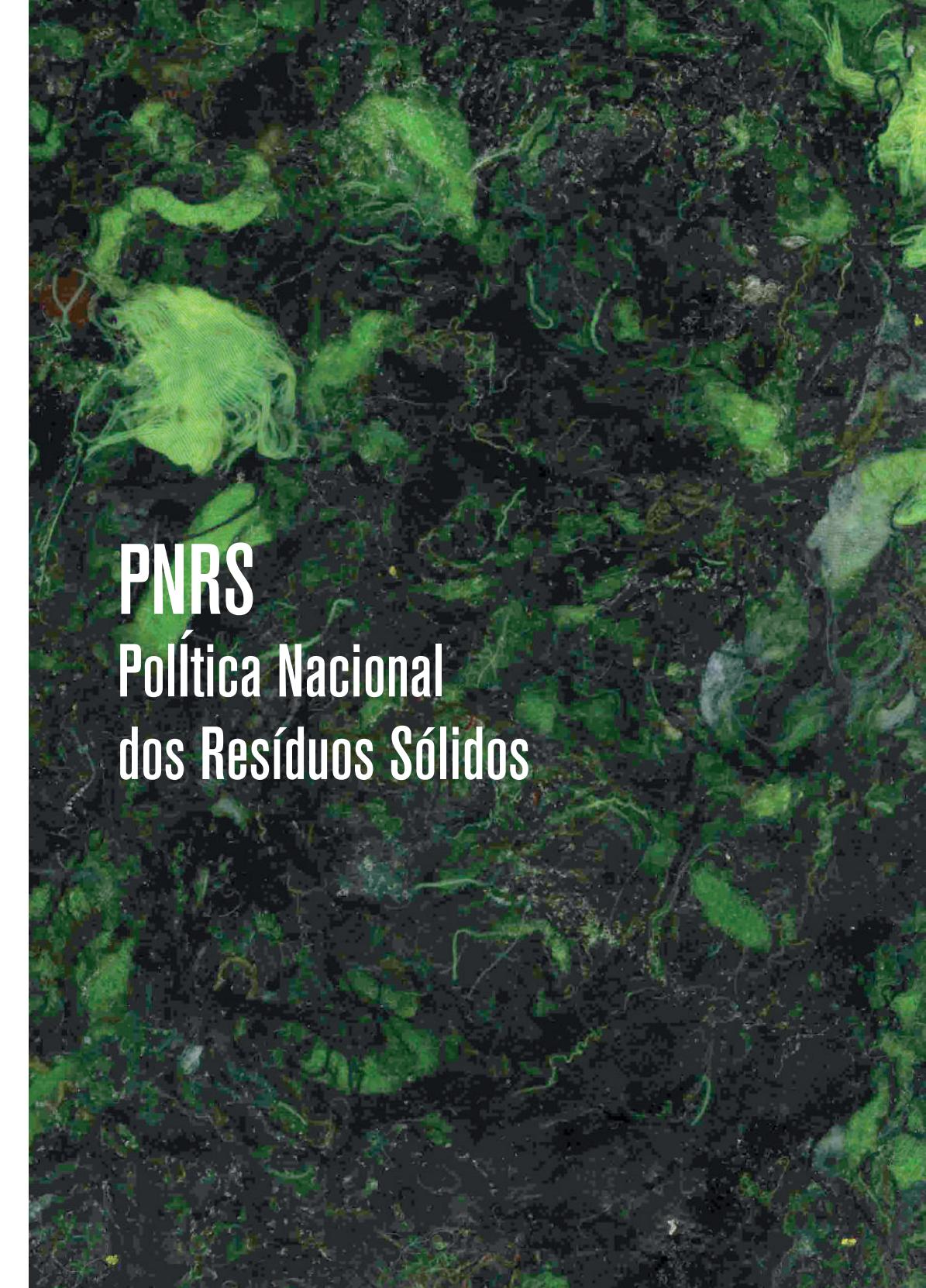
Com os dados apresentados, percebe-se a importância da indústria do vestuário da moda dentro da economia brasileira. Existem muitos pontos positivos por conta da valorização dessa cadeia, mas por consequência tem-se o aumento da geração de resíduos e do impacto ambiental gerado pelo descarte incorreto desses materiais.

No artigo “Cradle to cradle na manufatura do vestuário de moda”, de 2017, são apresentados dados sobre a geração de resíduos pelo setor de confecção nacional:

“Segundo a ABIT (2012), o setor têxtil produz, em média, 1,878 milhão de toneladas de produto final. São produtos que agregam valor dos segmentos de tecelagem e malharia, gerando, por ano, 170 mil toneladas de resíduos têxteis não aproveitados. Mais de 90% dos quais são descartados incorretamente.” (DANTAS, 2017, pg. 98)

Aproximadamente 153 mil toneladas de tecidos são descartadas incorretamente por ano, uma enorme quantidade de material com valor comercial implícito que poderiam gerar renda para muitas pessoas. Nos últimos anos vêm crescendo a conscientização sobre os resíduos sólidos gerados e provocando, mesmo que em números baixos, o surgimento de iniciativas e empresas têxteis e de vestuário que trabalham com moda de maneira mais consciente, repensando sua cadeia e incorporando práticas para minimizar o resíduo gerado nesse processo.

Ainda assim o número de resíduos têxteis descartados é muito alto por conta da difícil gestão desse material e pela falta de valorização e de investimento em formas de reaproveitar esse resíduo.



A dense, dark green forest scene with sunlight filtering through the leaves, creating bright highlights on the branches and leaves. The overall atmosphere is lush and natural.

PNRS

Política Nacional dos Resíduos Sólidos

Somente o conhecimento e preocupação com dados de impactos ambientais não provocam mudanças significativas, é necessária uma ação regulamentadora de órgãos do governo para que grande parte da população tenha conhecimento da responsabilidade sobre os danos ambientais e instrua sobre a maneira correta de realizar o descarte e faça cumprir com algumas medidas essenciais para a diminuição destes.

A PNRS é a lei nº 12.305, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, com o objetivo de prevenir e reduzir o impacto ambiental causado pelos resíduos sólidos produzidos em escala nacional, estadual e municipal, tomando medidas para que o manejo e o destino desses resíduos seja ambientalmente correto, minimizando o descarte impróprio desses materiais.

Para entender alguns pontos dessa lei é importante ressaltar a diferença entre resíduos e rejeitos. A lei define da seguinte maneira:

Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada

Sobre essas definições um detalhe importante a ressaltar é que se parte do ponto em que todos os descartes em estado sólido ou semissólido são resíduos e somente após 'esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação', como reuso e reciclagem, é que podem ser classificados como rejeitos e destinados a aterros sanitários. Isto significa que a imensa maioria dos resíduos sólidos são tratados como se fossem rejeitos, desperdiçando material com potencial econômico de reaproveitamento, contaminando o meio ambiente

no descarte e exigindo mais consumo de recursos naturais para dar continuidade à produção de novos produtos.

Se todos os resíduos fossem tratados até o esgotamento de possibilidades de reaproveitamento, a contaminação dos solos e lençóis freáticos seria nula ou em quantidades muito pequenas, mas se sabe que a parcela de resíduos reciclados é mínima, apenas 18% dos municípios brasileiros têm coleta seletiva, isso resulta em 5,9% dos resíduos totais. Não existem apenas os aterros sanitários como destino dos descartes, que são locais preparados para o tratamento correto dos resíduos sólidos, mas também existem aterros controlados e lixões a céu aberto, o que minimiza ainda mais a eficácia na destinação correta desses resíduos.

Uma medida contida na PNR que tenta diminuir a destinação incorreta desses resíduos é a eliminação ou recuperação desses lixões até 2015 (prorrogada até 2017), para que virem aterros sanitários, locais adequados com preparo do solo e equipados para tratar os rejeitos de maneira ambientalmente correta.

A lei responsabiliza tanto o poder público quanto os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes pelos resíduos sólidos gerados em seus processos de produção, obrigando-os em conjunto a dar destinação correta a esses produtos, incentivando, o reuso e a reciclagem desses materiais. Essa medida é incentivada por meio do sistema de logística reversa, que em conjunto com ações que possibilitam o retorno desses materiais até a fábrica, é novamente inserido em seu ciclo de produção ou dada destinação adequada.



FIBRAS TÊXTEIS

Para que se possa tomar algum partido quanto à gestão de resíduos têxteis, é necessário entender como são separados e classificados por conta de suas composições.

Organograma 1 - Classificação de composição das fibras têxteis



Fonte: Autora

As fibras têxteis são divididas em naturais, artificiais ou sintéticas. Dentro das fibras naturais, estão o algodão, a seda, o linho e a lã. As fibras artificiais são aquelas de origem natural que recebem tratamento químico, como a viscose, e as fibras sintéticas são aquelas resultantes do processo de síntese de materiais provenientes do carvão ou do petróleo, como poliéster, nylon e elastano.

Os tecidos naturais são considerados mais sustentáveis pois quando descartados levam menos tempo para se decomporem do que tecidos artificiais ou sintéticos. Em média levam 20 meses, enquanto os artificiais ou sintéticos levam 70 meses. Apesar desses tecidos serem naturais, apenas são considerados biodegradáveis se não sofreram nenhum processo de contaminação durante a cadeia produtiva, ou seja, aqueles feitos de fibras naturais orgânicas e sem tingimentos químicos, o que caracteriza parcela mínima dos tecidos utilizados hoje em dia.

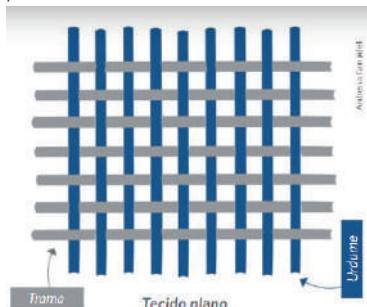
Cada tipo de fibra, seja ela natural, sintética ou artificial, tem características únicas de comprimento (longa ou curta), elasticidade e resistência, cada um desses fatores influencia no momento de sua fiação e no resultado final do tecido. O comprimento da fibra é uma das características mais importantes para a possível reutilização e reciclagem dos retalhos, quanto mais longa a fibra, maior a chance de ser transformada novamente em fio.

Outra classificação relevante é a divisão entre tecidos planos e malharias. Ambas podem ser compostas de fibras orgânicas, sintéticas e artificiais, mas o que as diferencia é a forma como essas fibras são entrelaçadas no momento da sua fiação. Os tecidos planos se caracterizam pelo entrelaçamento de 2 fios em ângulos de 90º (Figura 2), já as malhas são caracterizadas por um único fio que se entrelaça por meio de laçadas nele mesmo no sentido horizontal (Figura3).

Essas classificações são importantes para a compreensão da complexidade da composição dos tecidos atuais, que podem ser formados por fibras naturais, sintéticas e artificiais em diferentes porcentagens, o que influencia nas possíveis alternativas para reaproveitamento de seus descartes.

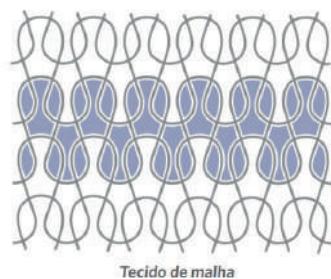
Em paralelo às classificações anteriores, existem os não-tecidos, conforme a norma NBR – 13370, não-tecido é uma estrutura plana, flexível e porosa, constituída de véu ou manta de fibras, ou filamentos, orientados direcionalmente ou ao acaso, consolidados por processos: mecânico (fricção) e/ou químico (adesão) e/ou térmico (coesão) ou combinação destes. Exemplos de não tecido são o TNT, os cobertores sociais, as mantas acústicas e os forros automobilísticos.

Figura 2 - Detalhamento de trama de tecidos planos



Fonte - SENAI(2015)

Figura 3 - Detalhamento de trama de malharias



Fonte - SENAI(2015)

Não - tecidos:

Figura 4- TNT



Fonte - www.reidoarmarinho.com.br

Figura 6 - Mantas acústicas

Figura 5 - Cobertores sociais



Fonte - www.renovartextil.com.br

Figura 7 - Forro automobiliístico



Fonte - www.renovartextil.com.br



Fonte - www.renovartextil.com.br



PRODUÇÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS E AÇÕES DE REAPROVEITAMENTO

Com o levantamento de dados e conhecimento do ciclo e funcionamento da indústria da moda, viu-se a necessidade de ir a campo para compreensão das ações praticadas em relação ao descarte ou reuso de sobras de materiais, assim como para conhecimento das possíveis oportunidades de trabalho.

As visitas foram realizadas em 2 ateliês de costura, 1 sapataria, 3 tapeçarias e em 2 lojas de vestidos de noiva, seguidas de entrevista com os proprietários e funcionários e tiveram como objetivo levantar informações sobre o consumo de tecidos e o que é feito com os resíduos têxteis, suas tipologias (retalhos ou fibras) e perceber se existia interesse na coleta seletiva desses materiais.

Foram realizadas entrevistas também com iniciativas e empresas têxteis e de vestuário que trabalham com material proveniente de descarte da indústria têxtil de moda, procurou-se entender o que levou ao início desse trabalho e como funciona a dinâmica de manejo desses materiais. Os locais de entrevista foram a cooperativa Charlotte Arte em Costura e as empresas Ecosimple, Avah!, Puket e Retalhar.

Em relação aos primeiros ateliês visitados, percebeu-se que os retalhos quando muito pequenos são muitas vezes vistos como materiais sem valor comercial e por esse motivo são descartados em lixo comum, inviabilizando seu uso, ou doados para familiares, ong's e igrejas para trabalhos artesanais como fuxico, bichinhos de pelúcia, carteiras, acessórios, etc.

Muitos dos entrevistados diziam aproveitar o máximo possível dos tecidos mas quando muito pequenos eram descartados em lixo comum pois não tinham utilidade. Essa ação pode parecer inofensiva pensando em casos individuais, mas considerando um grande número de pequenos comerciantes descartando quantidades pequenas de retalhos têxteis, tem-se uma quantidade considerável de material passível de ser reaproveitado.

Neste momento é importante diferenciar, retalhos de tecido e fibras desfibradas, ambos resíduos têxteis. Os retalhos de tecido são pedaços de tecido pequenos. No caso de retalhos presentes em ateliês de costura tem poucos centímetros. No caso de fábricas, chegam a até 10 metros de comprimento, mas são identificados como descarte, por sua qualidade ou por não conterem mais valor comercial por seus proprietários. Já as fibras desfibradas são normalmente os retalhos após um processo mecânico, onde são triturados e transformados em um aglomerado de fibras, como mostram as figuras abaixo.

Figura 8: Retalhos de tecido



Fonte - Autora

Figura 9: Fibras têxteis desfibradas



Fonte - www.renovartextil.com.br

Após as entrevistas com as iniciativas que já trabalham de alguma forma com material proveniente de descarte da indústria têxtil de moda, as principais ações que envolvem o reaproveitamento e reuso destes materiais são: a transformação em outros produtos (reuso), em fio para criação de novos tecidos (reciclagem), em não tecidos (reciclagem) ou em outros materiais quando combinados com outro componente (upcycling). A seguir entende-se mais detalhadamente as características de cada processo.

Organograma 2: Principais ações para o reaproveitamento de resíduos têxteis



Fonte - Autora

Reuso

transformação em outros produtos

Utilização dos retalhos de tecido, em tamanhos variados, para a criação de outras peças, como por exemplo trabalhos artesanais como fuxico, bichinhos de pelúcia, carteiras, acessórios, etc., ou como no caso da empresa AVAH! que transforma grandes descartes de confecção em novas peças de roupa.

Figura 10: Peça de roupa produzida com retalhos de confecção



Fonte - www.avahstore.com.br

Reciclagem transformação em outros tecidos

A reciclagem pode acontecer com 2 objetivos, sendo um deles a criação de um novo tecido e o outro a confecção de não-tecidos. Ambas as alternativas são viabilizadas por meio de processos mecanizados.

Para a criação de um novo tecido os retalhos passam por um processo chamado rasgamento, onde as fibras de tecido são desfeitas até retornarem ao seu estado original. Essa fibra passa pelo processo de fiação e em seguida é embobinada para que seja utilizada para a fiação de um novo tecido.

Figura 11 - Processo de rasgamento



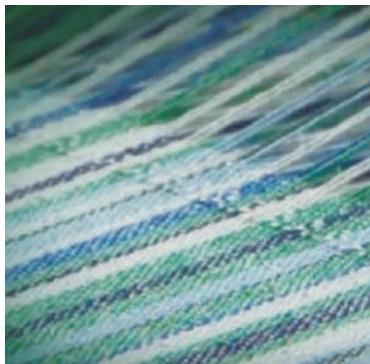
Fonte - Vídeo institucional da loja EcoSimple

Figura 12 - Novas fibras embobinadas



Fonte - Vídeo institucional da loja EcoSimple

Figura 13 - Tecelagem em teares mecânicos



Fonte - Vídeo institucional da loja EcoSimple

Para que volte a ser fio, esses retalhos devem ser separados por seu tipo de matéria prima e pelo comprimento da fibra, o que muitas vezes impossibilita que esse processo aconteça, por ser muito trabalhoso e demorado de realizar. Um dos meios que tornam mais eficiente a separação das matérias primas é a coleta seletiva por setor, isto é: confecções que trabalham com malharia em separação às que trabalham com tecido plano. É o que fazia a Ecosimple, recolhendo resíduos sólidos provenientes de malharias para a refiação e o desenvolvimento de novos tecidos, cortando a etapa de separação por tipos de fibra.

Para a confecção dos não tecidos, os retalhos passam por três processos mecanizados, o de Trituração, desfibramento e agulhamento. Após o desfibramento, tem-se como resultado aglomerados de fibras desfibradas que em seguida passam pela máquina agulhadeira, onde são compactados de acordo com o não-tecido desejado.

As características dos não-tecidos resultantes variam de acordo com a quantidade de algodão ou poliéster inseridos no maquinário no início do processo. Existem mais de 40 tipos de não tecidos resultantes, alguns deles já citados anteriormente como os cobertores sociais, as mantas acústicas e os forros automobilísticos. A empresa Retalhar trabalha com esse processo.

Desfibrados:

Figura 14 - 100% algodão



Fonte - www.renovartextil.com.br

Figura 15 - 100% poliéster



Fonte - www.renovartextil.com.br

Figura 16 - Mil cores - misto



Fonte - www.renovartextil.com.br

Upcycling

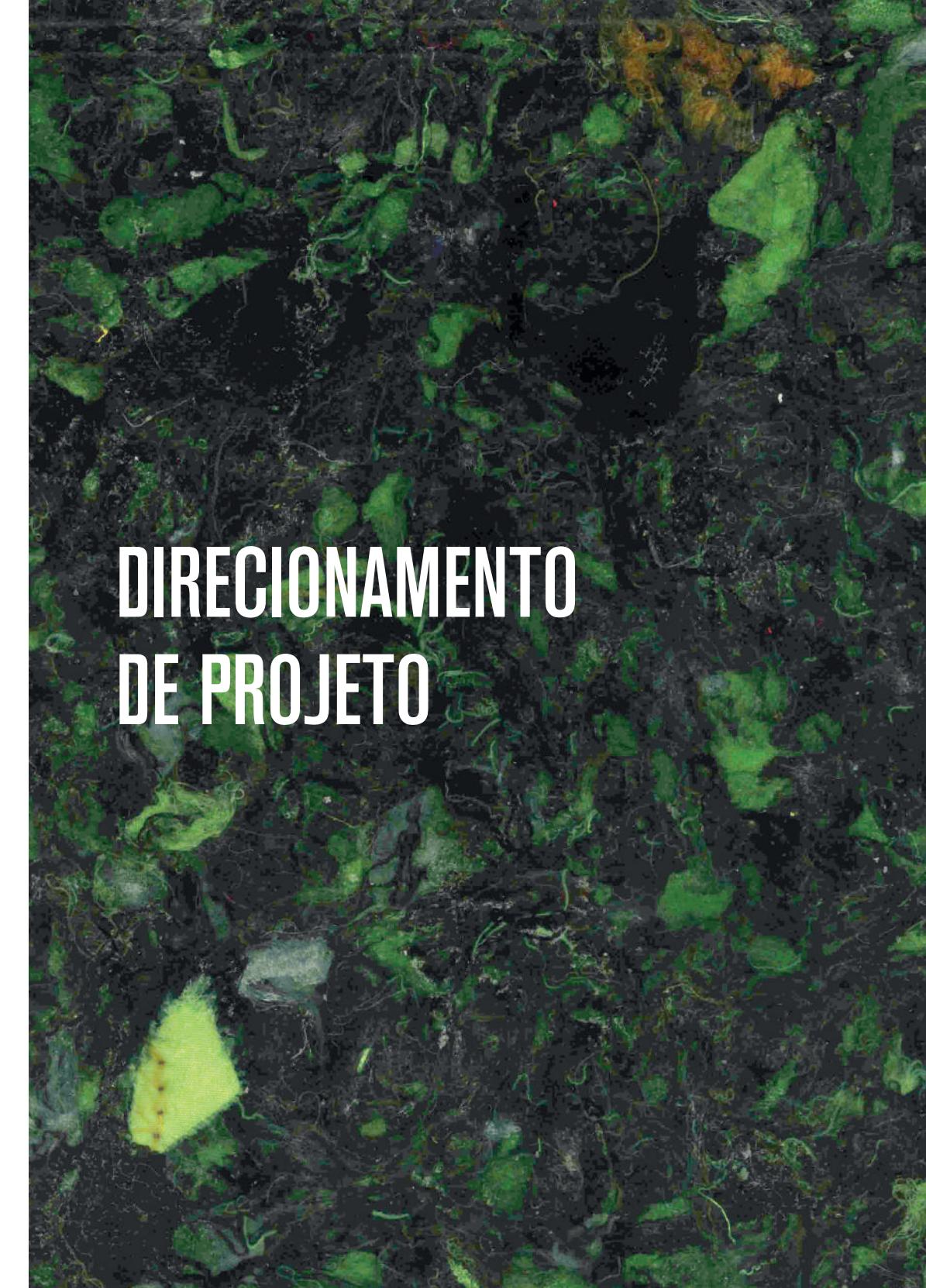
transformação em outros materiais

Esse processo se caracteriza pela reutilização de materiais já existentes considerados sem valor comercial para a criação de novos produtos ou materiais com maior valor agregado, aumentando seu potencial de uso. É uma forma de minimizar os danos ao meio ambiente e poupar o uso de mais matéria prima e mais gastos de água e energia para a produção de novos materiais.

No livro “Design e materiais”, Ashby nos explica como o aumento da vida de um material no cenário em que estamos atualmente, pode ser uma alternativa mais vantajosa:

“Provavelmente, a medida mais efetiva de todas é aumentar a vida útil do produto: dobrá-la reduz pela metade o impacto de três das quatro etapas mostradas na figura 2.3 (ciclo de vida de um material). E isso redireciona o foco para o design industrial - as pessoas não se desfazem daquilo de que gostam”

Após as entrevistas e o melhor entendimento sobre as possibilidades de manejo dos resíduos têxteis, buscou-se uma área de atuação com potencial de desenvolvimento para este trabalho.



DIRECIONAMENTO DE PROJETO

Um dos aspectos percebidos em relação à valorização do material proveniente de resíduos têxteis é a importância na separação de cor. Como já mencionado, o processo de tingimento é altamente poluente, parece um desperdício tirar a saturação de cor de um material previamente tingido.

Pensando-se nisto, foi feito um exercício para identificação de setores que produzem enorme volume de peças em determinada cor: noivas, uniformes,etc., e como resultado dessa busca, deparou-se com a empresa Retalhar, que realiza a gestão de resíduos de uniformes de grandes empresas.

A Retalhar recebe esses uniformes e fica responsável por garantir a destinação correta de descarte desses resíduos. Antes de serem enviados para o processo de reciclagem, os logos das empresas e os avimentos são retirados e passam por uma higienização. Esses uniformes quase sempre são produzidos em tecidos com as cores predominantes da empresa e chegam para a Retalhar em grandes quantidades.

Os tecidos tingidos tem a capacidade de manutenção de cor por muito tempo. Quando diferentes cores de retalhos são misturadas no descarte seguido de reciclagem, a mescla obtida do novo material apresenta uma cor acinzentada, totalmente dessaturada com traços de coloração dispersos no material. Perde-se a qualidade cromática, as várias matizes e a cor saturada que diferencia um de outro retalho. Com a intenção de aproveitar o tingimento já existente nos uniformes, um teste de desfibramento foi feito com essas vestimentas e o resultado foi a fibra desfibrada com coloração forte.

Figura 17 - Fibra têxtil desfibrada proveniente de uniformes de empresas particulares



Fonte - Autora

Notou-se nesse material um grande potencial de transformação para aproveitamento desses resíduos e da sua coloração particular.

O campo de uniformes de empresas particulares com o diferencial da coloração única de seu desfibrado têxtil, foi o nicho encontrado para atuação deste trabalho, com o intuito de aumentar seu valor agregado utilizando essa fibra para o desenvolvimento de um compósito e a possível aplicação desse material em projetos de design de produto.

Segundo LIMA (2006), um compósito é o resultado da união de dois (ou mais) materiais distintos que, por consequência, resulta no somatório das diferentes propriedades, o que lhe confere desempenho superior ao que estes materiais, separadamente não conseguiriam atingir.

Definida a fibra como um dos materiais para o compósito, viu-se a necessidade de buscar um material com função de junção e ligação das fibras e considerou-se utilizar uma resina poliuretana.

As fibras têxteis desfibradas escolhidas são advindas de uniformes de grandes empresas, não oferecendo opções de escolha da composição dessas fibras para o desenvolvimento do projeto. Por esse motivo, as chances do desfibrado conter poliéster são muito altas, o que impossibilita um trabalho visando um material totalmente biodegradável. Ainda assim, o material contém valor agregado e está disponível para reutilização e aumento de seu ciclo de vida.



RESINA VEGETAL

As resinas utilizadas em um compósito podem ser a base de petróleo ou vegetal. A opção pelo uso de uma resina vegetal alinha-se com premissas escolhidas neste trabalho, ou seja, utilização racional de matérias primas renováveis, aproveitamento e reuso de materiais transformados para ampliar seu ciclo de vida. SILVA, 2003 detalha a origem das resinas vegetais em sua dissertação:

As resinas poliuretano podem ser derivadas tanto do petróleo como de fontes naturais, e neste caso tem-se os chamados “biomonômeros” que podem ser obtidos de fontes renováveis, como os óleos vegetais. Estes óleos derivam de um número de vegetais, tais como, soja, milho, açafrão, girassol, canola, amendoim, oliva e mamona, entre outros (PETROVIC, 1999 apud SILVA, 2003, pg. 20)

Após algumas pesquisas sobre resinas vegetais para formar o compósito, foi identificada a resina de mamona, um material orgânico renovável, já utilizado em alguns compósitos com fibras naturais por empresas como a Matéria Brasil (figura 17), que combina a resina com fibras de coco e de pupunha, ou a empresa de óculos Zerezes, utilizada em conjunto com serragem de marcenaria para confeccionar armações de óculos (figura 18). Esta resina também foi identificada na dissertação de mestrado de Rosana Vilarim da Silva, para experimentações em compósitos com a fibra do sisal, demonstrando sua adequação e versatilidade.



Figura 18 - Compósito de resina poliuretana de mamona com fibra de coco da empresa Matéria Brasil. A coloração parda refere-se à fibra utilizada. A coloração da resina pouco interfere na aparência do produto.

Fonte - www.materiabrasil.com



Figura 19 - Óculos da linha 'Restus' da marca Zerezes com a armação feita com um compósito formado pela de resina de mamona e serragem de madeiras de descarte de marcenaria.

Fonte - www.zerezes.com.br

Na dissertação de mestrado de SILVA, 2003, foram feitas experimentações com fibras de coco e fibras de sisal combinadas com a resina de mamona, material escolhido após conhecimento das resinas existentes e suas derivações. Essas informações foram úteis e serviram de parâmetro para as 1as experimentações. Sobre a resina da mamona, descreve seus aspectos e origem.

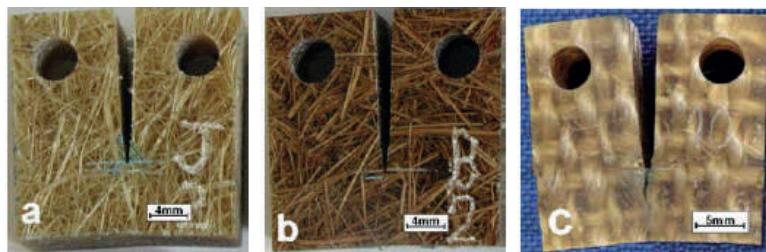
O desenvolvimento dos poliuretanos derivados de óleo de mamona teve origem nos primeiros trabalhos propostos na década de 40 (Vilar, 1993). O óleo de mamona é obtido da semente da planta "Ricinus Communis", que é encontrada em regiões tropicais e subtropicais, sendo muito abundante no Brasil. É um líquido viscoso obtido pela compressão das sementes ou por extração com solvente. (Vilar, 1993 apud SILVA, 2003, pg. 21)

Alguns estudos foram realizados sobre a obtenção de compósitos a base de resina e fibras vegetais. Quanto às fibras vegetais, são classificadas da seguinte maneira:

As fibras vegetais são classificadas de acordo com a sua origem e podem ser agrupadas em fibras de semente (algodão), fibras de caule (juta, linho, cânhamo), fibra de folhas (bananeira, sisal, piaçava, curauá, abacá, henequém), fibras de fruto (coco) e fibras de raiz (zacatão) (Morassi, 1994). As fibras oriundas do caule ou das folhas são as chamadas fibras duras e são as mais utilizadas como reforço em compostos poliméricos. (SILVA, 2003, pg. 21)

São trabalhadas diferentes variações das fibras em seus corpos de prova, sendo elas: fibra de coco curta, fibra de coco penteada, sisal em fibras curtas e tecido de sisal. São fibras com colorações neutras e mais quentes. Seu aspecto visual é apreciado por remeter ao natural, por colorações que vão do bege ao marrom escuro, tendendo para matizes mais amareladas ou avermelhadas. São evidenciados também o padrão da composição, com grãos ou partes mais embaralhadas ou organizadas.

Figura 20 - Corpos de prova (a) compósito com fibras curtas de sisal não tratadas, (b) compósito com fibras curtas de coco não tratadas, (c) compósito com tecido de sisal não tratado.



Fonte - SILVA, 2003

Este trabalho diferencia-se por pautar-se no reuso de material de descarte proveniente da indústria têxtil de moda em que a fibra já foi tratada e tingida e é exatamente esta qualidade estética que se diferencia dos demais estudos.

EXPERIMENTAÇÕES

Parte 1

Sabendo-se alguns parâmetros relativos à mistura de resina e fibra para a conformação de amostras, deu-se início aos primeiros experimentos.

Os testes foram feitos com fibras têxteis desfiadas doadas pela empresa Retalhar e a resina poliuretana de mamona foi adquirida da empresa Imperveg (RP 1315 A).

Fibra Têxtil

As fibras utilizadas neste trabalho foram cedidas pela empresa Retalhar. São fibras têxteis provenientes de descarte de uniformes nas cores verde e laranja. Inicialmente, será utilizada somente uma das cores para manter uma constante e comparação dos resultados.

Na fibra verde é possível discernir entre tons de verde mais claros e amarelos contrastando com partes escuras quase pretas e outras mais azuladas. Reconhece-se no material, fragmentos de retalhos maiores, provenientes do processo mecânico do desfibrar.

Na fibra laranja, percebe-se um conjunto mais homogêneo das fibras, a coloração laranja é predominante, e nota-se fragmentos vermelhos, amarelos e alguns acinzentados.

Figuras 21 e 22 - Fibra têxtil desfibrada nas colorações verde e laranja



Fonte - Autora



Fonte - Autora

Resina Vegetal

A Resina poliuretana de mamona é especificada pelo fabricante com as seguintes características presentes em sua ficha técnica:

- Consistência: fluída
- Cor após cura: âmbar
- Resistência ao calor: apresenta perda de massa somente após 210 oC
- Liberação de elementos tóxicos: isento
- Secagem ao Toque: 40 a 180 minutos dependendo da temperatura ambiente
- Tensão de ruptura à tração: 15 Mpa
- Resistência à compressão: 28 MPa
- Alongamento de ruptura: +/- 8%
- Dureza Shore D: 65

A resina é obtida pela mistura de dois componentes que se reagem e curam. A proporção dos componentes da resina indicada pelo fabricante é de 1:1,5 (A:B).

Figura 23 - Resina Bicomponente de mamona da empresa Imperveg



Fonte - Autora

Apesar de existirem referências sobre o uso do material, não haviam detalhamentos quanto ao preparo das amostras: material do molde, necessidade de desmoldantes, força para prensagem. Os experimentos foram feitos por tentativa e erro.

Foi utilizado o seguinte método para o desenvolvimento das amostras:

1. Pesagem da fibra
2. Pesagem da resina
3. Disposição da fibra no molde
4. Mistura dos componentes da resina
5. Deposição da resina no molde sobre a fibra
6. Prensagem

teste 1

O primeiro teste de conformação foi feito com estampos quadradas de gesso de 150x150x30mm prensando a mistura de resina e fibra com um sargento.

Figura 24 - Fibra têxtil desfibrada e placas de gesso



Fonte - Autora

Foram utilizadas 2g da fibra pesada em balança de precisão, as bases de gesso foram preparadas com vaselina como desmoldante.

Figura 25 - Balança de precisão utilizada para pesagem dos materiais



Fonte - Autora

Figura 26 - Resina bicomponente de mona antes de ser misturada (125g)



Fonte - Autora

Foram preparadas 125g de resina na proporção recomendada pelo fabricante de 1x1,5 (50 g de componente A e 75g de componente B). A quantidade de resina preparada neste primeiro momento foi um valor deduzido.

Figura 27 - Aplicação da resina de mamona sobre a fibra



Fonte - Autora

Figura 28- Prensagem do compósito



Fonte - Autora

A resina preparada foi aplicada sobre a fibra até que ficasse totalmente embebida, a quantidade suficiente foi de 50g, sobrando 75g de resina preparada.

Em seguida, foi colocada a segunda placa de gesso e pressionada com um sargento.

Figura 29 - Amostra prensada



Fonte - Autora

Figura 30 - Amostra prensada



Fonte - Autora

Observou-se o vazamento da resina pelas laterais das bases de gesso. Após 3 horas de prensagem da resina, a amostra foi desmoldada. Por conta da aderência da resina ao gesso, foi necessário quebrar o molde para a retirada da amostra. Verificou-se a necessidade de se encontrar um desmoldante para o material, já que a vaselina sobre o gesso não se mostrou adequada, resultando em uma superfície fosca com alguns resíduos de gesso restantes.

Figura 31 - Amostra após a cura da resina



Fonte - Autora

Figura 32 -Amostra após a cura da resina



Fonte - Autora

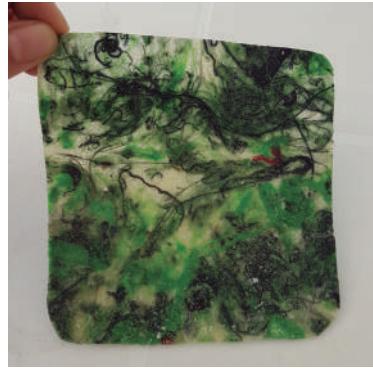
A amostra apresentou alguns pontos com sobras de gesso das placas, por esse motivo foi limpo com pano úmido e as rebarbas foram aparadas com uma tesoura comum.

Figura 33 - Amostra após a cura da resina



Fonte - Autora

Figura 34 - Amostra sem rebarbas e sem resíduos de gesso nas dimensões 110x110x1mm



Fonte - Autora

Com o resultado da primeira amostra percebeu-se a característica expansiva da resina, sua cor amarelada e também a formação de pequenas bolhas durante o processo de cura. O aspecto visual do compósito se mostrou interessante, demonstrando indícios de aplicações aproveitando sua transparência e padrão visual. Outra característica notada do compósito após a cura foi sua maleabilidade e flexibilidade sem danos na superfície.

A coloração verde predominante entremeada por partes escu- ras permaneceu bastante vibrante, mesmo com o amarelado da resina. Esta cor forte e manchada demonstrou-se bastante interessante.

teste 2

No primeiro teste a espessura da amostra não foi controlada, e sentiu-se a necessidade de manter uma espessura padrão, mais grossa que a primeira amostra. Com esse objetivo, foram posicionadas 2 pequenas peças de mdf de 3mm de espessura para garantir essa dimensão na amostra.

Para as bases de aplicação foram utilizadas madeiras ao invés do gesso, para evitar a aderência do material à resina. Como desmolhante foi utilizada a vaselina.

Neste teste foram utilizadas 3,84% de fibra (3g) e 96,16% de resina (30g do componente A e 45g do componente B). A quantidade de resina foi estimada com base na proporção utilizada do teste anterior.

Figura 35 - Fibra posicionada sobre placa de madeira



Fonte - Autora

Figura 36 - Resina de mamona e fibra prensada com madeira

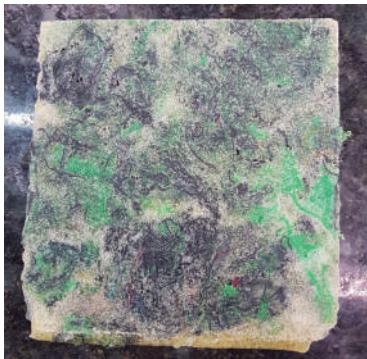


Fonte - Autora

A resina foi aplicada com uma espátula e a amostra prensada utilizando-se um sargento novamente. Após 3 horas de cura, a amostra foi desenformada facilmente, sem aderência à madeira.

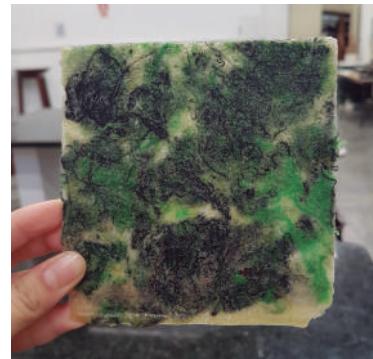
Após limpeza e apara das rebarbas o aspecto visual da amostra não ficou tão interessante como no primeiro teste. Por conta da espessura maior e a maior quantidade de fibras o aspecto da transparência não ficou evidente desta vez. A presença de bolhas, inclusive por cima das fibras, deixou a superfície do compósito com aspecto fosco.

Figura 37 - Amostra 2 após a cura da resina e sem rebarbas



Fonte - Autora

Figura 38 - Amostra 2 após a cura da resina e sem rebarbas



Fonte - Autora

teste 3

Com a intenção de delimitar as dimensões da amostra de 180mm x 120mm x 3mm, mesmas dimensões utilizadas na dissertação de SILVA, (2003), desenvolveu-se um molde de gesso com um rebaixo de 3mm.

Figura 39 - Molde de gesso



Fonte - Autora

Figura 40 - Molde de gesso com fibra textil



Fonte - Autora

Neste teste foram utilizadas 2,33% de fibra (2g) e 97,67% de resina (34g do componente A e 50g do componente B). Como desmoldeante foi utilizada a goma laca.

Figura 41 - Resina bicomponente



Fonte - Autora

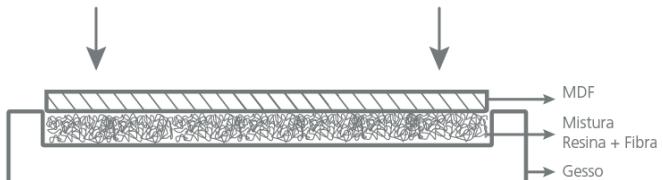
Figura 42 - Molde de gesso com fibra têxtil e resina aplicada



Fonte - Autora

Após aplicada a resina, a amostra foi prensada com um MDF de 3mm de espessura, deixando curar por 3 horas.

Figura 43 - Representação do molde utilizado para este teste



Fonte - Autora

Figura 44 - Amostra de prova prensado aguardando cura da resina



Fonte - Autora

Figura 45 - Amostra após a cura e desmoldagem



Fonte - Autora

Figura 46 - Amostra após a cura e desmoldagem



Fonte - Autora

Após a desmoldagem, observou-se a não uniformidade da pressão exercida na amostra. Nos pontos de fixação do sargento a espessura ficou muito fina e sem resina, por conta da espessura muito fina do mdf utilizado empenou durante a prensagem, fazendo com que a pressão do sargento não fosse aplicada de maneira homogênea. Foi possível observar também a má distribuição das fibras, a quantidade presente no centro foi muito menor do que nas laterais, onde a maioria das fibras se posicionaram.

teste 4

Uma nova amostra foi desenvolvida com 2,60% de tecido (2g) e 97,40% de resina (30g do componente A e 45g do componente B) utilizando a mesma base de gesso do teste 3. Desta vez foi prensada com uma madeira de 20mm para melhor distribuição da pressão exercida na amostra. Como desmoldante foi utilizada a goma laca. A amostra curou por 3 horas.

Após a desmoldagem percebeu-se a influência da espessura da madeira na pressão exercida na amostra, desta vez distribuída igualmente. O gesso novamente aderiu à resina, impossibilitando a reutilização do molde.

Figura 47 - Amostra após a cura e desmoldagem



Fonte - Autora

Figura 48 - Amostra após a cura e desmoldagem



Fonte - Autora

teste 5

Após a compreensão do comportamento da resina em contato com outros materiais e durante sua cura, achou-se necessário trabalhar com dimensões maiores de amostra, por meio de um molde de madeira e de uma prensa mecânica para uniformidade da pressão sobre o molde.

Foram desenvolvidos um molde e um contra molde com as dimensões 600x450x3mm, baseadas na prensa mecânica disponível na Seção Técnica de Modelos, Ensaios e Experimentações Construtivas (STMEEC), com a área de prensagem de 750x600mm.

Figuras 49 e 50 - Molde e contra molde de madeira



Fonte - Autora



Fonte - Autora

Foi utilizado um plástico polietileno como desmoldante, preso com fita adesiva tanto no molde como no contra molde para conter o transbordamento da resina no molde e facilitar o destacamento da amostra após a cura.

Figura 51 - Contra molde forrado com plástico



Fonte - Autora

Neste teste foram utilizadas 3,00% de fibra (30g) e 97,00% de resina (350g do componente A e 525g do componente B) e aplicada sobre as fibras com uma espátula.

Figura 52 - Molde com fibras



Fonte - Autora

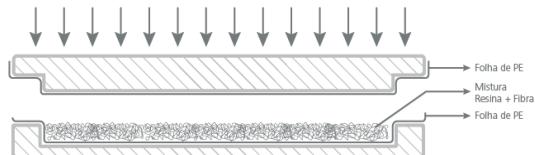
Figura 53 - Molde com a resina aplicada



Fonte - Autora

O contra-molde foi posicionado sobre o molde e levado à prensa, onde permaneceu por 3 horas.

Figura 54 - Representação do molde utilizado neste teste



Fonte - Autora

Figura 55 - Molde na prensa mecânica



Fonte - Autora

Figura 56 -Amostra após a prensagem e cura da resina



Fonte - Autora

Figura 57 - Amostra após desmoldagem



Fonte - Autora

Figura 58 -Amostra após desmoldagem



Fonte - Autora

O padrão visual resultante nesta amostra foi mais satisfatório que o resultante nas amostras anteriores, porém a coloração amarelada da resina ficou mais evidente e sua combinação com as fibras não atingiu às expectativas.

teste 6

Com a intenção de se obter uma superfície mais preenchida pela fibra e com menos espaços transparentes, a quantidade de fibras e de resina foi maior nesta amostra. Foram utilizadas 6,54% de fibra têxtil (70g) e 93,46% de resina (400g do componente A e 600g do componente B). Como desmoldante foram utilizadas folhas de polietileno fixadas com fita adesiva no molde.

Figura 59 - Molde com desfibrado têxtil



Fonte - Autora

Figura 60 - Molde com resina aplicada sobre a fibra



Fonte - Autora

Após a aplicação da resina com uma espátula, o molde foi fechado e levado à prensa por 3 horas até a desmoldagem.

Figura 61 - Amostra após a desmoldagem



Fonte - Autora

Figura 62 - Amostra após a desmoldagem



Fonte - Autora

Figuras 63 e 64 - Pedaços da amostra onde a resina não foi suficiente



Fonte - Autora



Fonte - Autora

Neste teste foi possível observar pequenos veios na amostra, resultantes das dobras da folha de polietileno utilizada como desmoldante, deixando pequenas texturas na superfície do material, e por esse motivo viu-se a necessidade de busca por um desmoldante mais rígido.

As características da resina se mantém na amostra de maior dimensão, como a presença de muitas bolhas e a maleabilidade do material. A resistência do material é maior em pontos com mais fibras têxteis e mais quebradiço em pontos com presença predominante de resina.

O resultado Visual desta placa foi mais satisfatório por conta da uniformidade maior de distribuição das fibras, gerando uma composição mais agradável visualmente.

The background of the image is a dense, dark green forest scene. A path or stream bed is visible in the lower right corner, with light-colored soil and some small plants. The rest of the image is filled with thick, tangled branches and leaves of various shades of green.

RESULTADOS

Após a realização dos primeiros testes, foi possível compreender melhor o comportamento dos materiais durante e após a cura. Até então os resultados não foram considerados satisfatórios para se chegar à aplicação em projetos de design, pois as amostras não apresentaram um padrão de distribuição uniforme das fibras na resina e consequentemente há variações na performance do material, inviabilizando essa aplicação.

A partir desse ponto, foi necessário recorrer a um especialista na área de engenharia de materiais que já possuísse conhecimento sobre a resina e sobre seu comportamento em compósitos.

A consulta foi feita ao Designer e Engenheiro de materiais Bruno Temer, sócio da empresa Matéria Brasil, já citada nos casos de uso da resina, onde são desenvolvidos inúmeros materiais, sendo alguns deles utilizando a resina da mamona como componente para compósitos com fibras vegetais.

Bruno desenvolveu sua dissertação de mestrado “Desenvolvimento e caracterização de chapas de fibras de palmeira de pupunha (*Bactris Gasipaes*)”, em que trabalhou a fibra da pupunha junto com a resina da mamona, adquirindo experiência no manuseio desse material e na produção dessas chapas.

Algumas de suas recomendações referem-se à maneira de melhorar o material para tornar o resultado mais homogêneo e possibilitar sua aplicação em projetos. Um dos pontos importantes para a modificação de parâmetros de conformação de amostras é o aumento da força exercida para prensagem e cura do material. Para isso, foi necessário desenvolver um outro molde para suportar a força exercida e conformar as amostras. As paredes internas do molde tornaram-se muito mais profundas.

Outra sugestão do especialista foi a diminuição da proporção da quantidade de resina para a quantidade de fibra têxtil, que no compósito desenvolvido por ele de resina com fibra de pupunha essa proporção era 30% de resina e 70 % de fibra de pupunha.

O modo como a resina é aplicada na fibra também foi alterado. Até o momento a resina foi aplicada sobre da fibra já disposta no molde e sugeriu-se misturar a fibra na resina antes de ser distribuída no molde, para promover maior uniformidade da placa.

EXPERIMENTAÇÕES

Parte 2

Para iniciar essa segunda fase de experimentações, as dimensões das amostras foram estabelecidas de 200x200x6mm, para garantir a confecção de placas mais uniformes, passíveis de serem avaliadas. Com isso, menos quantidade de material foi utilizado e houve menor desperdício. A espessura escolhida foi baseada em padrões de produção já existentes no mercado, como por exemplo as chapas de MDF, possibilitando se aproveitar peças para acabamento já existentes.

Constantes

Após pequenos testes foram estabelecidas algumas constantes em relação ao desenvolvimento e preparo das amostras para que em seguida fossem trabalhados os aspectos visuais. Foram utilizados os seguintes parâmetros de conformação:

Tempo de prensagem

De acordo com o fabricante da resina, seu tempo de cura é de 180 minutos, o que foi respeitado para todos os testes.

Proporção de resina e fibra

Foram realizados alguns testes na proporção sugerida pelo especialista de 30% de resina e 70% de fibra, somente parte da fibra absorvia a resina totalmente enquanto a maioria da fibra continuava seca sem a resina. A mistura nesta proporção funcionou para a fibra de pupunha, mas não para a de resíduos têxteis.

Depois de pequenos testes a proporção mais adequada encontrada foi de 71,4% de resina e 28,6% de fibra em massa (g), com base na quantidade de fibra embebida antes da prensagem.

Essa proporção não resultou satisfatória. Parte da resina vazou no interior do molde dificultando o destacamento da peça.

No procedimento posterior, diminuiu-se a quantidade de resina na mistura. Utilizou-se 33,3% de fibra e 66,6% de resina (em g), equivalente à proporção de 1:2. Essa proporção de resina pra quantidade de fibra foi satisfatória, estabelecendo esse padrão para as placas seguintes.

A proporção de resina pra fibra no caso do compósito trabalhado, ficou muito maior do que a sugerida, pois as fibras têxteis têm menor densidade e parecem absorver muito o material, se comparada com a pupunha, precisando de uma quantidade maior para que todas as fibras fiquem embebidas e entrem em contato com a resina.

Processo de mistura de resina e fibra

Para o preparo do material realizou-se as seguintes ações:

1. Pesagem do componente A e do B (66,6%)
2. Pesagem sa fibra (33,3%)
3. Misturas dos componentes A e B da resina
4. Adição da fibra e mistura para homogeneização
5. Disposição da mistura no molde
6. Prensagem
7. Desenforme

Variantes

Após a obtenção de placas com distribuição homogênea de materiais e boa uniformidade dimensional, partiu-se para a busca de melhoria do aspecto visual da placa a partir de: utilização de outro desmoldante/ou material de molde, variação na coloração da fibra, criação de padrões visuais combinando-se cores diferentes e relevos na superfície.

Desmoldante

O desmoldante desempenha um papel muito importante para a confecção das amostras, influenciando no acabamento da peça e possibilitando a reutilização do molde inúmeras vezes.

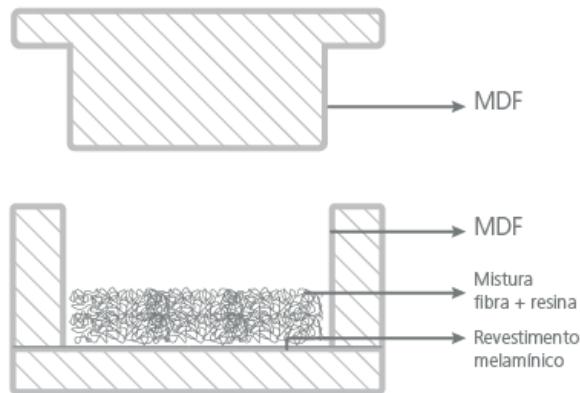
Inicialmente, foi utilizada a vaselina em parte, aplicada com pincel. Resultou em uma superfície ligeiramente fosca com fibras aparentes. A desmoldagem também não foi fácil.

A entrevista com o especialista foi fundamental para se chegar na superfície de polipropileno que não requer desmoldante e se destaca perfeitamente da resina de mamona.

Desmoldante: Vaseline

Para a produção das amostras foi feito um molde macho/fêmea com as dimensões de 200x200x6mm, sendo uma das partes com as paredes de MDF e o fundo de com revestimento melamínico e o contra molde feito com MDF.

Figura 65 - Representação de corte na vista frontal do molde



Fonte - Autora

O molde foi selado com 4 camadas de seladora para impermeabilização e lixado em seguida com lixa 600. Como desmoldante foi utilizada vaselina em todas as paredes do molde.

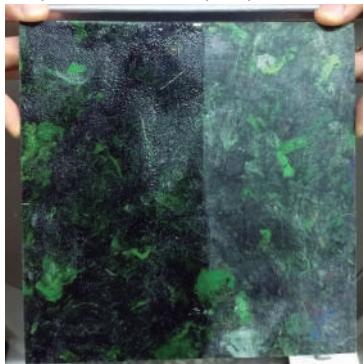
Por ser uma resina expansiva, os pequenos vãos entre o molde e o contra-molde foram preenchidos pela mesma e por isso a retirada do contra molde foi dificultada.

O uso de vaselina como desmoldante no molde de MDF com e sem revestimento melamínico não foi apropriado. Nota-se que a superfície do molde com revestimento ficou aderida na amostra.

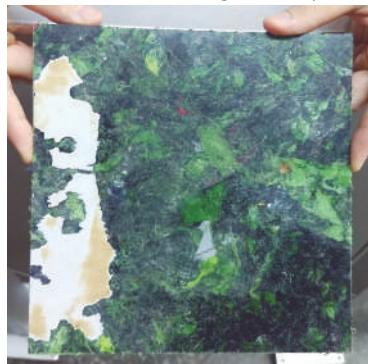
Com isso, concluiu-se também que somente o mdf com seladora e vaselina não funcionam como desmoldante para o material, pois adere à madeira, danificando o molde.

O molde utilizado nesse primeiro teste foi em parte descartado. O contra-molde foi reaproveitado para a confecção da próxima placa.

Figuras 66 e 67 - Amostra resultante do uso de vaselina como desmoldante, vê-se parte do revestimento melamínico aderido à peça e o restante da peça com acabamento fosco. A peça foi aproveitada também para posteriores testes de verniz, como mostra a figura da esquerda.



Fonte - Autora



Fonte - Autora

Algumas alterações no molde foram necessárias para a operação de prensagem, o molde foi refeito e suas paredes reforçadas com um compensado de madeira mais grossa de 5cm de espessura. O contra molde foi reaproveitado e foram adicionadas 2 madeiras laterais com a função de batente para o momento da prensagem, utilizados para delimitação da espessura das amostras. O fundo do molde também sofreu alteração, foi parafusado para ser removível na desmoldagem.

Figuras 68 e 69 - Molde e contra-molde após as alterações



Fonte - Autora



Fonte - Autora

Figura 70 - Detalhamento das paredes reforçadas do molde



Fonte - Autora

Figura 71 - Contra-molde posicionado no molde



Fonte - Autora

Figura 72 - Fundo do molde com parafusos, deixando-o removível durante a desmoldagem



Fonte - Autora

Figura 73 - Detalhamento dos batentes, também removíveis para facilitação durante a desmoldagem

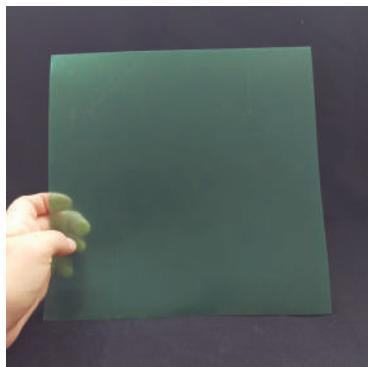


Fonte - Autora

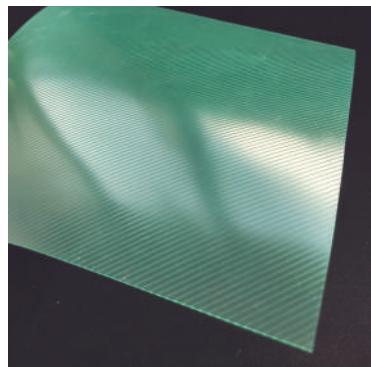
Desmoldante : polipropileno brilhante com texturas

Em seguida utilizaram-se superfícies de polipropileno (lençol) para forrar a cavidade do molde, fazendo o papel do desmoldante.

Figuras 74 e 75 - Polipropileno brilhante e texturizado utilizado com desmoldante



Fonte - Autora



Fonte - Autora

Ainda que o polipropileno esteja em contato com a maior superfície da amostra no momento da prensagem, foi necessário forrar o molde para conter vazamento e evitar o contato da resina com o MDF, nesse caso foram utilizados 2 folhas de polietileno para revestir o molde.

Figuras 76 e 77 - Molde preparado para receber mistura de fibra e resina

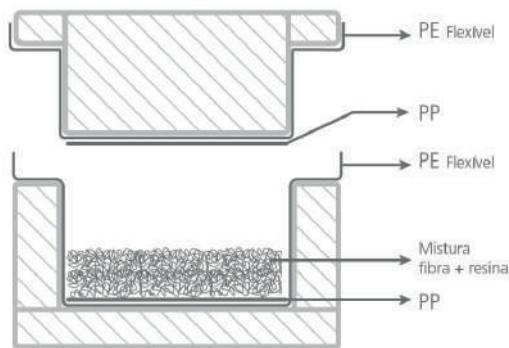


Fonte - Autora



Fonte - Autora

Figura 78 - Vista de perfil detalhando a preparação do molde para a prensagem das fibras



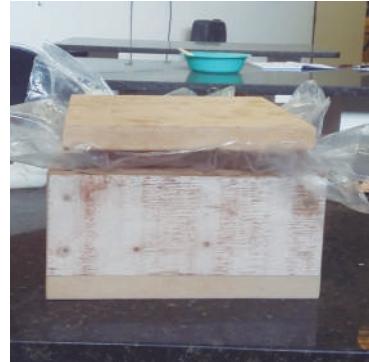
Fonte - Autora

Figura 79 - Fibras já embebidas em resina distribuídas no molde



Fonte - Autora

Figura 80 - Molde com conta-molde preparado para ser levado à prensa



Fonte - Autora

No momento da desmoldagem, foi necessário remover o fundo e os batentes como previsto e retirar a amostra pela parte inferior, empurrando o contra molde em direção ao fundo.

O uso do polipropileno como desmoldante foi satisfatório, a chapa se destacou facilmente da amostra, deixando uma superfície lisa e bem acabada e podendo ser reutilizada em outros testes. As folhas de polietileno utilizadas nas paredes do molde, rasgaram em alguns pontos no momento da desmoldagem, não podendo ser reaproveitadas, mas impediu o contato da resina com o mdf e consequentemente danos no molde.

A textura estriada e brilhante do lençol de PP foi reproduzida na amostra prensada, evidenciando o potencial de exploração de padrões de texturas presentes no molde.

Figura 81 - Amostra após a desmoldagem, ainda com rebarbas



Fonte - Autora

Figura 82 - Amostra após a retirada de rebarbas na serra



Fonte - Autora

Este teste foi muito mais satisfatório visualmente em relação ao primeiro, as fibras foram bem distribuídas gerando um padrão gráfico muito interessante, mesmo que de forma orgânica, com os pedaços de fibras em tons verdes mais claros e maiores se destacando em alguns pontos e em sua maior parte as fibras menores compondo o fundo da superfície.

Desmoldante : polipropileno fosco

Foi escolhido neste teste um polipropileno mais liso e fosco, para analisar a diferença causada pela textura do desmoldante na peça.

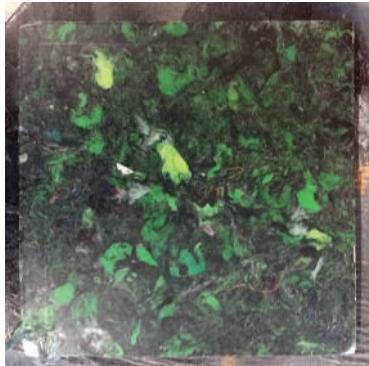
Da mesma maneira, a nova amostra reproduziu as características superficiais do lençol de polipropileno liso e fosco utilizado na prensagem. A superfície ficou com aspecto mais fechado e menos reflexivo.

Figura 83 - Lençol de polipropileno liso e fosco

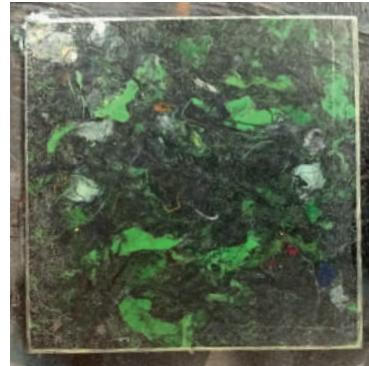


Fonte - Autora

Figuras 84 e 85 - Amostra resultante da utilização do polipropileno fosco e liso como desmoldante



Fonte - Autora



Fonte - Autora

Espessura

Com o objetivo de explorar as possibilidades de aplicação do material, sentiu-se a necessidade de produzir placas em uma espessura menor, para entender o comportamento das fibras durante a prensagem e também analisar se a rigidez das placas de 6mm se mantém em espessuras menores. Para a prensagem das amostra o molde teve que sofrer alguns ajustes de altura do batente.

Espessura: 1mm

A quantidade de fibra proporcional à espessura das outras placas, que seria de 20g, não ocupou totalmente o molde, por esse motivo foi utilizada uma quantidade mínima para esse teste de 35g de fibra, mantendo-se as quantidades de 33,3% de fibra para 66,6% de resina.

Figura 86 - Molde preparado com folhas de polietileno e lençol de polipropileno



Fonte - Autora

Figura 87 - Fibras embebidas em resina posicionadas no molde



Fonte - Autora

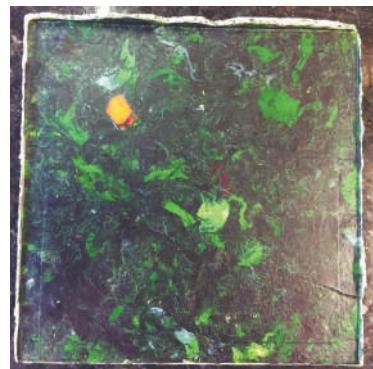
Quanto ao visual da placa não foram notadas muitas diferenças, mas as fibras não foram distribuídas igualmente, por esse motivo a rigidez da peça não foi homogênea, deixando alguns pontos bastante maleáveis.

Figura 88 - Vista de perspectiva da amostra ainda com pequenas rebarbas



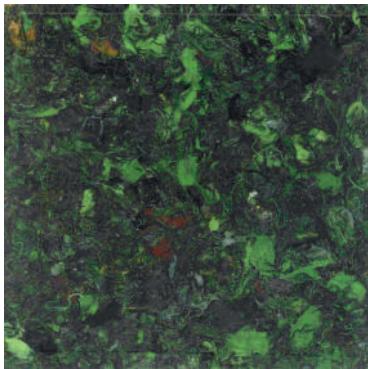
Fonte - Autora

Figura 89 - Vista frontal da amostra

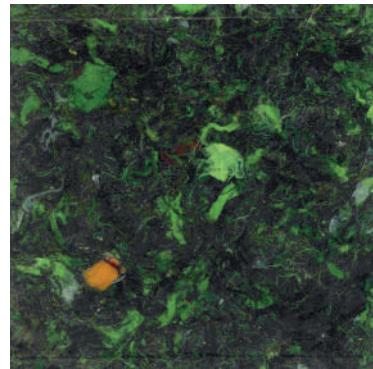


Fonte - Autora

Figura 90 e 91 - Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça

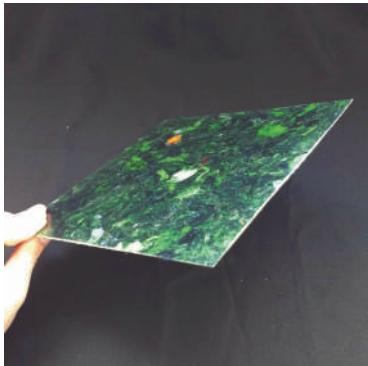


Fonte - Autora



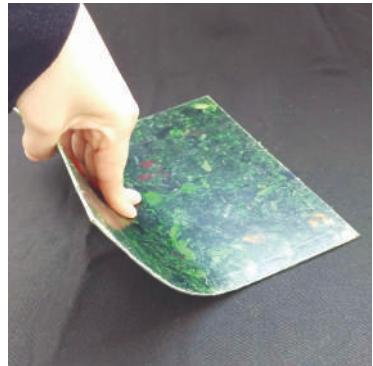
Fonte - Autora

Figura 92 - Vista perspectiva da amostra sem rebarbas evidenciando sua espessura



Fonte - Autora

Figura 93 - Demonstração da maleabilidade da amostra



Fonte - Autora

Espessura: 1mm

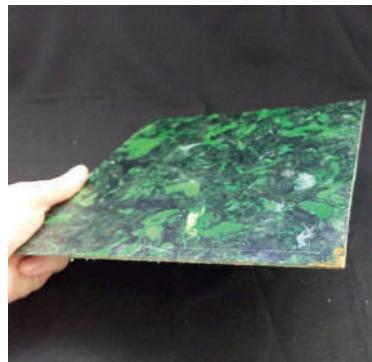
Analisando os resultados do teste anterior constatou-se que o material parecia não estar plenamente homogêneo, com algumas partes maleáveis. Sentiu-se a necessidade de adicionar mais fibras na composição da placa de 1mm. Foram utilizadas 50g de fibra de tecido e foi tomado um cuidado maior em relação à distribuição das fibras no molde, para que a rigidez da placa não ficasse comprometida.

Figura 94 - Fibras embebidas posicionadas no molde



Fonte - Autora

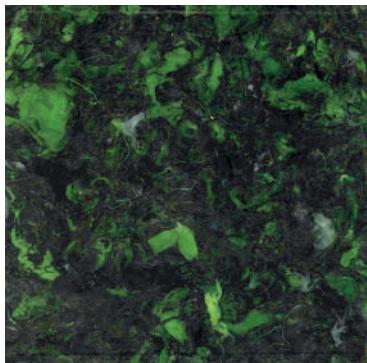
Figura 95 - Amostra resultante



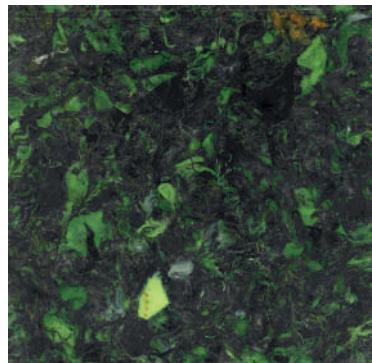
Fonte - Autora

O resultado foi satisfatório, a placa ficou mais rígida e mais uniforme.

Figura 96 e 97 - Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça



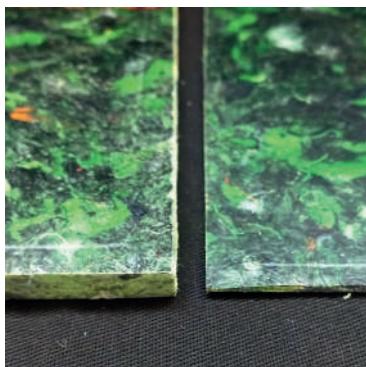
Fonte - Autora



Fonte - Autora

Em ambas as espessuras, 6 e 1mm, foram atingidos resultados satisfatórios quanto à proporção de resina e fibra, com características visuais muito semelhantes e passíveis de aplicação. A rigidez da placa de 1mm certamente não foi equivalente à placa de 6mm, mas o resultado alcançado atingiu às expectativas.

Figura 98 - Comparação das amostras de espessura 6mm e 1mm



Fonte - Autora

Colorações

Até o momento, a única fibra utilizada para confecção das placas foi a de coloração verde. Os seguintes testes foram desenvolvidos com a intenção de compreender o comportamento e o padrão visual formado por fibras de outras colorações.

Laranja

Após testes com a fibra de tons verdes, sentiu-se a necessidade de ver o resultado visual de uma placa feita somente com fibras na tonalidade laranja.

Figuras 99 e 100 - Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça



Fonte - Autora



Fonte - Autora

Figuras 101 - Amostra de 6mm desenvolvida com fibras laranjas



Fonte - Autora

Aproveitou-se para experimentar uma placa composta de fibras laranjas com a espessura de 1mm.

Figura 102 - Molde e contra molde preparados para a disposição das fibras



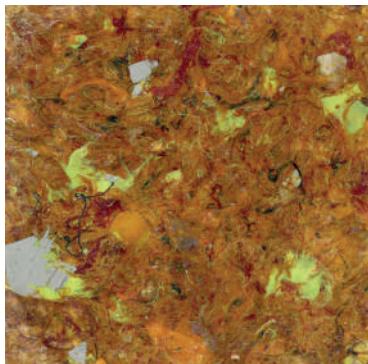
Fonte - Autora

Figura 103 - Molde com fibras embebidas distribuídas

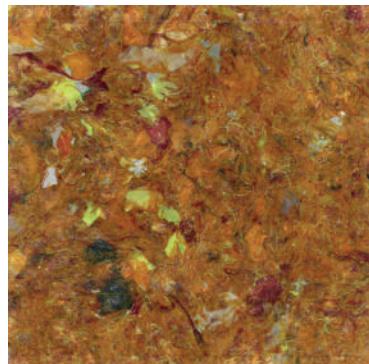


Fonte - Autora

Figuras 104 e 105 - Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça



Fonte - Autora



Fonte - Autora

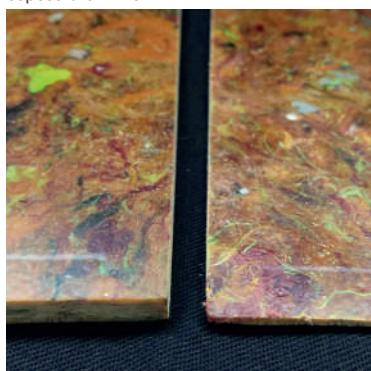
O resultado quanto às características visuais foi semelhante à placa de 6mm e a rigidez se demonstrou semelhante à placa de 1mm composta por 50g de fibras verdes.

Figura 106 - Amostra após desmoldagem e acabamentos



Fonte - Autora

Figura 107 - Comparação das amostras de espessura 6mm e 1mm



Fonte - Autora

Verde, Azul, Laranja

No decorrer dos testes, percebeu-se uma diferenciação de tom entre o conjunto de fibras verdes, tentou-se então fazer essa separação entre tons bem escuros azulados e os tons mais claros em mesclas de verdes. Denominou-se as fibras de coloração mais escura como escuro azulado.

Figura 108 - Fibras separadas em tons verdes e escuro azuladas



Fonte - Autora

Figura 109 - Fibras utilizadas no teste (40g de cada cor)



Fonte - Autora

Nessa amostra foram utilizadas quantidades iguais de cada cor de fibra nas colorações laranja, verde e escuro azulado e feitas 3 receitas de resina em recipientes separados.

A resina bicomponente foi primeiro misturada em 3 recipientes separados e em seguida foram misturadas as fibras coloridas em cada um dos potes. Com as 3 tonalidades de fibra embebidas em resina, foram dispostas no molde primeiro a fibra laranja, em seguida a verde e por último a escura azulada, tentando seguir faixas verticais para cada cor.

Figura 110 - Fibras dispostas no molde em faixas verticais



Fonte - Autora

Figura 111 - Molde posicionado na prensa



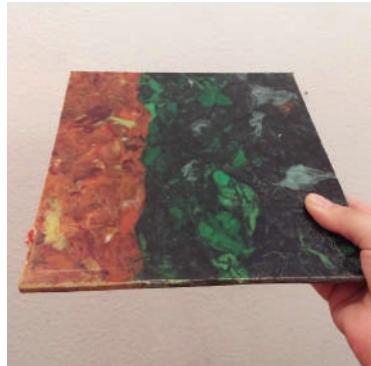
Fonte - Autora

Figura 112 - Amostra após prensagem e desmoldagem ainda com rebarbas



Fonte - Autora

Figura 113 - Amostra após retirada de rebarbas



Fonte - Autora

Após a realização dos testes com as diferentes colorações, foi possível compreender o comportamentos das mesmas combinadas com a resina. Todas elas ficaram muito mais escuras do que antes da cura, mas na cor laranja foi mais perceptível, por ser uma tonalidade mais clara, mas ainda assim permanecendo com o aspecto visual muito interessante.

Todas as colorações de fibras demonstraram se comportar da mesma maneira em contato com a resina, cada uma com características visuais e personalidades muito interessantes. Feitos esses testes expandiram-se as opções de aplicação e possíveis composições visuais.

Padrões Visuais

Até o momento foi analisado o comportamento da fibra têxtil com a resina de mamona e estabelecido um padrão de produção do material em relação à proporção de fibras e resina e à sua espessura, e também possibilitou a percepção do potencial expressivo contido no desenho na superfície formada por essas fibras e a consequente necessidade de explorar essa característica para uma possível aplicação e padronização na produção de placas.

Com isso, pretende-se explorar esse potencial por meio da criação de módulos com padrões gráficos, e com eles simular diferentes composições visuais, como explicado no livro ‘Design de superfície’ de Renata Oliveira,

“O significado da palavra módulo indica o objetivo deste em ajustar-se e reunir-se a outras unidades análogas de modo a formar um todo homogêneo e funcional. O módulo detém em sua constituição genuína a carga informational mínima do conteúdo expressivo (motivos) e também detém em si os limites geométricos, a dimensão, a organização e a estrutura em relação à superfície.”

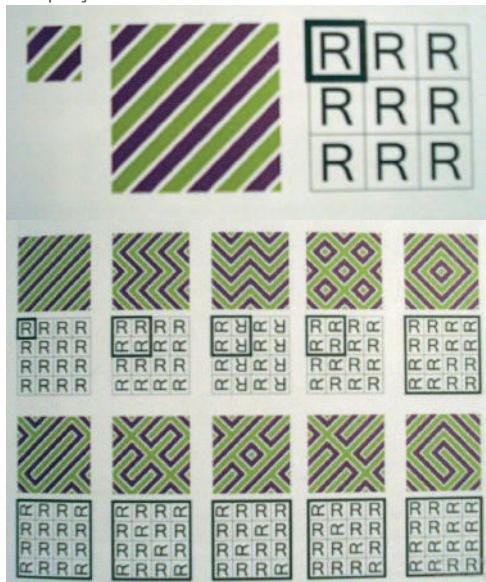
Tendo os padrões disponíveis para exploração, pretende-se trabalhar com esses módulos digitalmente por meio da repetição e estudar seus efeitos quando variados na vertical, horizontal e espelhados. Esta experimentação tem como objetivo entender qual resultado estético funciona melhor com esse material e apresentar um diferencial para aplicação. Renata Oliveira explica a importância de trabalharmos com esses módulos e estudar suas repetições:

“A busca por ritmo através dos padrões de repetição, aliada à versatilidade modular de aplicação, é, além de um recurso técnico, devido às questões práticas e técnicas, um recurso criativo de expressão.”

Os módulos com padrões visuais criados nos seguintes testes foram compostos por duas (2) ou mais cores de fibras, nas dimensões 200x200x6mm, criando desenhos que exploram tanto características mais geométricas quanto mais orgânicas.

Para estudar as possibilidades de reprodução, utilizou-se no sistema de repetição de Evelise Rutschiling apresentados no texto ‘Estamparia: Rapport, módulo e grid’ de BONIFÁCIO (2013).

Figura 114 - Módulo utilizado para aplicação dos padrões de repetição detalhados.



Fonte - RUTSCHILING (2009)

Evelise apresenta 10 variações de repetição, no entanto foram escolhidos 6 padrões que se mostraram mais pertinentes para aplicação dos módulos desenvolvidos, indicados abaixo. Somados à essas repetições pré estabelecidas, apresentou-se 1 variação com espelhamento e 1 variação de experimentação livre, totalizando 8 padrões de repetição para cada módulo.



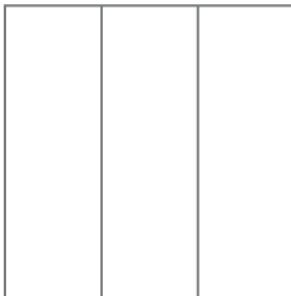
Fonte - RUTSCHILING (2009)

Foram estabelecidas as seguintes etapas para o estudo dos padrões de repetição aplicados às placas:

1. Cria-se um padrão para prensagem da amostra
2. Escaneamento da superfície da amostra
3. Simulação de operações de simetria para geração de superfícies contínuas, utilizando o programa Illustrator.

padrão 1

Figura 115 - Padrão 3 faixas lineares



Fonte - Autora

O primeiro padrão foi apresentado no item anterior como um experimento de cor, mas contribuiu também para os primeiros estudos de padrões de repetição.

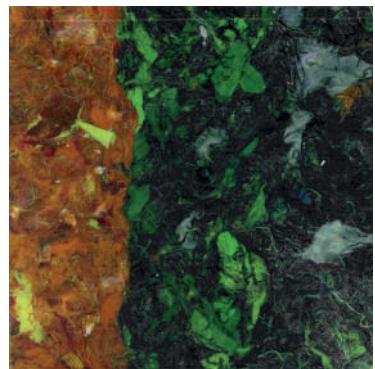
O padrão formado pela disposição das fibras não foi muito satisfatório por ser muito geométrico e o comportamento das fibras ser muito orgânico no momento da prensagem, comprometendo o desenho pensado a princípio.

A disposição das colorações das fibras também não foi a melhor forma de posicioná-las, a diferença de tom entre a fibra escuro azulada e a verde foi muito sutil, o que prejudica o efeito visual resultante.

Figuras 116 e 117 - Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça



Fonte - Autora



Fonte - Autora

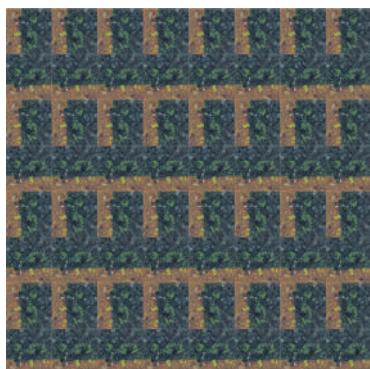
Aplicação dos padrões de repetição:

Figura 118 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 1



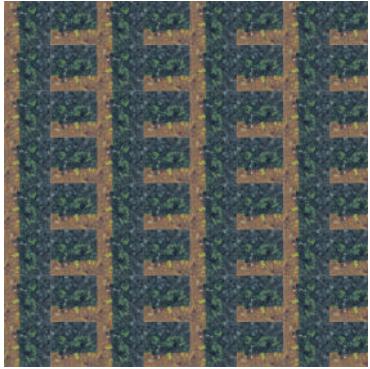
Fonte - Autora

Figura 119 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 2



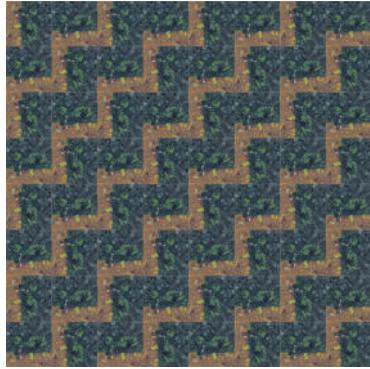
Fonte - Autora

Figura 120 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 3



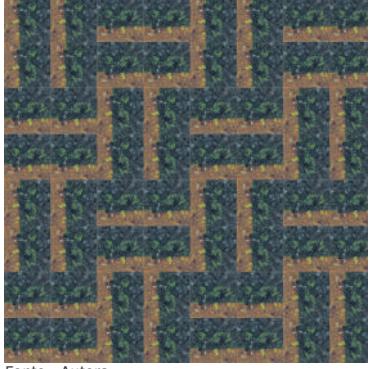
Fonte - Autora

Figura 121 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 4



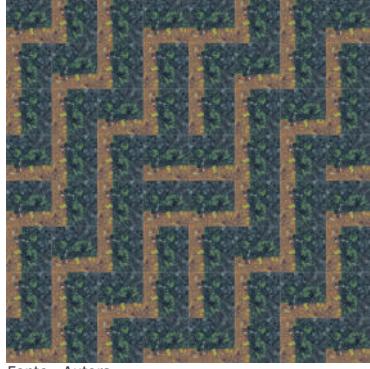
Fonte - Autora

Figura 122 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 5



Fonte - Autora

Figura 123 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 6



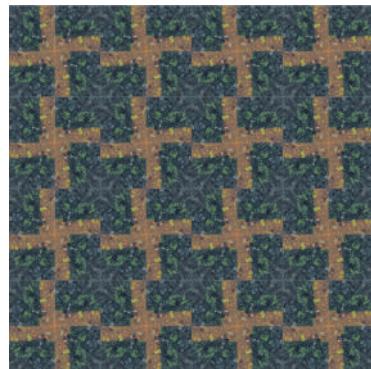
Fonte - Autora

Figura 124 - Módulo aplicado ao padrão de repetição com espelhamento



Fonte - Autora

Figura 125 - Experimentação livre com o módulo

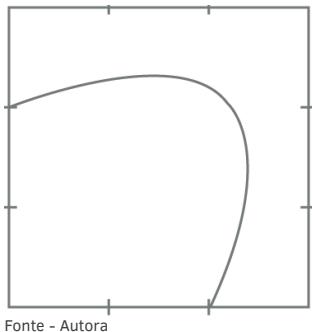


Fonte - Autora

Apesar do padrão muito geométrico, as composições visuais geradas foram muito interessantes e bem diversas. A experimentação foi proveitosa no sentido de entender quais padrões podem oferecer maior número de possibilidades de reprodução quando colocadas lado a lado, como formas mais orgânicas e desenhos menos definidos.

padrão 2

Figura 126 - Padrão semi oval



Fonte - Autora

Após estudos de repetição com o padrão da placa anterior, ficou mais claro que formas mais orgânicas funcionam melhor com esse tipo de material e o encaixe entre as placas também deve ser levado em conta na hora de pensar esse padrão. Nesse teste, optou-se por utilizar somente as fibras de coloração laranja e verde.

Figura 127 - Fibras desfibradas verde e laranja utilizadas na confecção da placa



Fonte - Autora

Figura 128 - Fibras embebidas dispostas no molde



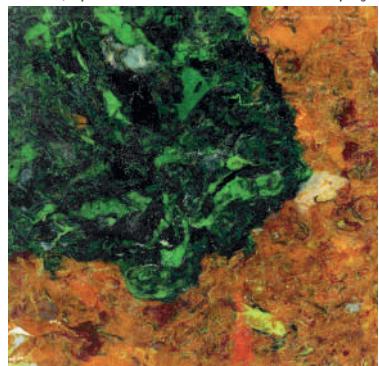
Fonte - Autora

As colorações dessa placa ficaram muito mais evidentes, o que pode ser mais proveitoso para os estudos de repetição do padrão. A intenção era a disposição da fibra verde em 2/3 da lateral do quadrado para que se conectem por meio da cor quando colocadas lado a lado .

Figuras 129 e 130 - Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça



Fonte - Autora



Fonte - Autora

Aplicação dos padrões de repetição

Figura 131 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 1



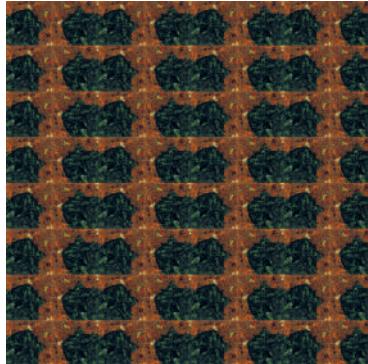
Fonte - Autora

Figura 132 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 2



Fonte - Autora

Figura 133 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 3



Fonte - Autora

Figura 134 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 4



Fonte - Autora

Figura 135 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 5



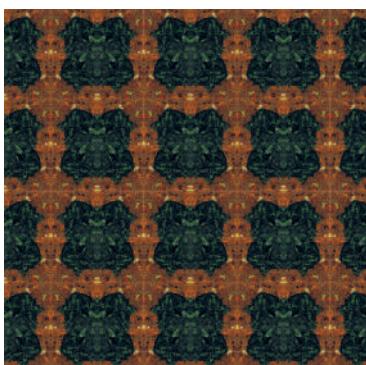
Fonte - Autora

Figura 136 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 6



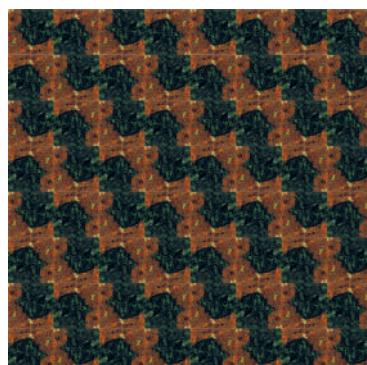
Fonte - Autora

Figura 137 - Módulo aplicado ao padrão de repetição com espelhamento



Fonte - Autora

Figura 138 - Experimentação livre com o módulo

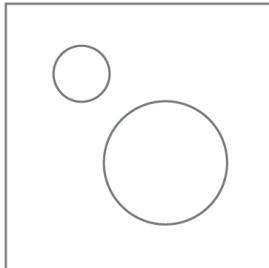


Fonte - Autora

A aplicação dos padrões de repetição propostos por Evelise criaram resultados visuais bem semelhantes entre si. Os resultados mais interessantes encontrados para aplicação foram os de espelhamento e o de experimentação livre.

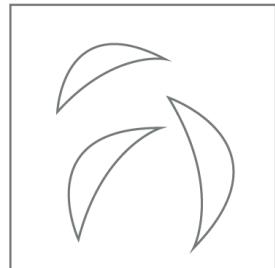
padrão 3

Figura 139 - Padrão círculos centrais



Fonte - Autora

Figura 140 - Padrão fragmentos centrais azulados



Fonte - Autora

Pensando na utilização dessas placas apenas como estudo de padrões, definiu-se o uso de uma mesma placa para experimentar 2 padrões ao mesmo tempo, um de cada lado da placa. No momento de dispor as fibras no molde primeiro é posicionada uma primeira camada com o primeiro padrão e em seguida uma segunda camada com outro padrão. Quando prensada, de um dos lados tem-se um desenho e do outro, outro desenho.

Nesse padrão a intenção foi testar o aspecto visual da repetição quando não existe um ponto de contato entre uma placa e outra com fibras de uma mesma cor, dessa forma as fibras foram dispostas de forma que a placa tenha uma cor padrão como base (laranja) e apenas alguns detalhes no centro. De um lado foi utilizada a fibra verde e do outro a fibra escura azulada.

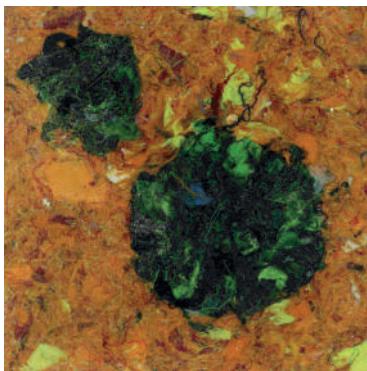
As fibras verdes foram posicionadas para formar 2 circunferências e as fibras escuras azuladas foram dispostas de forma mais livre sem uma forma determinada.

Figura 141 - Fibras dispostas no molde formando os padrões pensados



Fonte - Autora

Figuras 142 e 143 - Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça



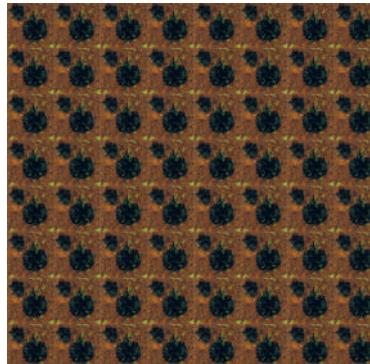
Fonte - Autora



Fonte - Autora

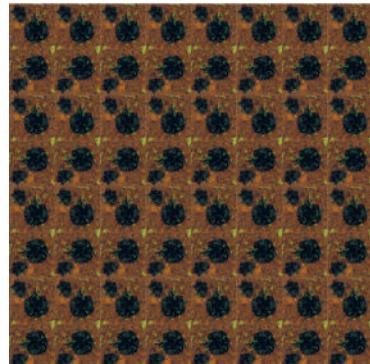
Aplicação dos padrões de repetição - Lado 1

Figura 144 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 1



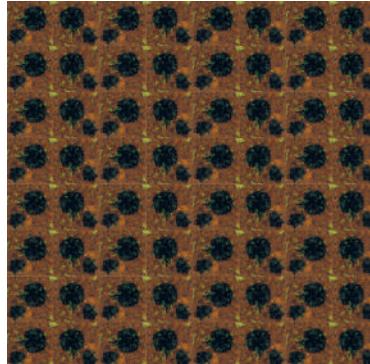
Fonte - Autora

Figura 145 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 2



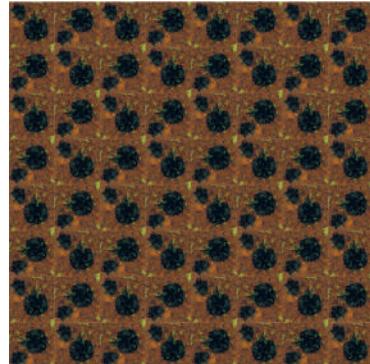
Fonte - Autora

Figura 146 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 3



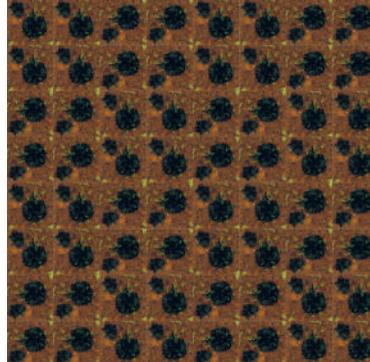
Fonte - Autora

Figura 147 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 4



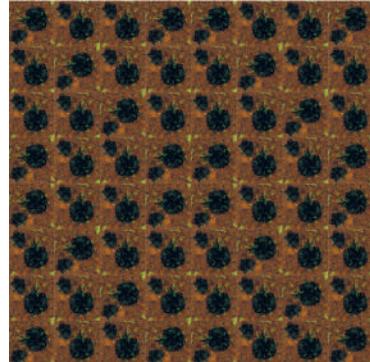
Fonte - Autora

Figura 148 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 5



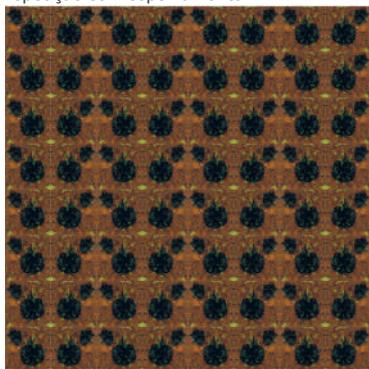
Fonte - Autora

Figura 149 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 6



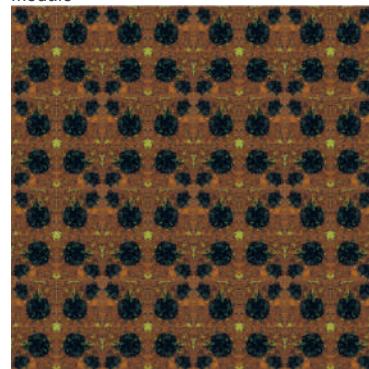
Fonte - Autora

Figura 150- Módulo aplicado ao padrão de repetição com espelhamento



Fonte - Autora

Figura 151 – Experimentação livre com o módulo



Fonte - Autora

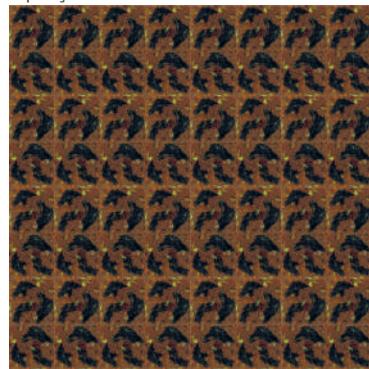
Aplicação dos padrões de repetição - Lado 2

Figura 152 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 1



Fonte - Autora

Figura 153 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 2



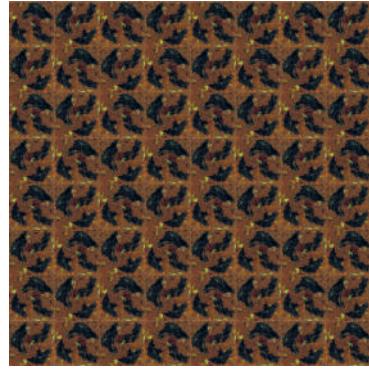
Fonte - Autora

Figura 154 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 3



Fonte - Autora

Figura 155 - EMódulo aplicado ao padrão de repetição 4



Fonte - Autora

Figura 156 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 5



Fonte - Autora

Figura 157 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 6



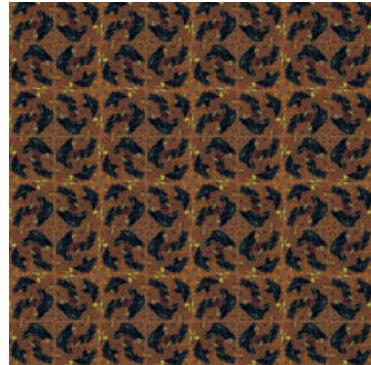
Fonte - Autora

Figura 158 - Módulo aplicado ao padrão de repetição com espelhamento



Fonte - Autora

Figura 159 - Experimentação livre com o módulo



Fonte - Autora

Os padrões criados nessas placas não ofereceram muitas variações na composição visual geral dos estudos de repetição, mas esta característica possibilita a disposição randômica pelo fato de não terem um elemento de contato entre uma placa e outra, o que pode ser considerado positivo dependendo da aplicação desejada.

padrão 4

Figura 160 - Padrão faixa lateral

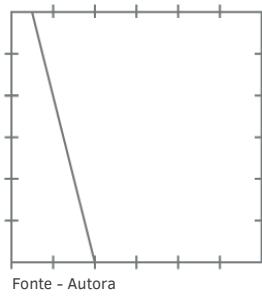
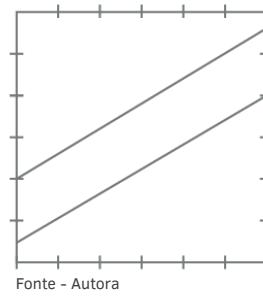


Figura 161 - Padrão faixa transversal



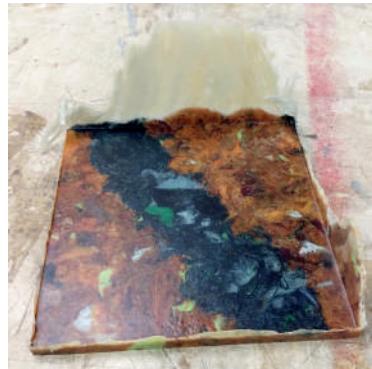
Optou-se por criar mais padrões que se conectam por meio da cor quando dispostas lado a lado, por apresentarem maior variação de composição visual quando simulados os padrões de repetição.

Figura 162 - Fibras embebidas dispostas no molde formando o padrão desejada peça



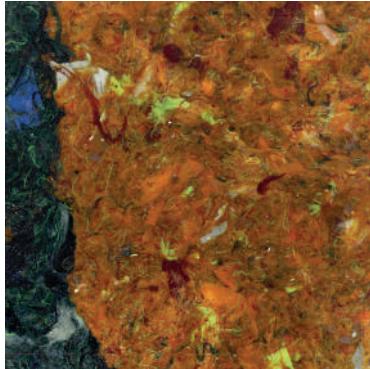
Fonte - Autora

Figura 163 - Amostra retirada do molde ainda com rebarbas

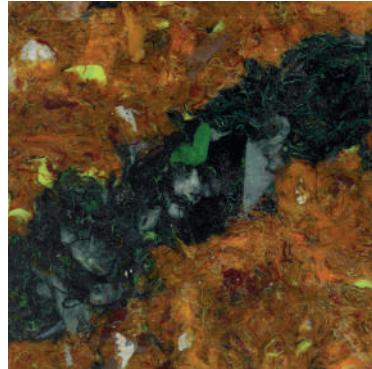


Fonte - Autora

Figuras 164 e 165 - Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça



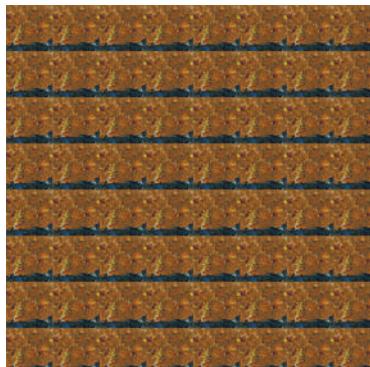
Fonte - Autora



Fonte - Autora

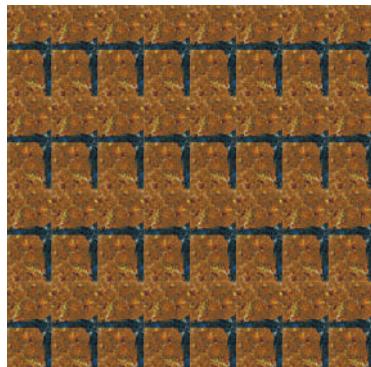
Aplicação dos padrões de repetição - Lado 1

Figura 166 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 1



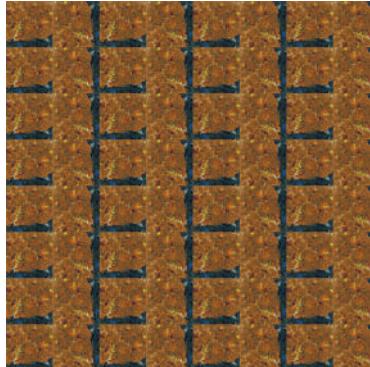
Fonte - Autora

Figura 167 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 2



Fonte - Autora

Figura 168 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 3



Fonte - Autora

Figura 169 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 4



Fonte - Autora

Figura 170 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 5



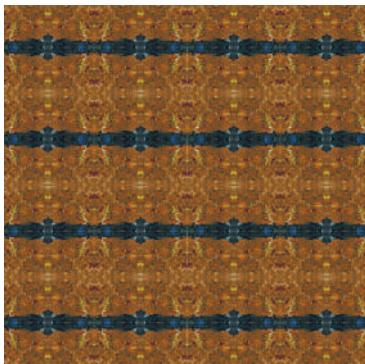
Fonte - Autora

Figura 171 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 6



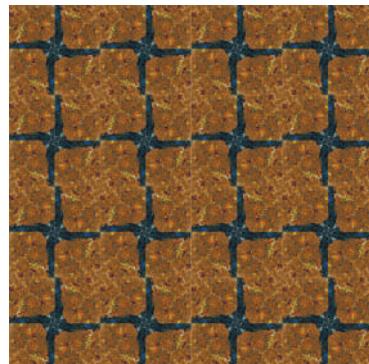
Fonte - Autora

Figura 172 - Módulo aplicado ao padrão de repetição com espelhamento



Fonte - Autora

Figura 173 - Experimentação livre com o módulo

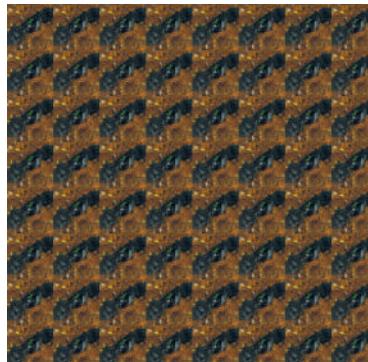


Fonte - Autora

Este padrão possibilita muitas variações de composição, se assemelhando aos resultados gerados na repetição do Padrão 1, onde a mancha vertical na lateral da placa se destaca do resto.

Aplicação dos padrões de repetição - Lado 2

Figura 174 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 1



Fonte - Autora

Figura 175 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 2



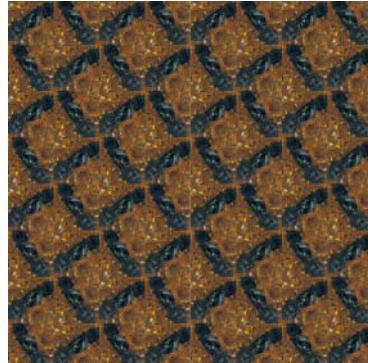
Fonte - Autora

Figura 176 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 3



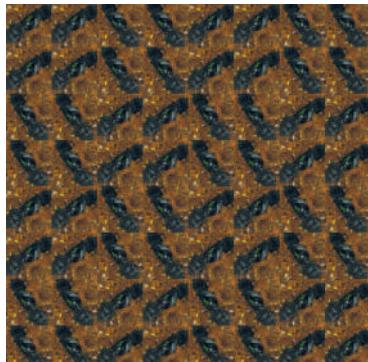
Fonte - Autora

Figura 177 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 4



Fonte - Autora

Figura 178 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 5



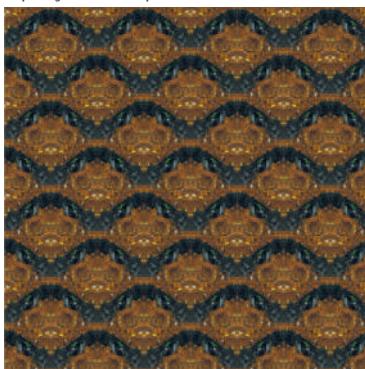
Fonte - Autora

Figura 179 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 6



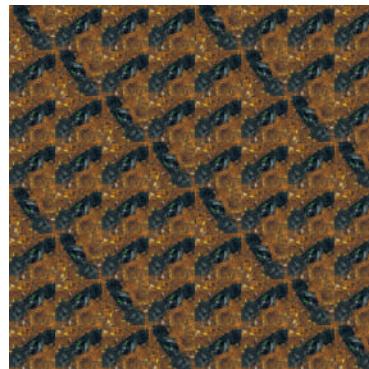
Fonte - Autora

Figura 180 - Módulo aplicado ao padrão de repetição com espelhamento



Fonte - Autora

Figura 181 - Experimentação livre com o módulo

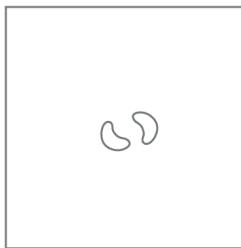


Fonte - Autora

A conexões criadas por meio da faixa escura azulada de uma placa para a outra formaram manchas gráficas muito interessantes, com destaque para a repetição 7 (formada por espelhamento), criando uma continuidade no conjunto com muito ritmo e coerência.

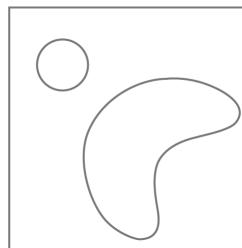
padrão 5

Figura 182 - Padrão laranja central pequeno



Fonte - Autora

Figura 183 - Padrão laranja central grande



Fonte - Autora

Os padrões criados até o momento foram a maioria feitos com a predominância da fibra laranja e por esse motivo sentiu-se a necessidade de realizar um teste com a predominância de cores mais escuras, para posterior estudo de composição com as outras placas.

Figura 184 - Fibras embebidas dispostas no molde formando o padrão desejado



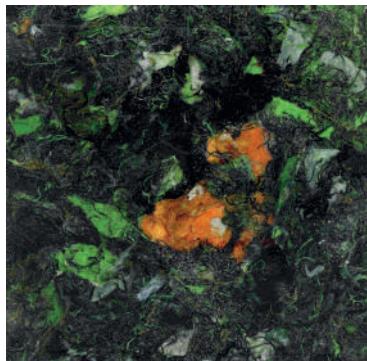
Fonte - Autora

Figura 185 - Amostra retirada do molde ainda com rebarbas

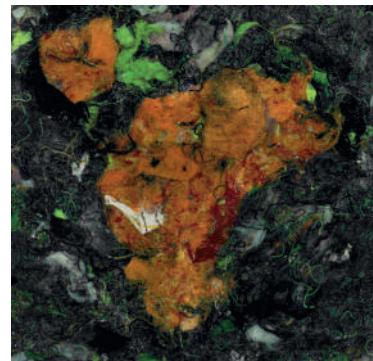


Fonte - Autora

Figuras 186 e 187 - Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça



Fonte - Autora



Fonte - Autora

Aplicação dos padrões de repetição - Lado 1

Figura 188 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 1



Fonte - Autora

Figura 189 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 2



Fonte - Autora

Figura 190 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 3



Fonte - Autora

Figura 191 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 4



Fonte - Autora

Figura 192 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 5



Fonte - Autora

Figura 194 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 6



Fonte - Autora

Figura 195 - Módulo aplicado ao padrão de repetição com espelhamento



Fonte - Autora

Figura 196 - Experimentação livre com o módulo



Fonte - Autora

Aplicação dos padrões de repetição - Lado 2

Figura 197 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 1



Fonte - Autora

Figura 198 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 2



Fonte - Autora

Figura 199 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 3



Fonte - Autora

Figura 200 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 4



Fonte - Autora

Figura 201 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 5



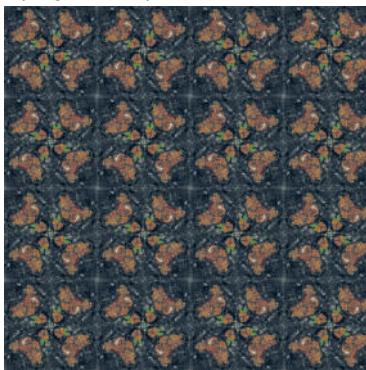
Fonte - Autora

Figura 202 - Módulo aplicado ao padrão de repetição 6



Fonte - Autora

Figura 203 - Módulo aplicado ao padrão de repetição com espelhamento



Fonte - Autora

Figura 204 - Experimentação livre com o módulo



Fonte - Autora

Análise dos resultados de aplicação dos padrões de repetição

Com a criação dos padrões seguida de simulação dos estudos de repetição, surgiram muitas possibilidade de variação e de resultado de suas aplicações. Dependendo da quantidade de tonalidades de fibra disponíveis, é possível criar infinitos padrões direcionados às suas aplicações.

Os padrões nos quais não existem elementos permeando as arestas da placa se mostram disponíveis para criações mais livres e repetições randômicas, ainda assim criando resultados pertinentes. Já os padrões que trabalham com cores extravasando as arestas, exigem um maior cuidado para que a combinação resultante seja mais coerente quando vista como um todo.

Relevos

Até ao momento, foram feitos testes apenas na forma de chapas, de 6 e 1mm, o que foi de certa forma influenciada pela venda de polipropileno nesse formato e por isso a fácil confecção das placas de compósito.

Surgiu o interesse em testar esse material com relevo em sua superfície. Para que isso fosse possível, foi necessário que relevo se apresentasse no molde. Para isso, utilizou-se uma chapa de PP de 5mm de espessura, usinada com o relevo desejado, garantindo assim a reprodução do relevo e destacamento da amostra.

O desenho do relevo foi feito em software 3D e usinada na fressadora CNC de 3 eixos. A profundidade máxima do relevo foi de 2mm para não fragilizar a placa.

Figura 205 - Placa de PP sendo usinada



Fonte - Autora

Figura 206 - Placa usinada com relevo



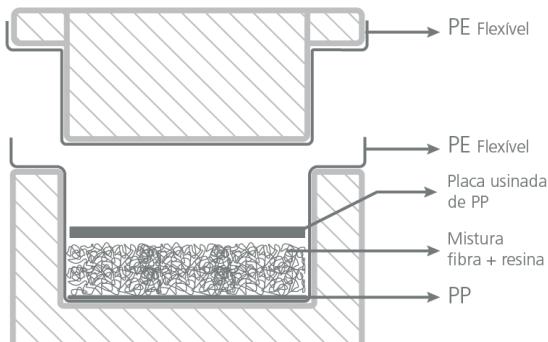
Fonte - Autora

A placa de polipropileno usinada foi utilizada para o seguinte teste.

relevo 1

O processo de preparação do molde foi semelhante aos testes anteriores, mas nesse caso a placa usinada de PP foi posicionada por cima das fibras já colocadas no molde, como na imagem abaixo.

Figura 207 - Representação da vista de corte frontal do molde, destacando o posicionamento da placa de PP sobre as fibras



Fonte - Autora

Figura 208 - Fibras dispostas no molde



Fonte - Autora

Figura 209 - Placa de polipropileno posicionada sobre as fibras



Fonte - Autora

O padrão do relevo foi perfeitamente transferido para a placa de fibra com resina durante a prensagem, evidenciando os detalhes sutis das ranhuras e acabamento superficial. Para que a amostra tenha um acabamento liso, é preciso lixar a placa de polipropileno antes de colocá-la no molde.

Figura 210 - Vista mais próxima da placa de PP usinada.



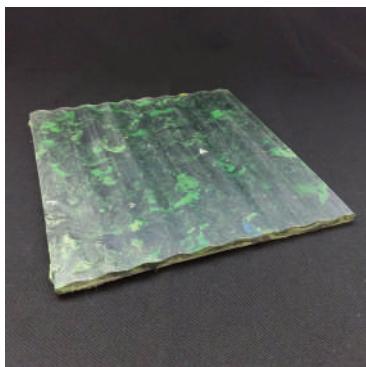
Fonte - Autora

Figura 211 - Peça logo após ser retirada do molde



Fonte - Autora

Figura 212 - Peça desmoldada sem as rebarbas



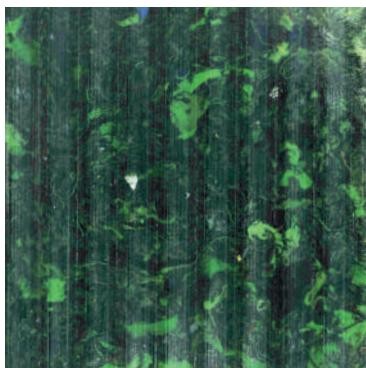
Fonte - Autora

Figura 213 - Vista mais próxima da placa, evidenciando as ranhuras reproduzidas pela placa de PP



Fonte - Autora

Figuras 214 e 215 - Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça



Fonte - Autora

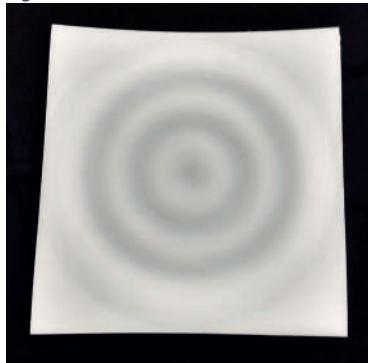


Fonte - Autora

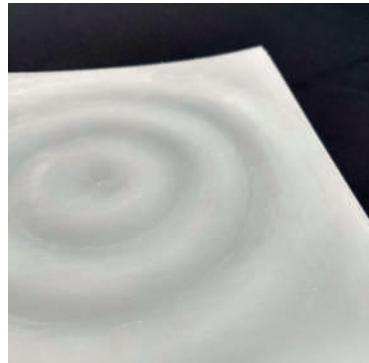
relevo 2

O teste anterior foi feito com um padrão geométrico com linhas retas bem definidas, por esse motivo nesse teste foi escolhido um padrão curvilíneo para ser usinado, com o intuito de analisar como a superfície da placa se comporta com mudanças de relevo menos acen-tuadas.

Figuras 216 e 217 - Placa usinada com Relevo 2



Fonte - Autora



Fonte - Autora

A placa de PP foi usinada como no teste 10 e posicionada no molde da mesma forma.

Figura 218 - Fibras dispostas no molde



Fonte - Autora

Figura 219- Placa de polipropileno posicio-nada sobre as fibras



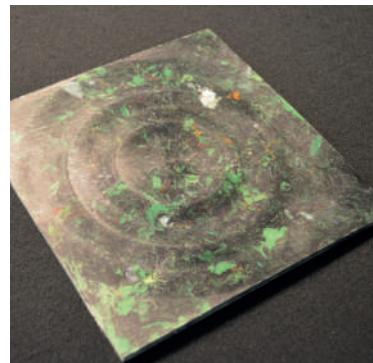
Fonte - Autora

Figura 220 - Placa de PP e compósito prensado após a desmoldagem



Fonte - Autora

Figura 221 - Placa prensada com relevo 2 após desmoldade e sem rebarbas

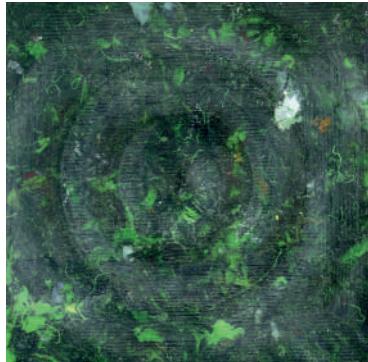


Fonte - Autora

O efeito visual proporcionado pelo relevo dessa placa foi mais satisfatório que o relevo anterior, por conter mudanças mais sutis de altura e pelo efeito causado pela luz incidente na placa.

Ainda que esse relevo seja perceptível, é complexo trabalhar com relevo nesse material pois o desenho criado pelas fibras na superfície tem muitas variações de tons claros e escuros, o que pode causar certa confusão na percepção dos relevos, deixando-os imperceptíveis.

Figuras 222 e 223 - Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça



Fonte - Autora

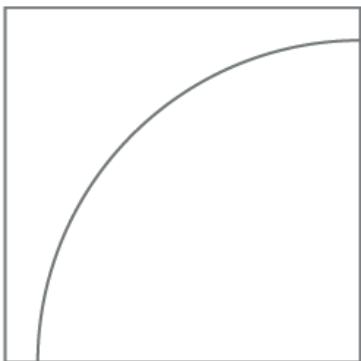


Fonte - Autora

relevo 3

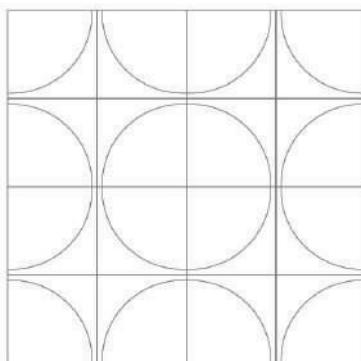
Da mesma maneira que foram realizados estudos de operações de simetria para os padrões gráficos, criou-se um relevo com o intuito de aplicação de repetições. O relevo desenvolvido foi pensado para a criação de uma circunferência quando colocadas lado a lado, mas por ser um relevo muito sutil e a superfície conter muitas variações de tons claros e escuros, o relevo prensado ficou imperceptível.

Figura 224 - Representação do desenho a ser prensado no módulo



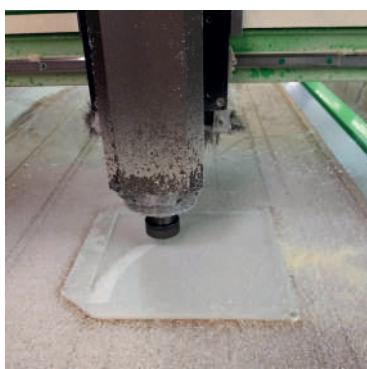
Fonte - Autora

Figura 225 - Composição formada pelo módulo aplicando padrões de repetição



Fonte - Autora

Figura 226 - Usinagem da placa de PP



Fonte - Autora

Figura 227 - Placa de PP após usinagem, pronta para a prensagem



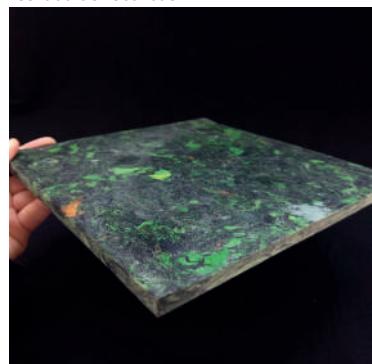
Fonte - Autora

Figura 228 - Amostra retirada do molde, ainda com rebarbas e com a placa de PP



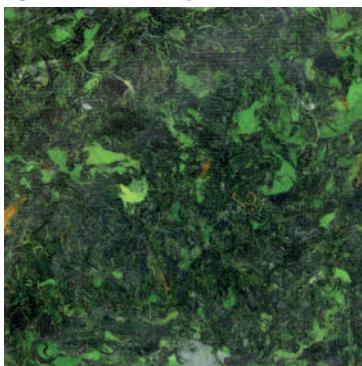
Fonte - Autora

Figura 229 - Amostra após desmoldagem e retirada de rebarbas

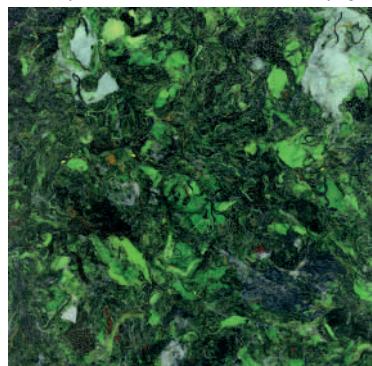


Fonte - Autora

Figuras 230 e 231 – Superfícies escaneadas da amostra, apresentando ambos os lados da peça



Fonte - Autora



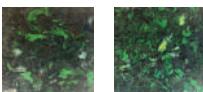
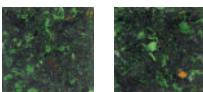
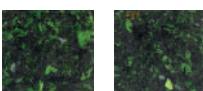
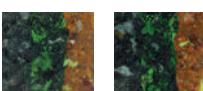
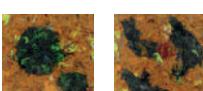
Fonte - Autora

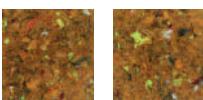
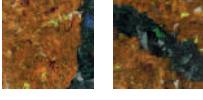
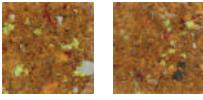
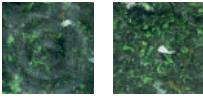
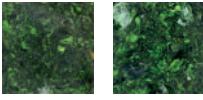
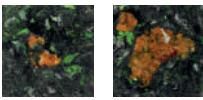
O compósito reproduziu fielmente os relevos usinados nas placas de polipropileno, o que abre uma enorme gama de possibilidades para o desenvolvimento de relevos na superfície do material.

Para sucesso na percepção dos relevos nas placas, percebeu-se a necessidade de maiores diferenças de profundidade nos relevos prensados. Por conta das variações de tonalidades presentes na superfície do material que dificultam a distinção entre relevo e superfície, relevos com profundidades muito sutis se mostram imperceptíveis.

Em relação às placas de polipropileno, sentiu-se a necessidade de melhor acabamento, podendo ser por meio da mudança de fresa e programação de usinagem com maior precisão ou com lixas após a usinagem.

Tabela comparativa das amostras produzidas nas experimentações (parte 2)

Amostra	Desmoldante	Dimensões (em mm)	Quantidade de fibra	Quantidade de resina	Peso
	Vaselina e laminado melamínico	200x200x6	100g - verde	250g	224g
	Polipropileno com textura e brilhante	200x200x6	150g - verde	300g	324g
	Polipropileno liso e fosco	200x200x6	120g - verde	240g	311g
	Polipropileno liso e fosco	200x200x1	35g - verde	70g	71g
	Polipropileno liso e fosco	200x200x1	50g - verde	100g	93g
	Polipropileno liso e fosco	200x200x6	40g - verde 40g - laranja 40g - azulado	240g	266g
	Polipropileno liso e fosco	200x200x6	60g - verde 60g - laranja	240g	290g
	Polipropileno liso e fosco	200x200x6	30g - verde 60g - laranja 30g - azulado	240g	286g

Amostra	Desmoldante	Dimensões (em mm)	Quantidade de fibra	Quantidade de resina	Peso
	Polipropileno liso e fosco	200x200x6	120g - laranja	240g	285g
	polipropileno liso e fosco de um lado e com relevo do outro	200x200x6	120g - verde	240g	324g
	Polipropileno liso e fosco	200x200x6	100g - laranja 20g - azulado	240g	263g
	polipropileno liso e fosco de um lado e liso e brilhante do outro	200x200x1	50g - laranja	100g	92g
	polipropileno liso e fosco de um lado e com relevo do outro	200x200x6	120g - verde	240g	247g
	polipropileno liso e fosco de um lado e com relevo do outro	200x200x6	120g - verde	240g	295g
	polipropileno liso e fosco de um lado e liso e brilhante do outro	200x200x6	100g - azulado 20g - laranja	240g	281g

ACABAMENTOS

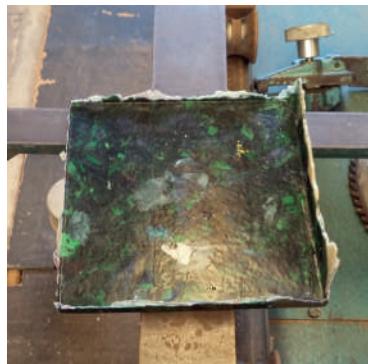
Quando retiradas do molde, as amostras contém rebarbas de resina e fibra que necessitam ser retiradas e em seguida receber acabamento.

Cortes

O material das placas pode ser facilmente passado na serra circular ou na serra de fita, o que resulta em colorações mais claras nas laterais da placa. Para um acabamento mais preciso, é possível também utilizar uma topia nas quinas da placa.

Para ambos os cortes, é necessário posterior acabamento com lixa para retirar as fibras aparentes.

Figura 232 - Amostra com rebarbas



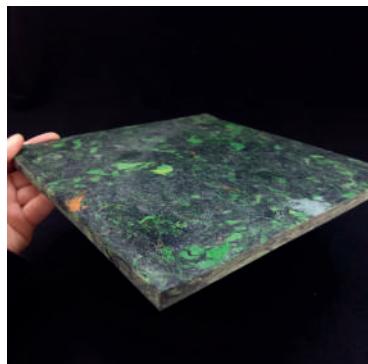
Fonte - Autora

Figura 233 - Corte na serra circular



Fonte - Autora

Figura 234 - Amostra sem rebarbas por corte na serra circular



Fonte - Autora

Figura 235 - Acabamento da amostra com tupia



Fonte - Autora

Usinagem

Alguns testes de usinagem foram feitos em amostras a fim de verificar possibilidades de criação de acabamentos de borda, cortes e rebaixos.

Figura 236 - Usinagem da amostra



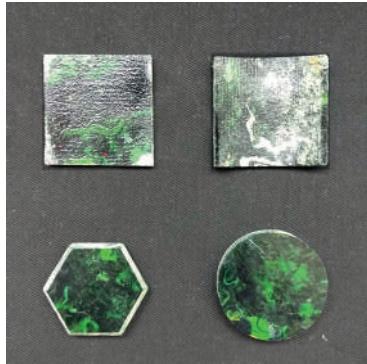
Fonte - Autora

Figura 237 - Amostra usinada



Fonte - Autora

Figura 238 - peças destacadas da amostra usinada



Fonte - Autora

Figura 239 - Peça usinada

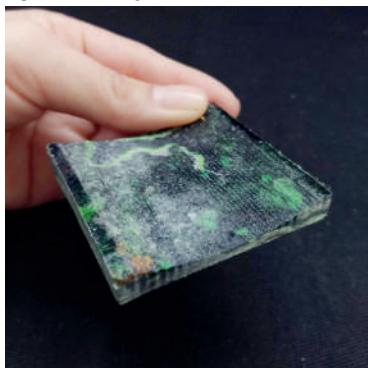


Fonte - Autora

A fresa não apresentou problemas durante a usinagem do material. Os cortes e o rebaixo foram satisfatórios, deixando um bom acabamento nas peças, necessitando apenas de lixa e verniz.

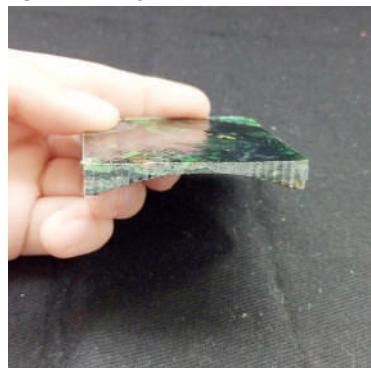
A usinagem de relevo não foi satisfatória, deixando a superfície da peça irregular e com algumas fibras aparentes, necessitando de um acabamento mais trabalhoso em relação ao corte e rebaixo.

Figura 240 - Peça com relevo usinado



Fonte - Autora

Figura 241 - Peça com relevo usinado

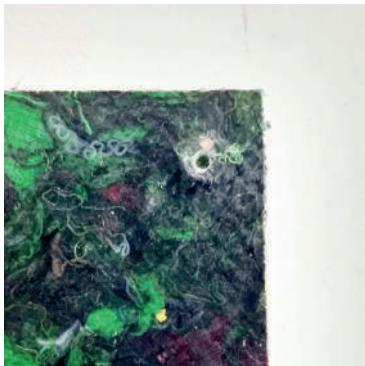


Fonte - Autora

Furação

O material recebe facilmente furação, tanto com furadeira como com parafusadeira ou prego.

Figura 242 - Amostra com furação

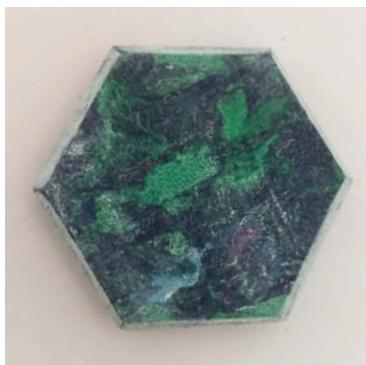


Fonte - Autora

Lixa

Alguns testes foram feitos com lixas mais grossas seguidas de lixas mais finas. O resultado mais satisfatório foi no uso da lixa 400 seguida da lixa 1200, deixando a superfície polida e sem nenhuma fibra aparente.

Figura 243 - peça após desbaste com lixa 400



Fonte - Autora

Figura 244 - peça após desbaste com lixa 1200, aproveitou-se a peça para fazer furação



Fonte - Autora

Procedimentos de melhoria

Apesar do bom acabamento proporcionado pelo polipropileno na superfície da placa, após o corte ou passagem de tupia, as laterais mantém uma coloração mais clara, necessitando de polimento e envernizamento. No último caso, foram estudadas soluções com componentes naturais, são eles: cera de abelha, resina de mamona (bicomponente), óleo de mamona e verniz de mamona (bicomponente).

Óleo de mamona

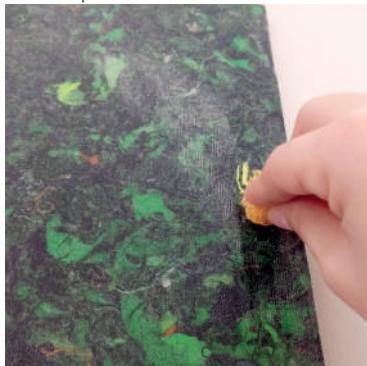
O óleo de mamona utilizado, mais conhecido como óleo de rícino, foi adquirido da empresa Quimisul, aplicado com a própria fibra desfibrada, fazendo a função de uma estopa.

Figura 245 - Óleo de Rícino



Fonte - Autora

Figura 247 - Aplicação do óleo de rícino com estopa



Fonte - Autora

Figura 246 - Amostra sem aplicação de óleo de rícino na superfície



Fonte - Autora

Figura 248 - Amostra após aplicação de óleo de rícino na superfície



Fonte - Autora

Após a aplicação do óleo foi possível perceber uma melhoria quanto ao aspecto da superfície, deixando-a mais brilhante e uniforme.

Figura 249 - Óleo de rícino aplicado nas laterais da amostra



Fonte - Autora

O óleo de rícino proporciona um bom acabamento à peça e não necessita de lixamento para finalizar, porém tem um tempo de secagem maior, de 24 horas.

Não é solúvel em água, mas é miscível com álcool absoluto, ácido acético, éter, clorofórmio e éter de petróleo, o que pode acarretar em desgastes dependendo dos materiais com o qual entra em contato quando exposto no dia a dia.

Resina de mamona

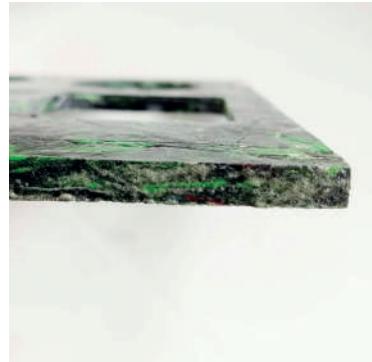
Para essa aplicação foi preparada uma receita de 5g de resina (2g de comp A e 3g de comp B), a mesma utilizada no compósito desenvolvido. A aplicação foi feita com uma espátula de MDF.

Figura 250 - Aplicação de resina de mamona nas laterais da amostra



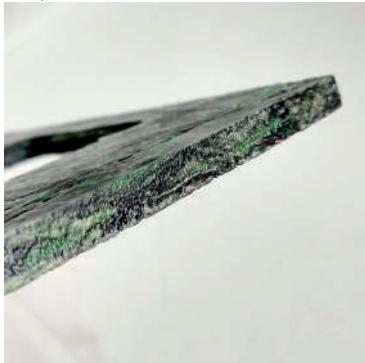
Fonte - Autora

Figura 251 - Amostra com resina de mamona após a cura



Fonte - Autora

Figura 252 - Amostra com resina de mamona após a cura



Fonte - Autora

O resultado da resina não foi satisfatório por ser muito expansiva durante a cura, deixando algumas bolhas na superfície.

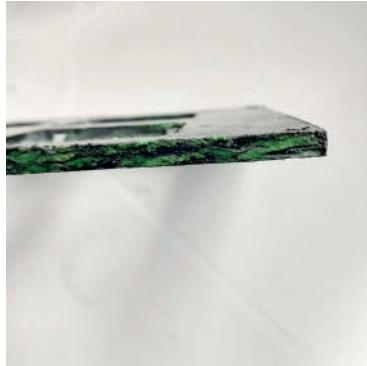
Verniz de mamona

O verniz de base vegetal utilizado foi cedido pela empresa Imperveg RM122. Contém as seguintes propriedades informadas pelo fabricante:

- Consistência: fluída
- Cor após cura: âmbar
- Resistência ao calor: apresenta perda de massa somente após 210 °C
- Liberação de elementos tóxicos: isento
- Secagem ao Toque: 40 a 180 minutos dependendo da temperatura ambiente

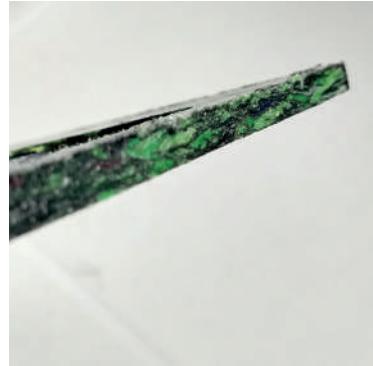
Foi preparada uma receita de 15g do verniz bicomponente para aplicação nas peças já lixadas. Foi aplicado com uma espátula de madeira e em superfícies maiores com um pincel macio.

Imagens 253 - Amostra com aplicação de verniz de mamona



Fonte - Autora

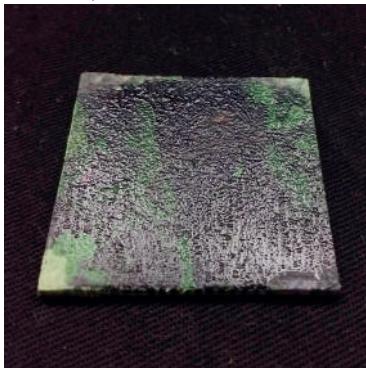
Imagens 254 - Amostra com aplicação de verniz de mamona



Fonte - Autora

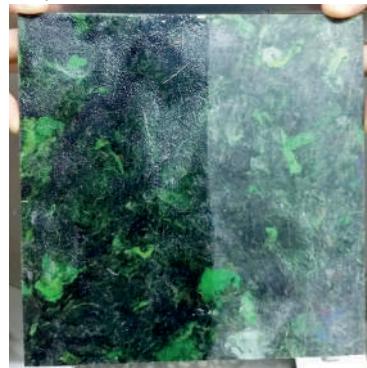
O resultado do verniz foi mais satisfatório que a resina de mamona, pois deixou a superfície brilhante e impermeável, mas sem bolhas.

Figura 255 - Peça usinada com verniz de mamona aplicado



Fonte - Autora

Figura 256 - Amostra com verniz de mamona aplicado



Fonte - Autora

Cera de abelha

A cera de abelha foi a Artefice Antique, da empresa General Iron Fittings com as seguintes características:

- Acabamento semi-brilho
- Cor: natural
- Aplicação em móveis, brinquedos, instrumentos musicais, jóias, armários, portas, janelas.

Essa cera geralmente é utilizada para dar acabamento em móveis de madeira, para dar um toque sedoso à superfície e impermeabilizar o material. A cera foi aplicada manualmente em 2 camadas, de hora em hora. A secagem durou 3 horas.

Figura 257 - Cera de abelha e peça onde será aplicada



Fonte - Autora

Figura 258 - Aplicação da cera de abelha



Fonte - Autora

Figura 259 - Peça parcialmente com cera de abelha aplicada



Fonte - Autora

Figura 260 - Lateral de amostra com aplicação de cera de abelha



Fonte - Autora

Figura 261 - Peça parcialmente com cera de abelha aplicada



Fonte - Autora

A cera teve efeito impermeabilizante, porém a coloração das laterais da placa permaneceu discrepante da superfície da placa. A cera pode ser utilizada em conjunto com o óleo de mamona que faz função contrária, escurece e dá acabamento na superfície mas não impermeabiliza a peça.

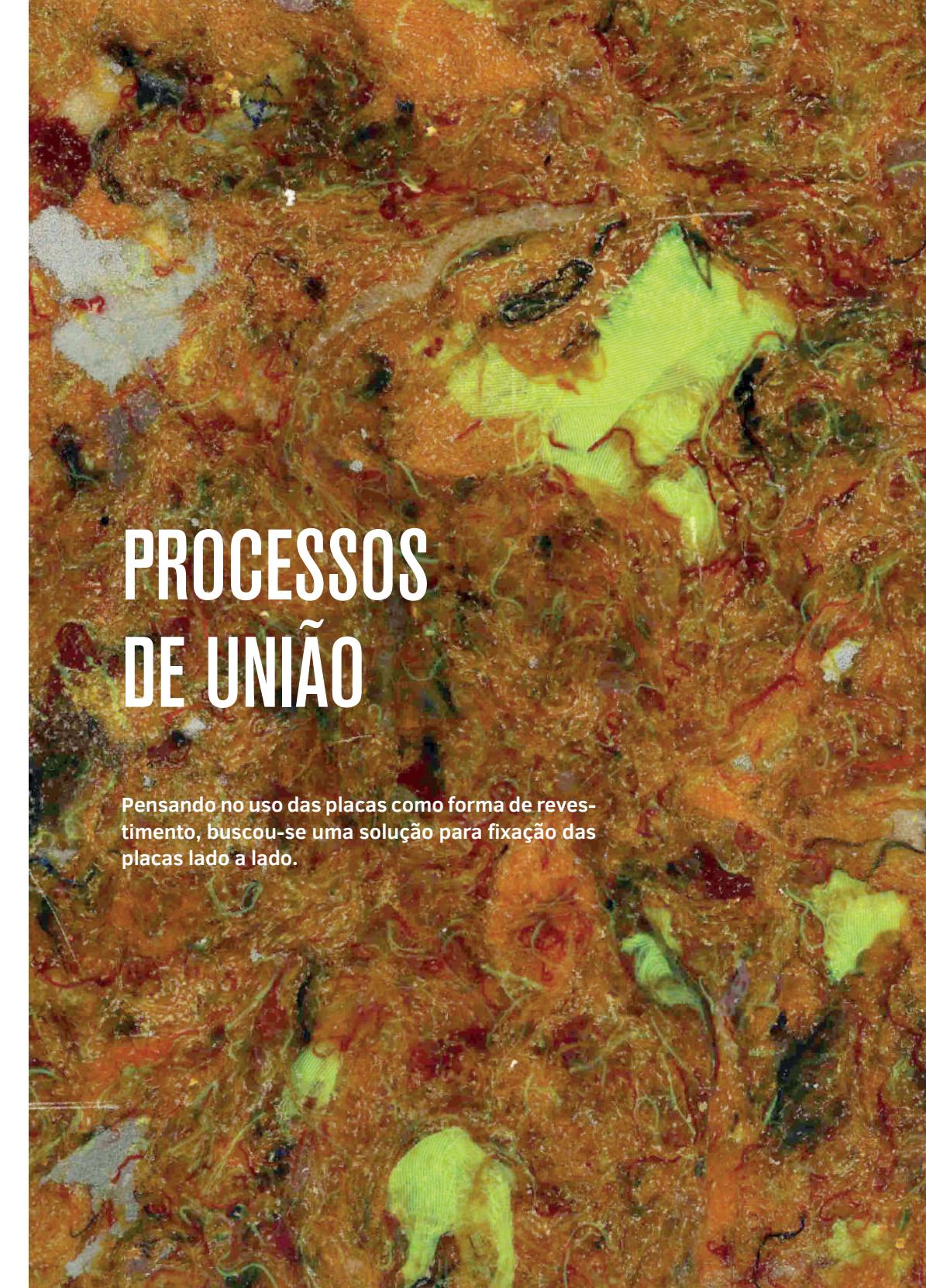
Polimento com lixa

Após o verniz, é necessário finalizar a peça, o que pode ser feito utilizando uma lixa 1200 ou mais fina dando polimento final à peça.

Resultados

Após os testes de acabamento, percebeu-se que para se chegar em uma peça bem acabada, a melhor sequência de procedimentos encontrada foi a seguinte:

1. Remoção das rebarbas por meio de corte em serra ou tupia
2. Desbaste com lixa 400 seguida de lixa 1200
3. Aplicação de verniz de mamona com pincel
4. Desbaste com Lixa 1200
5. Aplicação de óleo de rícino com estopa



PROCESSOS DE UNIÃO

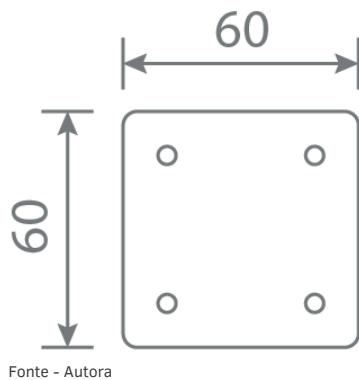
Pensando no uso das placas como forma de revestimento, buscou-se uma solução para fixação das placas lado a lado.

Placa conectora de metal

Uma das soluções encontradas foi uma placa de metal quadrada com 4 furos que une 4 placas por vez.

Essa opção se mostrou favorável por não interferir no desenho das placas na vista frontal, necessitando apenas pequeno nivelamento na superfície resultante.

Figura 262 - Representação das peças conectadoras de 60x60x1mm



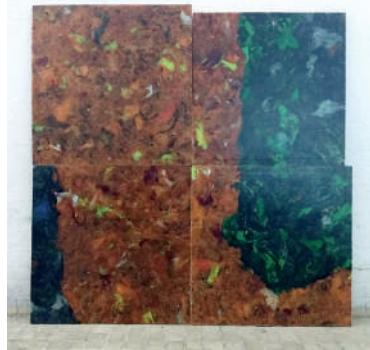
Fonte - Autora

Figura 263 - Conector de metal fixado



Fonte - Autora

Figura 264 - Vista frontal das placas após fixação do conector de metal



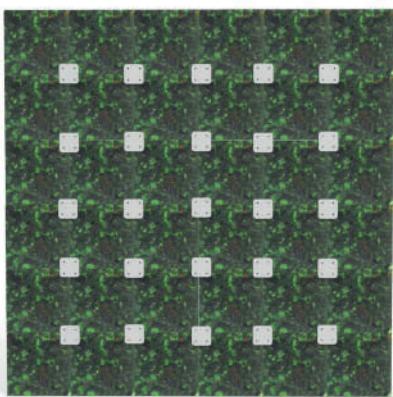
Fonte - Autora

Figura 265 - Vista traseira das placas com conector fixado



Fonte - Autora

Figura 266 - Simulação de aplicação dos conectores em maior quantidade de placas



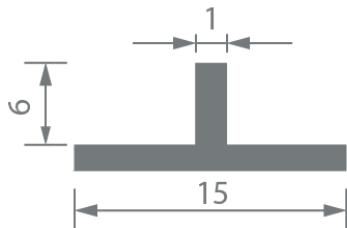
Fonte - Autora

Perfil de alumínio

O perfil em T de alumínio também foi uma opção para a união das placas, mostrando mais firmeza no conjunto final.

Na vista frontal das placas, o perfil deixa aparente linhas finas do metal, o que pode influenciar na composição final das placas.

Figura 267 - Representação do corte na vista frontal do perfil de alumínio - medidas em mm



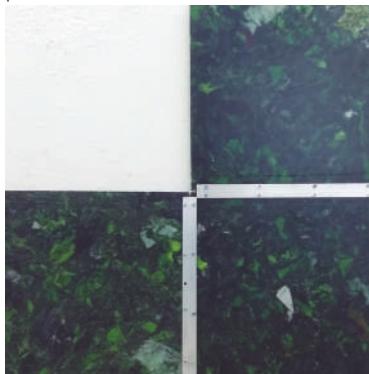
Fonte - Autora

Figura 268 - Perfil de alumínio



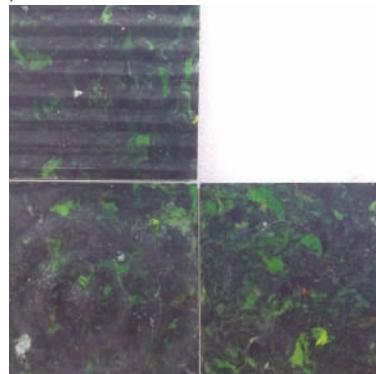
Fonte - Autora

Figura 269 - Perfil de alumínio fixado nas placas



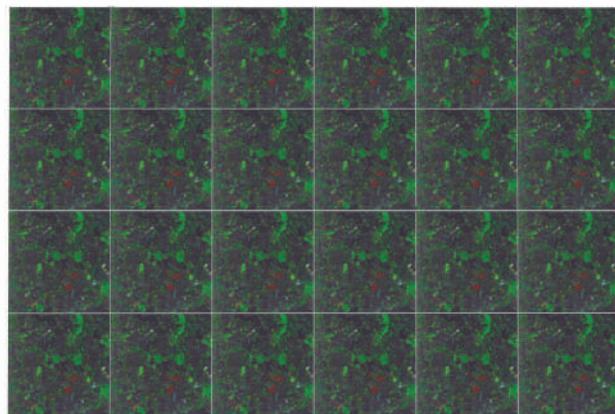
Fonte - Autora

Figura 270 - Vista Frontal do conjunto de placas com alumínio fixado



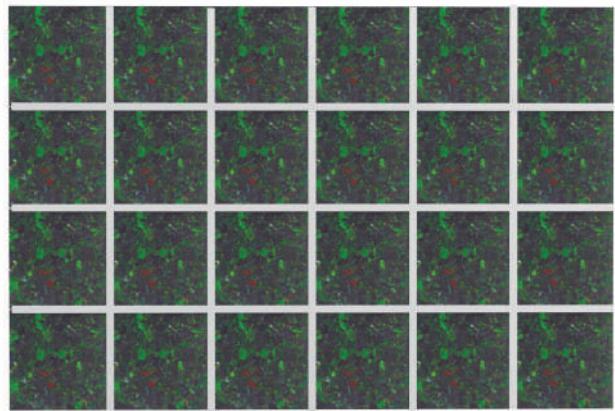
Fonte - Autora

Figura 271 - Simulação da vista frontal de placas com aplicação dos perfis de alumínio, evidenciando as finas linhas de metal aparentes



Fonte - Autora

Figura 272 - Simulação da vista traseira dos perfis de alumínio quando fixados em maior quantidade de chapas



Fonte - Autora

TESTES DE RESISTÊNCIA

Foram feitos estudos preliminares seguindo método DIY (Faça você mesmo) e de percepção do material para indicar potenciais de uso.

Resistência à água

Compreender a resistência do material à absorção de água é importante para estabelecer limites de aplicação, podendo ou não entrar em contato ou ficar imersa em água durante seu uso. Para este teste foi utilizada uma das peças usinadas. Ela foi pesada, imersa em água por 24 horas e pesada novamente. Após a retirada da peça em imersão, não apresentou nenhuma mudança física, mas na pesagem mostrou estar 1g mais pesado, o que demonstra uma pequena absorção de água. Em seguida, a peça foi deixada sob o sol por 4 horas e pesada novamente, retornando ao seu peso inicial de 16g, confirmando a evaporação da água absorvida.

Figura 273 - Peça usinada



Fonte - Autora

Figura 274 - Pesagem da peça



Fonte - Autora

Figura 275 - Peça imersa em água



Fonte - Autora

Figura 276 - Peça imersa em água após 24 horas



Fonte - Autora

Figura 277 - Peça após imersão



Fonte - Autora

Figura 278 - Pesagem da peça



Fonte - Autora

Resistência ao calor

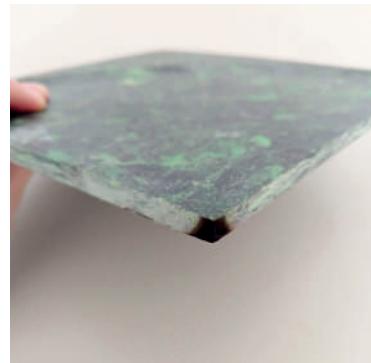
Foram feitos testes com incidência de fogo para compreender o comportamento do compósito sob o efeito de chamas. O material sofre alterações por conta da incidência de chamas, mas não se mostrou inflamável, ou seja, o fogo não se propaga pelo material.

Figura 279 - Amostra recebendo ação de chama



Fonte - Autora

Figura 280 - Amostra após incidência de chama



Fonte - Autora

Figura 290 - Resultado da chama na peça após 30 segundos



Fonte - Autora

Figura 291 - Resultado na peça após 60 segundos



Fonte - Autora

Figura 292 - Resultado na peça após 90 segundos



Fonte - Autora



SUGESTÕES DE APLICAÇÃO

Após o desenvolvimento das amostras variando desmoldantes, cores, padrões visuais, relevos e os posteriores testes de acabamento, foi possível a compreensão do material em muitos aspectos, podendo direcionar de forma mais convicta suas possíveis aplicações.

O direcionamento das aplicações será feito limitando seus formatos à chapas e variações com relevos sutis, por ser o formato explorado até o momento, podendo variar suas dimensões, mas mantendo suas características físicas.

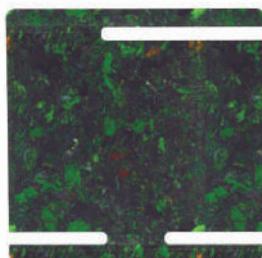
Pensando nestes formatos, buscou-se alternativas já existentes de projetos nesse padrão, como a impressão de móveis open source e o uso de módulos chapados para livre composição.

O aproveitamento máximo das placas foi também uma questão considerada nesse momento, por condizer com os objetivos do trabalho.

Módulos

A criação de módulos é uma alternativa vantajosa para a aplicação do material, por deixar a cargo de seu consumidor a composição final desejada, além de otimizar sua produção e ter um bom aproveitamento das chapas.

Figura 293 - Simulação do módulo criado



Fonte - Autora

Figura 294 - Simulação da aplicação do material em módulos para confecção de móveis



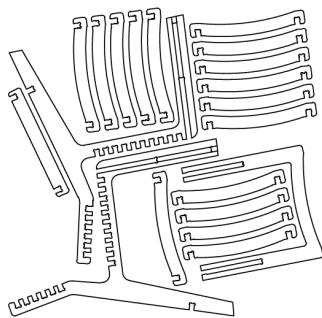
Fonte - Autora

Móveis Open Source - Cadeira Valoví

A produção de objetos tridimensionais compostos por peças bidimensionais é um recurso já disseminado em muitas empresas, principalmente àquelas incentivadoras de práticas ‘faça você mesmo’ (DIY), onde é disponibilizado o download do arquivo e na maioria das vezes usinado em chapas de compensado de madeira.

Após pesquisa de móveis open source, foi escolhida a cadeira Valoví para simulação de aplicação do material.

Figura 295 - Planificação das peças da Cadeira Valoví Open Source



Fonte - Autora

Figura 296 - Representação da cadeira Valoví após sua montagem



Fonte - Autora

Figura 297 - Simulação digital de aplicação do compósito para a confecção da cadeira Valoví



Fonte - Autora

A aplicação no móvel foi satisfatória, aproveitando os aspectos das colorações fortes predominante no compósito, não necessitando de pintura posterior do material.

Bijuterias

O uso do material criado em bijuterias foi pensado considerando o desenho criado na superfície, criando uma textura para aplicação muito interessante remetendo à pedras naturais.

Por serem peças de dimensões pequenas, pode-se pensar no aproveitamento máximo das chapas e confeccionar as peças utilizando pedaços de sobra de outras aplicações, por exemplo a cadeira Valoví.

Figura 298 - Anel



Fonte - Autora

Figura 299 - Anel



Fonte - Autora

Figura 300 - Anel



Fonte - Autora

Figura 301 - Anel



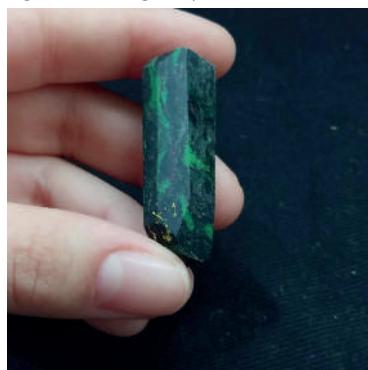
Fonte - Autora

Figura 302 - Pingente para colar



Fonte - Autora

Figura 303 - Pingente para colar



Fonte - Autora

The background of the image is a dense, abstract texture resembling a microscopic view of organic tissue or a complex landscape. It features a rich palette of earthy tones, with large areas of warm orange and yellow, interspersed with dark, almost black, regions and bright, glowing green patches. The overall effect is one of depth and organic complexity.

CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido teve como objetivo inicial a abordagem de resíduos têxteis e otimização da destinação correta desse material, minimizando impactos ambientais causados por seu descarte incorreto.

O conhecimento do cenário atual em relação ao manejo desses resíduos tanto por parte dos consumidores quanto dos produtores e seu entendimento como resíduo sólido e formas de manejo adequado sugeridos por lei foram de extrema importância para o direcionamento do campo de atuação da pesquisa. O tempo e os recursos disponíveis para a realização do trabalho também foram levados em conta no momento de decisão entre as alternativas de projeto.

O material criado a partir do reaproveitamento de fibras desfibradas advindas de uniforme de empresas particulares em conjunto com a resina vegetal de mamona, se mostrou muito promissor no uso em design, por suas qualidades táteis e visuais. O compósito apresentou boa resistência, uma superfície dura e opaca com toque quente. Quanto às características visuais se mostrou um material com muita personalidade, com cores bem vivas e texturas irregulares na superfície, possibilitando grande variedade na criação de padrões compostos pelas fibras de diferentes tonalidades.

O desmoldante mais adequando foi o polipropileno, podendo variar sua forma e acabamento de acordo com os resultados desejados. Pensando em um campo de aplicação de pequenas e médias escadas, este desmoldante de certa forma limita o formato do compósito à chapas ou relevos passíveis de serem usinados, por conta da disponibilidade comercial desse plástico apenas em forma de chapas de até 15cm de espessura. Ainda assim, a gama de variedade para utilização do material resultante é enorme, desde a criação de peças chapadas a superfícies com leves sinuosidades. Quanto aos acabamentos testados nas amostras, os resultados alcançados se mostraram suficientes para a finalização das peças, que podem receber também fácil furação e elementos conectores.

A coloração viva e saturada das fibras se mostraram fundamentais para o resultado satisfatório das placas, sem as quais não haveria um diferencial comercial e de uso para o compósito, dependendo apenas da disponibilidade do material para reciclagem. Considerando a enorme quantidade de resíduos têxteis disponíveis para reaproveitamento, uma situação possível seria fazer a separação por cores, ge-

rando inúmeros tons de fibra, possibilitando outros resultados e dando continuidade ao trabalho.

Para desenvolvimento posterior do trabalho, vê-se a necessidade de realização de testes mecânicos para a geração de resultados mais concretos quanto às características técnicas do material. A realização de testes com peças em maiores dimensões e com mais variações de relevo também se mostram necessárias para real entendimento do comportamento do material em maiores proporções.

The background of the image is an abstract painting. It features a dark, textured base with swirling patterns of black, grey, and white. Interspersed throughout are bright, glowing patches of orange, yellow, and green, which appear to be oil-slick-like reflections on water. Some areas have a mottled, marbled appearance where the colors blend together.

REFERÊNCIAS

- SILVA, Rosana Vilarim da. Compósito de resina poliuretano derivada de óleo de mamona e fibras vegetais. São Carlos, 2003, Tese de mestrado.
- BRAUNGART, M. e McDOUNOUGH, W. Cradle to cradle: Remaking the Way We Make Things. Barcelona, 2014.
- ASHBY, M. e Johnson, K. Materials and design: the art and science of material selection in product design, 2011.
- PEZOLLO, Dinah Bueno. Tecidos: história, tramas tipos e usos. São Paulo, 2012.
- CNLT – SENAI. Produção mais limpa em confecções. Porto Alegre: Senai, 2007.
- JUNIOR Mauro Lucio Dias. Incorporação de lodo têxtil em materiais cerâmicos para aplicação na construção civil. 2013. Trabalho de conclusão de curso.
- SANTOS, Maria Cecília Loschiavo dos . Design, resíduo e dignidade. São Paulo, 2014.
- MENDES, Francisca Dantas. Cradle to cradle na manufatura do vestuário de moda: o design como ferramenta de gestão de geração de descarte de resíduos têxteis. São Paulo, 2017.
- PARISI, S., Rognoli,V., Sonneveld, M.H. Material Tinkering. An inspirational approach for experiential learning and envisioning in product design education, The design journal, 20.
- FREITAS, R., Design de superfície: as ações comunicacionais táteis no processo de criação. São Paulo: Blucher, 2012.
- TEMER, B., Desenvolvimento e caracterização de chapas de fibras de palmeira de pupunha (*Bactris Gasipaes*). 2010. 91f. Dissertação de mestrado - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2010.
- BONIFÁCIO. B. Estamparia: Rapport, módulo e grid. 2013. Disponível em: <<http://www.revistacliche.com.br/2013/01/estamparia-rapport-modulo-e-grid/>> . Acesso em: 15 jun. 2018.
- FERRARI. G. Não Geração de resíduos da indústria têxtil no distrito do Brás. 2014. Disponível em: < <http://www.portalresiduossolidos.com/nao-geracao-de-residuos-da-industria-textil-no-distrito-do-bras/> . Acesso em 16 jun. 2018.

