

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE DESENHO INDUSTRIAL
CURSO DE BACHARELADO EM DESIGN**

ISABELLA CHRISTINA DE LIMA E SANTOS

**REINVENTE: PROJETO DE EMBALAGEM FEITO DE BAGAÇO DE CANA DE
AÇÚCAR E RESINA À BASE DE LIGNINA**

Curitiba

2022

ISABELLA CHRISTINA DE LIMA E SANTOS

**REINVENTE: PROJETO DE EMBALAGEM FEITO DE BAGAÇO DE CANA DE
AÇÚCAR E RESINA À BASE DE LIGNINA**

**Reinvent: packaging project made from sugarcane bagasse and
lignin-based resin.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 para obtenção do título de Bacharel em Design do Departamento Acadêmico de Desenho Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba.

Orientador: Prof. Dr. Ugo Leandro Belini

Curitiba

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ISABELLA CHRISTINA DE LIMA E SANTOS

**REINVENTE: PROJETO DE EMBALAGEM FEITO DE BAGAÇO DE CANA DE
AÇÚCAR E RESINA À BASE DE LIGNINA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação/
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Design da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 24 de junho de 2022

Ugo Leandro Belini
Doutor em Recursos Florestais
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Esoline Helena Cavalli Zamarian
Doutora em Engenharia Florestal
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Renato Bordenousky Filho
Mestre em Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Curitiba

2022

AGRADECIMENTOS

À Deus que me abençoou, me fortaleceu e me concedeu a oportunidade de estudar e evoluir.

Aos meus pais, Regina Célia de Lima e Gilmar José Ferreira dos Santos que sempre me ajudaram em todos os momentos e nunca mediram esforços para dar educação a seus filhos, e assim, pude ingressar em uma Instituição pública, gratuita e de qualidade, onde aprendi importantes lições e ensinamentos que me acompanharão durante toda minha trajetória profissional e pessoal.

À toda minha família que sempre me apoiaram positivamente e sempre estiveram ao meu lado.

Aos amigos que torceram por mim a cada instante e colaboraram com meu crescimento pessoal, sempre apoiando positivamente com palavras de alento e ajuda.

Ao Prof. Dr. Ugo Leandro Belini, que como meu orientador, muito pacientemente, esteve ao meu lado, conduzindo, orientando e auxiliando em todos os momentos.

Ao Alessandro Ellenberger e Francisco Ferreira dos Santos, da Modelaria e Marcenaria do Departamento Acadêmico de Desenho Industrial (DADIN) da UTFPR, com toda a ajuda prestada no desenvolvimento do protótipo e todo auxílio nesses anos de estudo.

À empresa GPC Química pelo fornecimento da resina de à base de lignina.

À todos que de alguma forma, me ajudaram na realização deste trabalho.

RESUMO

SANTOS, Isabella Christina de L. e. Reinvente: projeto de embalagem feito de bagaço de cana de açúcar e resina à base de lignina. 2022. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Design, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

O modo de consumo das pessoas durante os anos acarretou um grande impacto ambiental devido a utilização inadequada dos combustíveis fósseis e uso de energias não renováveis. Na busca de um desenvolvimento sustentável, uma alternativa evidente, é o desenvolvimento de compósitos que possuem em sua composição produtos de origem vegetal. Este trabalho discorre sobre a utilização do bagaço de cana com resina de à base de lignina em um compósito, aplicado em uma nova solução ao Design de embalagem trazendo inovação sustentável. O compósito obtido mostrou-se um material leve, resistente, com textura e visual satisfatórios. Foi realizado um *brainstorming* de aplicação do compósito e optou-se em aplicá-lo em uma embalagem de perfume que também serve como um porta-objetos. O produto, chamado de Reinvente, possui visual rústico, praticidade, versatilidade e fácil manejo. Foi realizada uma pesquisa com possíveis usuários para validação do protótipo e considerações de alterações futuras. Dessa forma, foi observado que o compósito é uma ótima alternativa de material a ser empregado na confecção de projetos de Design.

Palavras-chave: Compósito. Sustentabilidade. Design. Bagaço de cana de açúcar. Resina à base de lignina.

ABSTRACT

SANTOS, Isabella Christina de L. e. Reinvent: packaging project made from sugarcane bagasse and lignin-based resin. 2022. 77 p. Final Year Research – Bachelor in Design, Federal University of Technology – Paraná, Curitiba, 2022.

People's way of consumption over the years has had a great environmental impact due to the inadequate use of fossil fuels and the use of non-renewable energies. In the search for sustainable development, an evident alternative is the development of composites that have products of plant origin in their composition. This work discusses the use of sugarcane bagasse with lignin resin in a composite, applied in a new solution to packaging design bringing sustainable innovation. The composite obtained proved to be a light weight, resistant material, with a satisfactory texture and appearance. A brainstorming of the application of the composite was carried out and it was decided to apply it in a perfume package that also serves as a trinket box. The product, called Reinvent, has a rustic look, practicality, versatility and easy handling. A form search was carried out with possible users to validate the prototype and consider future changes. Thus, it was observed that the composite is a great alternative material to be used in the making of Design projects.

Key-words: Composite. Sustainability. Design. Sugar cane bagasse. Lignin-based Resin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de classificação para os vários tipos de compósito	21
Figura 2 - Representações esquemáticas de compósitos reforçados com fibras.....	23
Figura 3 - Produção total de cana de açúcar no Brasil de 1975 a 2015.....	25
Figura 4 - Fluxograma ilustrativo da metodologia para produção do compósito	27
Figura 5 - Estufa de secagem e esterilização.....	30
Figura 6 - Prensa hidráulica para esmagamento com aquecimento.	31
Figura 7 - (a) manta de teflon impermeável e chapa de madeira, (b) molde de MDF, (c) potes plásticos, (d) luvas de borracha, (e) balança 10kg digital e (f) bandeja de plástico para a mistura.	31
Figura 8 - Peneiras granulométricas	32
Figura 9 - Resina à base de Lignina.....	33
Figura 10 - Fibras de bagaço de cana separadas em fina, média e grossa.	33
Figura 11 - Preparação das fibras	35
Figura 12 - Fibras conformadas para ir à prensa	35
Figura 13 - Ilustração da moldagem por compressão	36
Figura 14 - Testes iniciais em temperatura ambiente.....	37
Figura 15 – Testes iniciais na prensa - (a) 90g de fibra média e 18g de resina; (b) 90g de fibra fina e 38g de resina; (c) 90g de fibra grossa e 38g de resina; (d) 90g de fibra grossa e 18g de resina; (e) 90g de fibra média e 27g de resina; (f) 90g de fibra fina, 27g de resina e pedaço de jutá; (g) 90g de fibra média e 38g de resina.....	38
Figura 16 - (a) 90g de fibra grossa e 18g de resina;(b) 90g de fibra média e 27g de resina;	38
Figura 17 - (a) 90g de fibra média e 27g de resina; (b) 90g de fibra grossa e 18g de resina.	39
Figura 18 - Teste de absorção de água	40
Figura 19 - Usinagem com serra fita	41
Figura 20 - Usinagem com furadeira	41
Figura 21 - Usinagem com CNC	42
Figura 22 - Exemplos de aplicação de compósito.....	44
Figura 23 - Painel Semântico	45
Figura 24 - Painel Semântico de embalagens de perfume.....	46

Figura 25 – Esboços	47
Figura 26 - <i>Mockup</i> da embalagem em papelão	48
Figura 27 - Projeto 3D	49
Figura 28 - Usinagem das peças para protótipo.....	50
Figura 29 - Fluxograma de montagem do protótipo	50
Figura 30 - Montagem e acabamento do protótipo.....	51
Figura 31 - Fotos detalhadas do protótipo.....	51
Figura 32 - Fotos detalhadas do protótipo.....	52
Figura 33 - Primeira cena de uso: embalagem de perfume	53
Figura 34 - Segunda cena de uso: porta-joias.....	53
Figura 35 - Terceira cena de uso: cachepô	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Idade dos pesquisados.....	55
Gráfico 2 - Gênero dos pesquisados.....	55
Gráfico 3 - Consumo de materiais não convencionais.....	56
Gráfico 4 - Conhecimento sobre produtos com materiais de descarte.....	56
Gráfico 5 - Chance de adquirir o material produzido.....	57
Gráfico 6 - Importância do conceito de reutilização no material do produto.....	57
Gráfico 7 - Consumo se o produto tivesse um custo menor.....	58
Gráfico 8 - Consumo se o produto tivesse um custo maior.....	58
Gráfico 9 - Funcionalidade como embalagem de perfume.....	59
Gráfico 10 - Funcionalidade como porta trecos.....	59
Gráfico 11 – Desejo dos pesquisados se pudessem ter um produto que pudesse ser reaproveitado em novo uso.....	60
Gráfico 12 - Chance de aquisição de um produto que tivesse esta embalagem.....	60

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CNC	Controle Numérico Computadorizado
DADIN	Departamento Acadêmico de Desenho Industrial
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
G1	Portal de notícias Globo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDF	Fibras de Média Densidade (Medium Density Fiberboard)
PVA	Poliacetato de vinila
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo Geral	14
1.2 Objetivos Específicos	14
1.3 Justificativa	15
1.4 Procedimento Metodológico	16
2 O DESIGN E O PAPEL DO DESIGNER	16
3 SUSTENTABILIDADE	17
4 DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE	20
5 MATERIAIS COMPÓSITOS	21
5.1 Compósitos Reforçados com Fibra	22
5.2 Bagaço de cana	24
5.3 Resina à base de lignina	26
6 MATERIAL E MÉTODOS	26
6.1 Metodologia	27
6.2 Equipamentos	30
6.3 Resina à base de Lignina	32
6.4 Bagaço de Cana.....	33
6.5 Produção do compósito.....	34
7 EXPERIMENTAÇÃO	36
8 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	43
8.1 Conceito e similares	43
8.2 Geração de ideais	45
8.4 Modelo 3D e Desenho Técnico	48
8.5 Prototipagem	50
8.6 Fotos do protótipo e cenas de uso	51

9 FEEDBACK	54
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
11 RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS	62
REFERÊNCIAS.....	64
APÊNDICE 1.....	67
APÊNDICE 2.....	75

1 INTRODUÇÃO

O grande crescimento industrial observado durante os anos mudou o modo de consumir das pessoas e acarretou um grande impacto ambiental devido a utilização inadequada dos combustíveis fósseis e uso de energias não renováveis. Tendo em vista essa esfera de falta de recursos, a inovação sustentável torna-se inadiável e não deve ser descartada. É necessário que se adotem alternativas de desenvolvimento sustentável, nas quais as atividades de produção de bens e serviços preservem a diversidade e respeitem a integridade dos ecossistemas (DIAS, 2015). Com isso, se faz necessário uma reorientação dos comportamentos sociais, incentivando a procura por produtos e serviços que adotam e motivam as alternativas sustentáveis (MANZINI, VEZZOLI, 2002).

A transição desta forma de consumo material deve ser feita pela escolha, ou seja, pelo reconhecimento de cada um como uma oportunidade de melhoria de bem-estar. Assim, os indivíduos têm a capacidade de perceber, reconhecer e agir, com base em seus próprios valores de fazer a escolha que também sejam compatíveis com as necessidades ambientais. O projetista não obriga os consumidores a mudar seu estilo de vida, mas propõe soluções que possibilitem às pessoas perceberem que as novas propostas são as mais adequadas e assim inserir esses comportamentos em seu cotidiano (MANZINI, VEZZOLI, 2002).

Nesse processo, uma alternativa evidente, é o desenvolvimento de compósitos que possuem em sua composição produtos de origem vegetal. Um compósito pode ser considerado como a combinação de propriedades de dois ou mais materiais distintos, resultando em um novo material (CALLISTER, RETHWISCH, 2018).

O uso de matérias-primas de origem vegetal e, portanto, renováveis, vem crescendo nos últimos anos. Até agora, o uso de materiais sintéticos tem causado problemas ambientais, e o seu uso em compósitos tem contribuído para a geração de um lixo que apresenta dificuldades de reciclagem (NETO, PARDINI, 2018). Assim, para os autores, a utilização de fibras de origem vegetal em um compósito tem como suas principais vantagens: baixa massa específica; maciez e abrasividade reduzida; recicláveis, não tóxicas e biodegradáveis; baixo custo; estimulam empregos na zona rural; e baixo consumo de energia na produção. Uma das possibilidades de elaborar

compósito, como uma solução ao Design, é a utilização do bagaço de cana com resina à base de lignina, que será o foco de estudo do presente projeto.

O Brasil se tornou o maior produtor mundial de cana-de-açúcar desde 1980 (IBGE, 2017). Da produção canavieira, pode-se aproveitar praticamente todos os seus subprodutos. Dentre eles, destaca-se o bagaço da cana. Um resíduo fibroso da extração do caldo pelas moendas que resulta aproximadamente, em 280 quilos de bagaço por tonelada de cana processada (ALCARDE, 2009).

A resina vegetal de lignina é um biopolímero derivado das plantas, que também pode ser encontrada como um subproduto nas indústrias de papel, no processo de extração da celulose das madeiras (CALVO-FLORES *et al.*, 2015). Em razão de ser um recurso proveniente de fontes renováveis, o uso da lignina é ambientalmente compatível. Dessa forma, não são tóxicas e têm desempenho extremamente versátil (ABE *et al.*, 2010).

Com o objetivo de proporcionar uma nova solução ao Design, a pesquisa traz inovação sustentável baseada na reutilização de subprodutos que seriam descartados. Assim, o foco do projeto está em estudar uma possibilidade de aplicação do compósito desenvolvido, pensando em sua utilidade e otimização de seu ciclo de vida para que possa gerar o mínimo de lixo, levando as pessoas a repensar o modo de consumo atual e com isso, evidenciar novas oportunidades que o Design tem a oferecer.

1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um compósito de bagaço de cana combinado com resina de lignina para criar uma nova possibilidade ao Design, em um produto sustentável.

1.2 Objetivos Específicos

- a) Compreender o Design, Sustentabilidade e sua relação;
- b) Definir o que são compósitos;
- c) Separar e preparar os resíduos para confecção dos compósitos;
- d) Pesquisar e realizar geração de alternativas de produtos em que o novo material pode ser aplicado;

- e) Produzir um protótipo utilizando o compósito;
- f) Prever testes de usabilidade;

1.3 Justificativa

Após a Segunda Guerra Mundial, a recuperação econômica foi se estabelecendo e cada vez mais a sociedade de consumo foi se estruturando. Dessa forma, houve um grande desenvolvimento industrial que acarretou um impacto ambiental devido a utilização inadequada dos combustíveis fósseis e uso de energias não renováveis (DIAS, 2015). Dessa forma, faz-se necessário construir uma nova cultura consciente das ações sobre o meio ambiente e seus cuidados, criando um pensamento ecologicamente correto.

Sendo assim, é indispensável produzir levando em conta o Desenvolvimento Sustentável. Neste ponto, o designer deve projetar pensando de maneira global, pensando em como influenciará na sociedade e que atraia a atenção dos consumidores sobre esse pensar. O profissional tem a responsabilidade de criar produtos que agreguem o pensamento sustentável e que não agridam o planeta, oferecendo um novo mix de produtos e serviços que, para serem aceitos, dependem de uma mudança cultural e comportamental do usuário.

Portanto, deve-se propor soluções que apresentem qualidade ambiental e que sejam socialmente aceitas. E para isso, o Designer deve aplicar conceito, estética e funcionalidade no projeto, para que a inovação sustentável seja evidenciada pela sociedade, e assim, possibilitam às pessoas perceberem que as novas propostas são as mais adequadas e assim inserir esses comportamentos em seu cotidiano (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Uma forma de oferecer alternativas sustentáveis para os consumidores seria a reutilização ou reaproveitamento como propõe o termo *upcycling* criado por William McDonough e Michael Braungart, preservando a essência do produto original, mesmo que sua função inicial seja alterada (SILVA et al., 2012). Dessa forma, estão inclusos os compósitos feitos com materiais de origem vegetal, ou seja, materiais sustentáveis que reutilizam resíduos que seriam descartados, reinserindo-os no ciclo de produção. A utilização de fibras de origem vegetal em um compósito tem como vantagens: baixa massa específica; maciez e abrasividade reduzida; não tóxicas e biodegradáveis;

baixo custo; estimulam empregos na zona rural; e baixo consumo de energia na produção (NETO, PARDINI, 2018).

Uma das possibilidades de elaborar uma forma de compósito de origem vegetal, como uma solução ao Design, é a utilização do bagaço de cana com resina, que será o foco de estudo do presente projeto. Com isso, sugere-se o uso de subprodutos encontrados em abundância, formando um material ecológico que possibilite realizar o Design sem que comprometa o futuro de nosso planeta.

1.4 Procedimento Metodológico

O procedimento metodológico que será empregado no presente trabalho será baseado primeiramente na metodologia de projeto de produto de Mike Baxter, para dar conta dos aspectos técnicos e funcionais, para a elaboração do protótipo. E por fim, será abordada a metodologia de Design Thinking para obter a opinião das pessoas em relação ao protótipo final.

2 O DESIGN E O PAPEL DO DESIGNER

Em 1750 se deu início a Revolução Industrial na Inglaterra, trazendo um novo modelo de produção com diversas máquinas a vapor na indústria sendo criadas. Assim, iniciou-se o Design Industrial, trazendo mudanças nos produtos artesanais tradicionais, trazendo consigo vários movimentos. Estes movimentos foram o Arts and Crafts, Art Nouveau, Art Deco, que discutiam a aplicação da estética nos novos produtos industriais e os movimentos de Design Moderno, que envolvia o De Stijl, na Holanda; Construtivismo, na União Soviética; e Bauhaus, na Alemanha que discutiam o design para todos e não só para a elite. No Brasil, o Design teve uma introdução lenta, a partir das décadas de 1940 e 1950 e seguia o modernismo internacional. Seu início focou-se no mobiliário com uma busca da identidade brasileira (HSUAN-AN, 2018).

Em geral, o Design diz respeito às atividades projetuais que envolvem desde projetos territoriais, mas também projetos gráficos, de arquitetura até bens de consumo (MANZINI, VEZZOLI, 2002). São atividades que envolvem o processo de criação focado nas necessidades da população, para que estes alcancem seu bem-

estar. Os produtos são variados, desde objetos pequenos como canetas e estiletes a objetos grandes como veículos e aviões (HSUAN-AN, 2018).

Assim, o Designer possui o papel de criar soluções eficazes aos problemas da demanda da sociedade, transformando-as em resultados concretos. Envolve todo o conceito e projeto e até mesmo o descarte, trabalhando de uma maneira eficiente, envolvendo pesquisa, criatividade e habilidades técnicas (HSUAN-AN, 2017). Segundo Design Center de Berlim de 1979, o bom Design deve expressar as particularidades de cada produto, tornar visível sua função e manejo, ensinando de forma clara; ser transparente em relação a técnica de seu desenvolvimento; e deve não se ater ao objeto em si, mas em todas as questões do meio ambiente, economia, energia, reutilização, duração e ergonomia (BÜRDEK, 2005).

Dentre esses problemas, o profissional pode contribuir também com a sustentabilidade, optando por materiais favoráveis à preservação do meio ambiente, ligando o tecnicamente possível com o ecologicamente necessário, criando propostas que são social e culturalmente significativas (MANZINI, VEZZOLI, 2002). Esta preocupação ecológica não é apenas sobre o impacto da escolha do material, mas também quanto ao processo de fabricação do projeto e se, durante sua produção, libera substâncias prejudiciais à saúde dos seres vivos (HSUAN-AN, 2017).

3 SUSTENTABILIDADE

Após a Segunda Guerra Mundial, a recuperação econômica foi se estabelecendo e cada vez mais a sociedade de consumo foi se estruturando, colocando à disposição a aquisição de bens a um grande número de cidadãos, que até então era apenas reservado a uma pequena e privilegiada parcela da sociedade. Porém, com esse grande crescimento industrial, acarretou um grande impacto ambiental devido a utilização inadequada dos combustíveis fósseis e uso de energias não renováveis (DIAS, 2015).

A preocupação com a escassez de recursos naturais começou ser discutida a partir de 1970, mas apenas em 1990 as organizações começaram a investir em tecnologias e produções para inovação responsável (SILVA *et al.*, 2012). Segundo matéria publicada no portal de notícias da Globo - G1 por Gabriela Brumatti (2021), a

partir dos dados coletados da Organização Internacional da Pegada Ecológica, Global Footprint Network (organização de pesquisa internacional que realiza a captura e coleta de dados sobre o uso dos recursos naturais), o Planeta Terra atingiu em 29 de julho de 2021 o ponto máximo de uso de recursos naturais que poderiam ser renovados no ano, ou seja, os recursos usados para a sobrevivência da humanidade estariam numa espécie de “crédito negativo”. Foi apontado que houve um aumento de 6,6% na pegada de carbono em 2021 em comparação com o ano de 2020.

Tendo em vista essa esfera de falta de recursos, a inovação sustentável torna-se inadiável e não deve ser descartada. É necessário que se adotem alternativas de desenvolvimento sustentável, nas quais as atividades de produção de bens e serviços preservem a diversidade e respeitem a integridade dos ecossistemas (DIAS, 2015). Dessa forma, a conscientização ambiental segue um percurso que envolve o tratamento da poluição, a interferência nos processos produtivos que geram essa poluição, uso de energias sustentáveis e o redesenho dos produtos dentro do processo. Com isso, se faz necessário uma reorientação dos comportamentos sociais, incentivando a procura por produtos e serviços que adotam e motivam as alternativas sustentáveis (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

O Desenvolvimento sustentável possui 3 dimensões interconectadas a serem levadas em consideração. A dimensão ambiental, cuja produção de bens não deve ultrapassar a capacidade da biosfera e a geosfera de absorver os impactos das ações humanas sem provocar fenômenos irreversíveis; a dimensão socioética, na qual deve atender o mesmo grau de satisfação para as gerações futuras na distribuição de recursos; e a dimensão econômica, na qual possibilita soluções economicamente viáveis em meio às normas de mercado existentes (VEZZOLI, 2010).

Contudo, nem tudo que apresenta algumas melhorias, podem ser consideradas sustentáveis. Em seu livro “Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis”, Manzini e Vezzoli (2002, p.28) citam os requisitos gerais da sustentabilidade, reproduzido por (Holmberg, 1995):

- a) Basear-se fundamentalmente em recursos renováveis (garantindo ao mesmo tempo a renovação);
- b) Otimizar o emprego dos recursos não renováveis (compreendidos como o ar, a água e o território);
- c) Não acumular lixo que o ecossistema não seja capaz de renaturalizar (isto é, fazer retornar às substâncias minerais originais e, não menos importante, às suas concentrações originais);

d) Agir de modo com que cada indivíduo, e cada comunidade das sociedades "ricas", permaneça nos limites de seu espaço ambiental e, que cada indivíduo e comunidade das sociedades "pobres" possam efetivamente gozar do espaço ambiental ao qual potencialmente têm direito (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Além de seguir estes requisitos, desenvolver produtos limpos requer também uma nova capacidade de Design e a orientação das escolhas de consumo para um novo mix de produtos e serviços que, para serem aceitos, dependem de uma mudança cultural e comportamental do usuário. Portanto, deve-se propor soluções que apresentem qualidade ambiental e que sejam socialmente aceitas. O projeto de novos produtos-serviços sustentáveis deve oferecer uma nova maneira de demanda que obtenha resultados socialmente apreciados e, ao mesmo tempo, favoráveis ao meio ambiente, a fim de superar a cultura e comportamento atual dos consumidores enraizado por tanto tempo na sociedade (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Assim sendo, a estética tem um papel fundamental no projeto destes novos produtos, pois uma inovação sustentável, sem ser percebida como uma melhoria, não é suficiente. Deve ser pensada em todo seu conjunto de características que fazem que o produto seja considerado atrativo (VEZZOLI, 2010). Assim, cabe ao designer como tarefa, a elaboração de projetos que proporcionem inovação, ideias e novos conceitos, compreendendo modos de como torná-los esteticamente cativantes, realizando o projeto pensando em todas as suas etapas para que consiga transmitir aos consumidores a visão consciente necessárias para alcançar sustentabilidade (MANZINI, 2008).

A transição da forma de consumo material deve ser feita pela escolha, ou seja, pelo reconhecimento de cada um como uma oportunidade de melhoria de bem-estar. Assim, os indivíduos tenham a capacidade de perceber, reconhecer e agir, com base em seus próprios valores de fazer a escolha que também sejam compatíveis com as necessidades ambientais. O projetista não obriga os consumidores a mudar seu estilo de vida, mas propõe soluções que possibilitem às pessoas perceberem que as novas propostas são as mais adequadas e assim inserir esses comportamentos em seu cotidiano (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

4 DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE

O passo menos traumático para alcançar a sustentabilidade é onde cada indivíduo age cotidianamente escolhendo a solução mais favorável ao meio ambiente, baseado nos estímulos que recebe. Estes são desenvolvidos pelos Designers na concepção do produto, tornando evidente as consequências de suas escolhas por meio de soluções adequadas (MANZINI; VEZZOLI, 2002). Quanto mais os Designers tiverem conhecimento do desenvolvimento sustentável e suas demandas e estiverem aptos a transformá-las em produtos e serviços, eles poderão provocar mudanças sociais (VEZZOLI, 2010).

Vezzoli (2010) afirma que o designer precisa aprender a desenvolver produtos e serviços ambientalmente sustentáveis promovendo e a facilitando novas interações e parcerias entre os diferentes atores do sistema, encontrando soluções inovadoras que compreendem interesses ambientais e econômicos. Não é mais possível criar qualquer atividade de design sem confrontá-las com as relações existentes que, em seu ciclo de vida, terá com o meio ambiente. Um artefato deve provocar um baixo impacto ambiental ao ser produzido, distribuído, utilizado e descartado (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Portanto, segundo os autores, ao conceber um produto ou serviço, é preciso entender o seu processo por inteiro, ou seja, aprofundar a proposta na constante avaliação das implicações ambientais, nas soluções técnicas e econômicas e sociais desde a concepção até seu descarte. Assim, consegue-se estabelecer critérios que permitem particularizar o conjunto de consequências da proposta de um produto ou serviço, mesmo que tais fases não seriam abordadas no momento do projeto, possibilitando identificar e definir com mais clareza os objetivos da redução do impacto ambiental desejado.

Uma forma de oferecer alternativas sustentáveis para os consumidores seria a reutilização ou reaproveitamento como propõe o termo *upcycling* criado por William McDonough e Michael Braungart, preservando a essência do produto original, mesmo que sua função inicial seja alterada (SILVA et al., 2012). Nesse processo, uma alternativa evidente, é o desenvolvimento de compósitos que possuem em sua composição produtos de origem natural. Um compósito pode ser considerado como a

combinação de propriedades de dois ou mais materiais distintos, resultando em um novo material (CALLISTER, RETHWISCH, 2018).

5 MATERIAIS COMPÓSITOS

O surgimento dos compósitos como materiais deu-se na metade do século XX, com a fabricação de compósitos multifásicos. O reconhecimento dessa nova maneira de combinar materiais levou a identificação dos compósitos como uma nova classe distinta de metais, cerâmicas e polímeros tradicionais (CALLISTER, RETHWISCH, 2018). Com isso podemos compreender que os compósitos são a união de dois ou mais materiais que são utilizados em conjunto para resultar em uma nova combinação de propriedades. Eles podem ser selecionados de forma a resultar em combinações de rigidez, resistência mecânica, densidade, desempenho em altas temperaturas, resistência à corrosão, dureza e condutividade (ASKELAND, WRIGHT, 2014).

Levando em conta essas diferentes características, estes materiais podem apresentar diferentes aplicações, dependendo de fatores, como seu desempenho estrutural, preço, disponibilidade das matérias-primas, e do andamento de seu processo de fabricação, entre outros parâmetros (NETO, PARDINI, 2018). A figura 1 abaixo ilustra um esquema simplificado proposto por Callister e Rethwisch (2018) para a classificação dos compósitos, apresentando quatro divisões principais: compósitos reforçados com partículas, compósitos reforçados com fibras, compósitos estruturais, e nanocompósitos.:

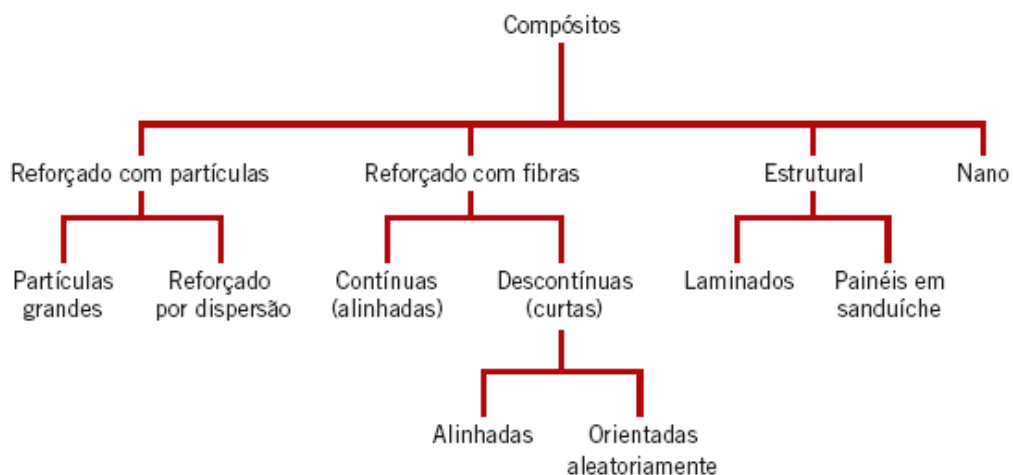


Figura 1 - Esquema de classificação para os vários tipos de compósito
 Fonte: Callister; Rethwisch (2018, p.583)

Os materiais compósitos são constituídos pelas fases; matriz e fase dispersa (material de reforço). A fase dispersa pode ser disposta levando em conta quatro formas, que podem influenciar nas propriedades do compósito: a disposição pela forma, pelo tamanho, pela distribuição e pela orientação das partículas (CALLISTER, RETHWISCH, 2018). Os reforços para compósitos podem se apresentar na forma de fibras contínuas, picadas e na forma de partículas. As fibras ou filamentos são o elemento de reforço dos compósitos estruturais que efetivamente suportam carregamento mecânico (NETO, PARDINI, 2018). O material da matriz transmite as tensões às fibras, que resistem à força aplicada. A matriz também protege as fibras, minimizando a difusão de espécies, como oxigênio ou umidade, que podem degradar as propriedades mecânicas delas. Com isso, a resistência do compósito pode ser elevada tanto em temperatura ambiente como em altas temperaturas (ASKELAND, WRIGHT, 2014).

5.1 Compósitos Reforçados com Fibra

Utilizando fibras como material de reforço, a resistência e rigidez do compósito em relação ao peso aumentam. A forma de organização da orientação das fibras, sua concentração e distribuição também influenciam nestes aspectos (CALLISTER; RETHWISCH, 2018). O autor apresenta em relação a orientação das fibras que há dois possíveis modos de aplicação: (1) alinhar paralelamente ao eixo longitudinal das fibras em uma única direção e (2) alinhar totalmente aleatório. Na figura abaixo, pode-se observar o esquema de disposição de fibras que podem ser (a) contínuas e alinhadas, (b) descontínuas e alinhadas e (c) descontínuas e orientadas aleatoriamente:

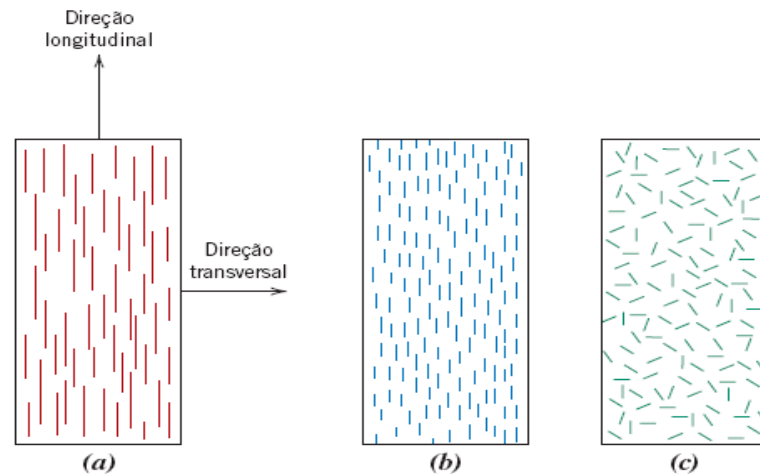


Figura 2 - Representações esquemáticas de compósitos reforçados com fibras.
Fonte: Callister; Rethwisch (2018, p. 589)

Os compósitos obtidos a partir de fibras alinhadas tendem a ser muito mais eficientes estruturalmente (ou seja, mais resistentes e rígidos) em relação aos compósitos obtidos com fibras picadas e descontínuas. Essas características indicam que a orientação das fibras, sendo contínuas ou não, influenciam significativamente as propriedades mecânicas dos compósitos, conferindo diferentes propriedades e atributos (NETO; PARDINI, 2018).

Existe uma variedade de métodos para a produção dos compósitos, dependendo da aplicação e dos materiais. Compósitos reforçados com fibras curtas são formados misturando-se as fibras com uma matriz líquida ou plástica e, em seguida, utilizando-se técnicas relativamente convencionais, como moldagem por injeção para compósitos de base polimérica ou fundição de compósitos com matriz metálica (ASKELAND; WRIGHT, 2014).

Para que se consiga produzir compósitos com materiais de origem vegetal é necessário realizar a mistura adequada de fibras, a seleção da matriz de apropriada, os tratamentos de superfície adequados e se necessário, utilizando técnicas de fabricação de baixo custo. Com isso, consegue-se proporcionar maior adesão, menor umidade e menor sensibilidade aos compósitos (SATYANARAYANA, 2010). Após o processamento, os compósitos podem ser caracterizados para verificar o seu comportamento diante da umidade, de forças mecânicas, da degradação e de outros fatores.

Com a necessidade de preservar o meio ambiente das agressões oriundas dos processos industriais e reduzir o uso de recursos não renováveis, como o petróleo, e

poder assim, promover o desenvolvimento sustentável, o uso de matérias-primas de origem vegetal e, portanto, renováveis, vem crescendo nos últimos anos. Até agora, o uso de materiais sintéticos tem causado problemas ambientais, e o seu uso em compósitos tem contribuído para a geração de um lixo que apresenta dificuldades de reciclagem (NETO; PARDINI, 2018). As fibras sintéticas são produzidas a partir de resinas derivadas do petróleo e surgiram após a Segunda Guerra Mundial. No Brasil, estas começaram a ser produzidas em 1955 (ROMERO *et al.*, 1995). Algumas delas são poliéster, polipropileno, *nylon*, carbono, aramida e o acrílico.

Assim, para os autores, a utilização de fibras de origem vegetal em um compósito, tem como objetivo principal fazer com que seja um material reciclável e de baixo custo, sendo suas principais vantagens: baixa massa específica; maciez e abrasividade reduzida; recicláveis, não tóxicas e biodegradáveis; baixo custo; estimulam empregos na zona rural; e baixo consumo de energia na produção. Uma das possibilidades de elaborar uma forma de compósito de origem vegetal, como uma solução ao Design, é a utilização do bagaço de cana com resina, que será o foco de estudo do presente projeto.

5.2 Bagaço de cana

Introduzido pelos portugueses, na década de 1530, o cultivo de cana-de-açúcar é uma das mais antigas formas de cultura e símbolo do território brasileiro. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO), desde 1980, o Brasil se tornou o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (IBGE, 2017).

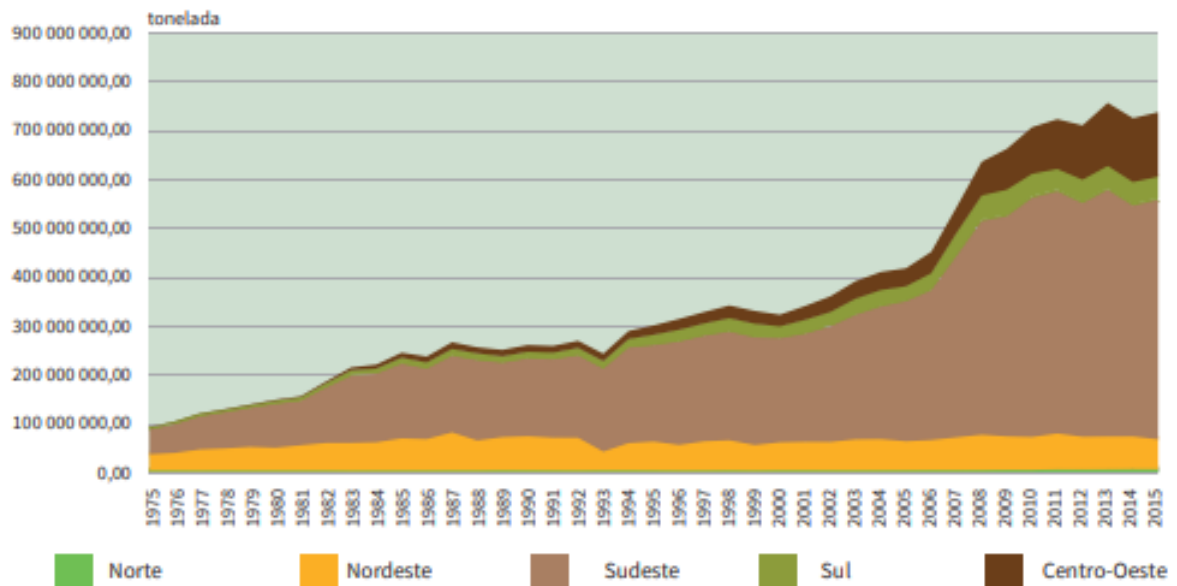


Figura 3 - Produção total de cana de açúcar no Brasil de 1975 a 2015.
Fonte: IBGE (2017, p.38)

O primeiro momento, marcado por uma forte expansão das lavouras, vai de 1975 a 1987; o segundo, período de 1987 a 2000, a produção de cana-de-açúcar permaneceu praticamente estagnada, porém, de 2000 em diante, ficou marcado novamente por um período de rápida expansão da atividade canavieira, observando um grande salto quantitativo na produção, tendo se estabilizado desde então (IBGE,2017).

Da cana-de-açúcar pode-se aproveitar praticamente todos os seus subprodutos. Dentre eles, destaca-se o bagaço da cana. Um resíduo fibroso da extração do caldo pelas moendas. A quantidade produzida depende do teor de fibra da cana processada, apresentando, em média, 46% de fibra e 50% de umidade, resultando, aproximadamente, em 280 quilos de bagaço por tonelada de cana processada (ALCARDE, 2009).

A cana-de-açúcar tem uma das maiores taxas de eficiência de bioaproveitamento, proporcionando uma valiosa fonte de biocombustível, e as fibras do bagaço têm muita utilidade na área de design, inclusive para uso em móveis (LEFTERI, 2015). A indústria da cana-de-açúcar produz, principalmente, como subproduto, energia elétrica, obtida a partir da queima do bagaço em centrais termelétricas. Além de energia, é também utilizado como ração e adubo para animais, e estão sendo desenvolvidos outros subprodutos, como etanol de segunda geração,

o plástico verde e fibra têxtil. Também a partir do bagaço e da palha da cana de açúcar é possível retirar celulose para fabricação de papel (IBGE, 2017).

5.3 Resina à base de lignina

A composição química das plantas pode variar entre as espécies, mas sua composição apresenta aproximadamente 25% de lignina e 75% celulose e hemicelulose. A celulose é um dos produtos mais explorados da natureza, conseguindo fazer sua identificação, extração e aplicação em diversos usos, desde papéis artesanais coreanos às arquiteturas de Shigeru Ban (LEFTERI, 2015).

A lignina é um biopolímero derivado das plantas, que constitui a estrutura e fornece rigidez às madeiras e plantas e atua como transporte interno de nutrientes e água e protege contra ataques de microorganismos. Porém a lignina também pode ser encontrada como um subproduto nas indústrias de papel, no processo de extração da celulose das madeiras, chamado polpação, processo no qual reduz a madeira à polpa de celulose (CALVO-FLORES *et al.*, 2015).

Em razão de ser um recurso proveniente de fontes renováveis, o uso da lignina é ambientalmente compatível. Dessa forma, não são tóxicas e têm desempenho extremamente versátil (ABE *et al.*, 2010). Assim, é uma candidata promissora para algumas aplicações desejáveis, como a produção de produtos químicos, polímeros, fibras de carbono ou novos materiais. Suas vantagens são a biodegradabilidade, baixa toxicidade, propriedades antioxidantes e baixo custo (CALVO-FLORES *et al.*, 2015).

6 MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo apresenta a metodologia, os materiais e equipamentos utilizados. Os procedimentos utilizados no presente trabalho se caracterizam como uma pesquisa experimental, estudando e avaliando cada etapa produzida que leve ao resultado esperado. A Figura 4 apresenta o fluxograma com as etapas para a confecção dos compósitos, desde a separação das fibras até a etapa de prototipação.

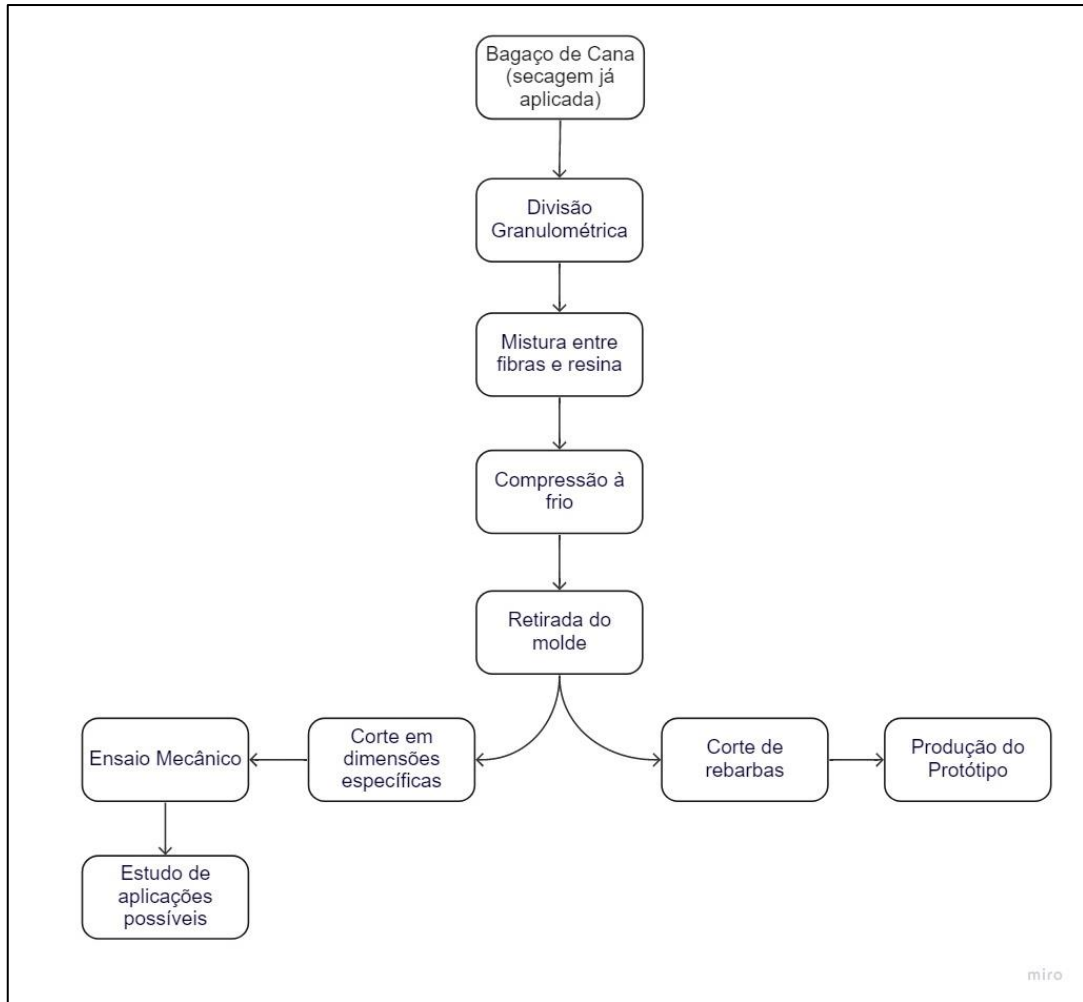


Figura 4 - Fluxograma ilustrativo da metodologia para produção do compósito
Fonte: Autora, 2021

6.1 Metodologia

Para que o projeto tenha êxito nos aspectos técnicos de seu desenvolvimento, o compósito será produzido, seguindo a metodologia de Mike Baxter (2011), “Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos. As atividades podem ser divididas em quatro etapas:

- a) ideias preliminares: explorar ideias para teste de mercado e apresentar o conceito do produto com desenhos simples;
- b) especificação: especificar a oportunidade e o projeto para definir o conceito e selecionar o que será ideal;
- c) configurações: Realizar novo teste de mercado com o conceito realizado, verificando se há mudanças de técnicas e/ou processos de fabricação e assim,

selecionar a melhor configuração do produto para realizar o terceiro teste de mercado;

d) produção: criar os desenhos detalhados do produto e seus componentes e assim, fabricar o protótipo.

Para criar uma solução de mercado efetiva no design, é necessário colher informações e opiniões dos possíveis consumidores. Para isso, será abordada a metodologia de Gavin Ambrose (2011), "Design Thinking". Este processo compreende sete etapas, são elas:

a) definir: definir o problema e o público-alvo;

b) pesquisar: análise de informações do histórico do problema, pesquisa de usuário final e entrevistas de opinião orientadas, identificando possíveis obstáculos;

c) gerar ideias: identificar as necessidades do consumidor final e com isso realizar o brainstorming;

d) testar protótipos: desenvolvimento das ideias

e) selecionar: análise das soluções propostas em relação ao objetivo definido no início, e com isso selecionar a melhor

f) implementar: desenvolver o design e entregar

g) aprender: feedback para o aprimoramento do desempenho do produto

O projeto será desenvolvido levando em conta alguns aspectos ligados a sustentabilidade. Porém, como a presente pesquisa trata-se de um Trabalho de Conclusão de Curso, não será possível acompanhar todo o ciclo de vida do produto. Com isso, seu desenvolvimento procurara utilizar as formas mais limpas e menos danosas ao meio ambiente, sugerindo por fim como deverá ser feita a sua manipulação nas fases seguintes de seu ciclo de vida.

Embora o processo seja apresentado linearmente, as etapas anteriores podem ser retomadas toda vez que se necessitem reformulações. Para melhor entendimento, a tabela a seguir mostra passo a passo que será adotado no presente trabalho com base nas três metodologias apresentadas:

Quadro 1 - Processo Metodológico

Definição	a) Definir problema de produto;
Análise	a) Analisar casos similares b) Definir as prioridades para o projeto c) Definir conceito
Análise do material	a) Criar moldes para criação do compósito, variando sua estrutura; b) Realizar a análise física e mecânica dos compósitos obtidos; c) Definir os requisitos do produto de acordo com as especificações técnicas obtidas.
Geração de Ideias	a) Gerar ideias levando em conta o conceito, as especificações técnicas e as necessidades do usuário; b) Analisar quais propostas se adequam aos objetivos definidos; c) Selecionar as propostas mais promissoras.
Produção	a) Desenvolver as ideias; b) Desenvolver os desenhos técnicos; c) Produzir os moldes de acordo com as ideias selecionadas. d) Produzir o compósito e) Finalizar o modelo funcional
Feedback e comunicação	a) Apresentar o protótipo e recolher feedbacks dos usuários b) Analisar as informações obtidas para possíveis alterações futuras c) Analisar a forma de comunicação que seria abordada para a melhor divulgação das características do produto

Fonte: A autora, baseado na metodologia de Carlo Vezzoli (2010), Mike Baxter (2011) e Gavin Ambrose (2011).

6.2 Equipamentos

Os equipamentos utilizados na fabricação do compósito foram: Estufa de secagem e esterilização Lucadema à 70° (Figura 5), prensa hidráulica para esmagamento com aquecimento Marconi (Figura 6), manta de teflon impermeável para prensa térmica e chapa de madeira para apoio do molde, molde de MDF para depositar a mistura, potes plásticos para depositar a resina e a fibra, luvas de borracha, balança 10kg digital Original Line modelo SL0363 e bandeja de plástico para a mistura (Figura 7).



Figura 5 - Estufa de secagem e esterilização
Fonte: Acervo da autora, 2022



Figura 6 - Prensa hidráulica para esmagamento com aquecimento.
Fonte: Acervo da autora, 2022.

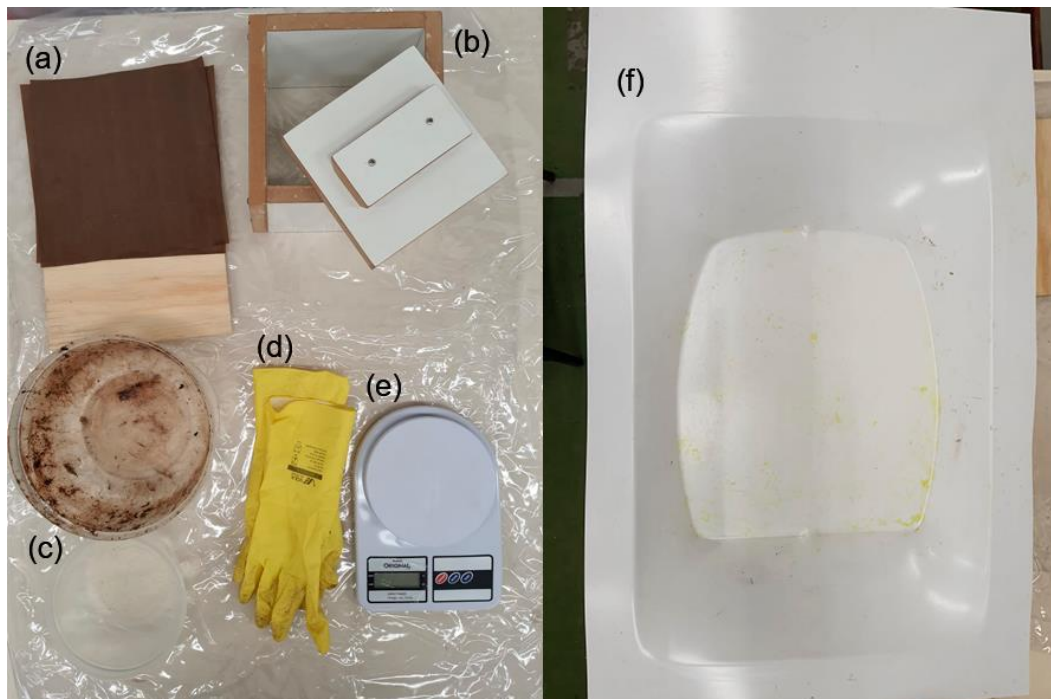


Figura 7 - (a) manta de teflon impermeável e chapa de madeira, (b) molde de MDF, (c) potes plásticos, (d) luvas de borracha, (e) balança 10kg digital e (f) bandeja de plástico para a mistura.
Fonte: Acervo da Autora, 2022.

Para realizar a divisão do bagaço de cana, foi utilizada as peneiras granulométricas com abertura de malha de 2 e 7 milímetros (Figura 8), sendo possível

dividir as fibras em 3 diferentes tamanhos. Essas estruturas estão disponíveis no espaço de Painéis Reconstituídos e Tecnologias Sustentáveis – PARTES, anexo à Marcenaria do Departamento Acadêmico de Desenho Industrial (DADIN) da UTFPR, sede Centro. Este laboratório foi fundado em 2022 e é centrado para o desenvolvimento de compósitos.



Figura 8 - Peneiras granulométricas
Fonte: Acervo da autora, 2022.

6.3 Resina à base de Lignina

A resina fenol-lignina-formaldeído utilizada nesse trabalho foi a Eco Residur fornecida pela empresa GPC Química. É uma resina líquida, escura e avermelhada (Figura 9). Segundo informações do laudo de análise fornecido pela empresa, é indicada para colagem de madeirais e materiais porosos em geral, como compensados resistentes a água, fibra cimento entre outros (Apêndice 2).

Possui validade de 60 dias se estocada a uma temperatura média de 25°C. Em temperaturas baixas (abaixo de 10°C) ela é estável, porém sua viscosidade aumenta, e em altas temperaturas seu tempo de vida útil é reduzido. É facilmente removido com água, mas é aconselhado o uso de luvas, óculos de proteção e avental para seu manuseio. A cura ocorre apenas com calor, a partir de 6 minutos a 100°C.



Figura 9 - Resina à base de Lignina
 Fonte: Acervo da autora, 2022.

6.4 Bagaço de Cana

O bagaço de cana a ser utilizado no presente trabalho é proveniente de usina de açúcar e álcool do interior de São Paulo. O material já se encontra separado e passou pelo processo de secagem e divisão granulométrica.

A divisão foi realizada para separar as fibras em 3 formatos: finas, médias e grossas (Figura 10). Primeiramente, separa-se as fibras finas com a peneira de abertura 2 milímetros. Posteriormente é realizada a divisão entre as médias e grossas com a peneira de abertura 7 milímetros.



Figura 10 - Fibras de bagaço de cana separadas em fina, média e grossa.
 Fonte: Acervo da autora, 2022

6.5 Produção do compósito

Inicialmente, para descobrir a quantidade do material a ser utilizado na fabricação foi feito cálculo de volume, de acordo com as dimensões do molde à disposição e a espessura desejada da placa:

$$V = \text{comprimento} \times \text{altura} \times \text{largura}$$

$$V = 0,16\text{m} \times 0,16\text{m} \times 0,005\text{m}$$

$$V = 0,000128\text{m}^3$$

Em seguida, calcula-se a densidade da placa desejada, utilizando como valor de referência o valor da densidade do MDF que corresponde a $1\text{m}^3 = 700 \text{ kg}$. Dessa forma é possível encontrar o peso de fibras a ser utilizado:

$$1\text{m}^3 = 700\text{kg}$$

$$0,000128\text{m}^3 = x$$

$$x = 0,0896\text{kg} \text{ ou } 89,6\text{g}$$

Assim, o peso utilizado no bagaço de cana é aproximadamente 90 gramas. Para descobrir a dosagem da resina (y), foi considerada o teor de não voláteis da resina, que corresponde a 51% do total. Os valores utilizados na fabricação foram variados para entender como o material se comportaria e sendo alterado de acordo com os resultados obtidos. Portanto, o cálculo a seguir demonstra o exemplo utilizado em um dos exemplos das placas:

$$y = 40\% \text{ de } 90\text{g} \text{ de fibra}$$

$$y = 36\text{g} \text{ de resina líquida ou } 18\text{g} \text{ de resina sólida}$$

Com a quantidade de resina obtida, é possível seguir com a fabricação do compósito. Primeiramente separa-se as fibras de acordo com o tamanho que deseja em um recipiente e leva à balança para sua pesagem. Logo após, despeja-se a resina em outro recipiente e leva para pesagem. Em seguida, dispõe as fibras na bandeja e aos poucos coloca-se a resina por cima, misturando os dois materiais (Figura 11).



Figura 11 - Preparação das fibras
Fonte: Acervo da autora, 2022.

A seguir, a mistura é disposta no molde de MDF para acomodar o material. O molde está apoiado na chapa de madeira com a manta de teflon por baixo, pois esta ajuda o material não aderir no prato aquecido. Logo em seguida é colocada a outra manta por cima e levado à prensa hidráulica (Figura 12).



Figura 12 - Fibras conformadas para ir à prensa
Fonte: Acervo da autora, 2022

A resina à base de Lignina é termofixa, ou seja, cura com calor. Os termofixos podem ser conformados por moldagem a compressão, moldagem por transferência de resina, moldagem por injeção, pultrusão e fundição (ASHBY, 2011, p.198). Para o presente trabalho foi utilizada a moldagem a compressão em uma prensa hidráulica de esmagamento com aquecimento.

A moldagem por compressão (Figura 13) cria pressão com aquecimento sobre o material, que passa por um período de cura e por fim, o molde é aberto e a peça é retirada. Este processo de fabricação é limitado a formas simples e necessitam de algum acabamento para remover rebarbas (ASHBY, 2011, p.274).

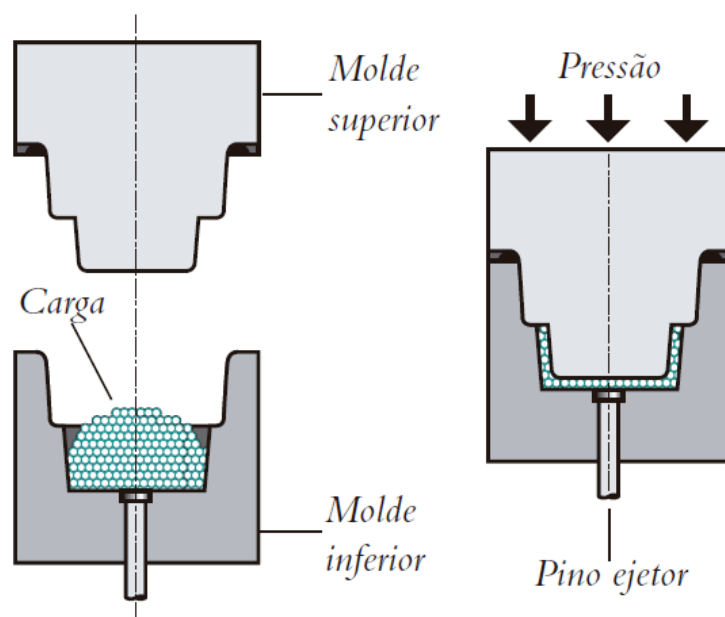


Figura 13 - Ilustração da moldagem por compressão
Fonte: Ashby (2011, p. 274)

7 EXPERIMENTAÇÃO

A fim de entender melhor o comportamento dos materiais, foram realizados alguns testes variando a quantidade de resina e a granulometria da fibra. Todas as variações dão resultados diferentes, podendo ser observado que a possibilidade dos materiais compósitos é enorme, o que determina é o fim que o material será usado.

Inicialmente foram feitos pequenos testes com bagaço de cana e resina, em uma forma de silicone, para ver o comportamento da resina em temperatura ambiente.

Porém como a resina não tem cura em temperatura ambiente, as fibras ficaram unidas, mas como um aspecto de cola, e não demonstram resistência (Figura 14).



Figura 14 - Testes iniciais em temperatura ambiente
Fonte: Acervo da autora, 2022.

A seguir, foram iniciados os testes na prensa utilizando calor. A quantidade de resina e o tamanho dos granulos da fibra foram se alterando para comparar os diferentes resultados. As seguintes amostras foram submetidas a 100°C, com uma pressão de 3 toneladas e tempo total de 10 minutos:

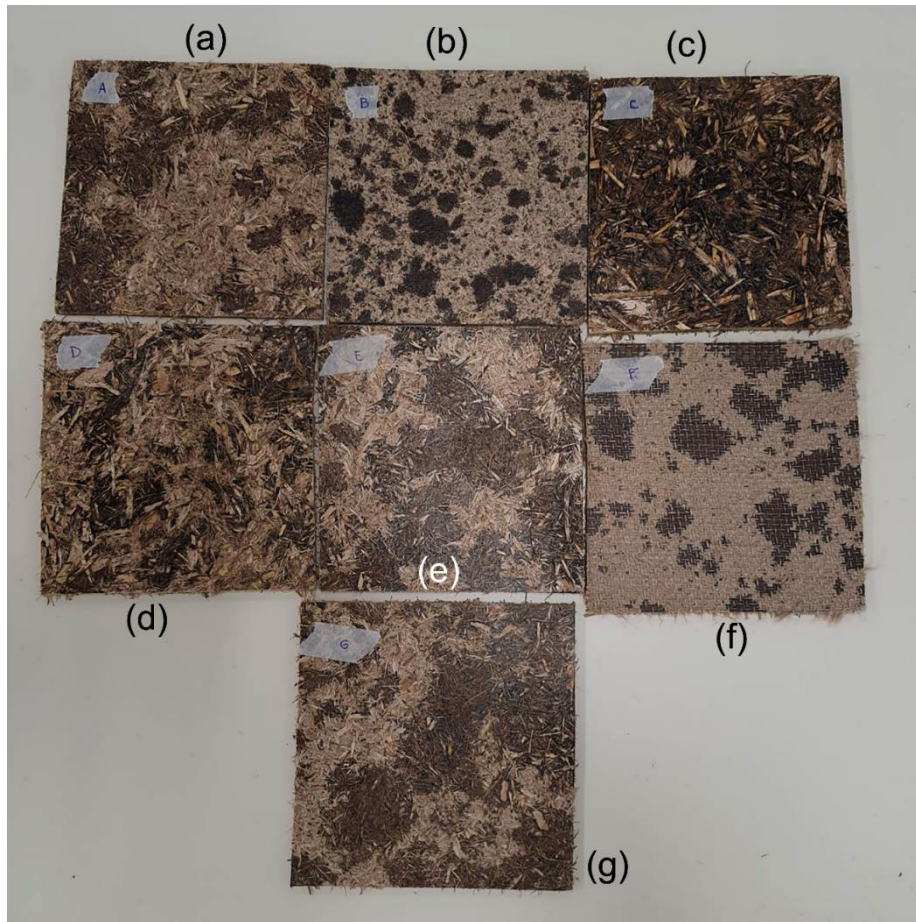


Figura 15 – Testes iniciais na prensa - (a) 90g de fibra média e 18g de resina; (b) 90g de fibra fina e 38g de resina; (c) 90g de fibra grossa e 38g de resina; (d) 90g de fibra grossa e 18g de resina; (e) 90g de fibra média e 27g de resina; (f) 90g de fibra fina, 27g de resina e pedaço de juta; (g) 90g de fibra média e 38g de resina.

Fonte: Acervo da autora, 2022.

As seguintes amostras foram submetidas a 180°C, com uma pressão de 2 toneladas e com tempo de 5 minutos:

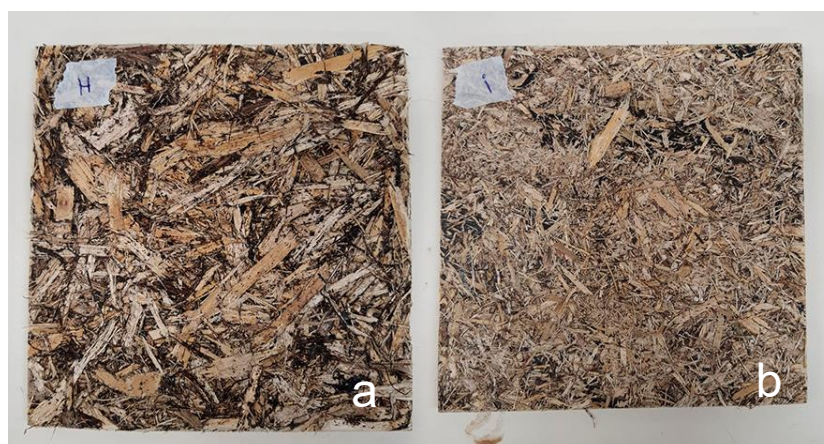


Figura 16 - (a) 90g de fibra grossa e 18g de resina; (b) 90g de fibra média e 27g de resina;

Fonte: Acervo da autora, 2022.

As seguintes amostras foram submetidas a 120°C, com uma pressão de 2 toneladas e com tempo de 8 minutos:



Figura 17 - (a) 90g de fibra média e 27g de resina; (b) 90g de fibra grossa e 18g de resina.

Fonte: Acervo da autora, 2022.

As amostras que foram aplicadas quantidades maiores de temperatura e/ou pressão e tempo apresentaram aspecto mais ressecado, portanto as fibras ficaram mais frágeis. As placas foram submetidas a teste de absorção de água, que consistiu em depositar uma pequena quantidade de água em cima de cada placa e observar no decorrer do tempo.

As placas que foram fabricadas com maior temperatura, ou seja, em que as fibras ficaram mais expostas, absorveram toda a água. Quanto mais resina se utilizou na amostra, mais resistência a absorção foi observada (Figura 18).



Figura 18 - Teste de absorção de água
Fonte: Acervo da autora, 2022.

Também foram realizados testes de usinagem para obter alguns parâmetros mecânicos das peças. Para isso, foi usada a serra fita (Figura 19) e a furadeira com diferentes tamanhos de brocas (Figura 20) e em seguida, também foi realizado corte com o Controle Numérico Computadorizado - CNC (Figura 21).

Com isso, foi possível definir alguns requisitos para dar prosseguimento às próximas etapas. Percebeu-se que a amostra com fibra fina, apesar de ter uma maior absorção da resina, portanto, maior dificuldade para sua distribuição, apresentou uma maior resistência a usinagem. Já a fibra média e grossa, nas amostras que usaram menor quantidade de resina, se soltaram com maior facilidade, formando mais rebarbas e deixando a peça mais frágil.



Figura 19 - Usinagem com serra fita
Fonte: Acervo da autora, 2022.



Figura 20 - Usinagem com furadeira
Fonte: Acervo da autora, 2022.



Figura 21 - Usinagem com CNC
Fonte: Acervo da autora, 2022

Com esses testes foi possível definir requisitos para a próxima etapa de geração de ideias. A amostra escolhida inicialmente para o presente trabalho foi a que possui fibra fina com 40% de resina, ou seja, 38 gramas. Sua escolha foi realizada devido sua resistência apresentada na usinagem. É fundamental tentar maximizar a distribuição da resina sobre a fibra para evitar grumos, que se traduzem em manchas nas placas.

Porém, considerando o tempo de desenvolvimento do projeto, a resina à base de lignina começou a endurecer, devido ao seu tempo de vida. Segundo a empresa fornecedora, foi possível recuperar adicionando um pouco de água. Dessa forma, a resina estando mais dura, teve maior resistência para espalhar sobre as fibras finas. Assim, foi preciso escolher as fibras médias, por possibilitar maior distribuição da resina e menor perda de material em usinagem em relação as fibras grossas. Também a quantidade de resina foi aumentada para 50%, ou seja, 45 gramas, para proporcionar maior resistência.

Essas escolhas foram feitas pois tem-se o objetivo de criar um protótipo no qual o usuário pode reinseri-lo no ciclo de vida do produto, e não apenas descartá-lo. Portanto, o material necessita ter maior resistência devido a esse pressuposto, porém, não descarta as diversas possibilidades que as outras combinações de material podem oferecer.

8 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Nesta etapa do processo foi abordada cada parte do desenvolvimento de produto de acordo com a metodologia apresentada.

8.1 Conceito e similares

Após realizar a avaliação dos compósitos em quesitos mecânicos, é necessário conceituar o material e aplicá-lo em um projeto de produto. Segundo Baxter (2011), o projeto conceitual visa produzir princípios de um novo produto, satisfazendo as exigências do consumidor e diferenciar de outros que já existem no mercado. Assim, é possível desenvolver linhas básicas da forma e função desejada.

A Figura 22 a seguir demonstra alguns produtos, existentes ou exploratórios, criados com compósito de diversos materiais para auxiliar no entendimento de aplicação e geração de conceito e posteriormente, de ideias. São eles: (a) 60% de fibras de coco e 40% de látex natural, por Cocomform, 2016; (b) diferentes fibras orgânicas e ligante natural, por Organoid Technologies GmbH, 2014; (c) poliuretano de mamona e grama, por Kauhana Silva, 2017; (d) cavacos de madeira (celulose 30 - 50%), linhita, milho moído (amido) e resinas naturais, por Treeplast, 2014; (e) bioplástico PHA (produzido por bactérias por fermentação) e Biochar (produzido pela queima de material orgânico em altas temperaturas na ausência de oxigênio), por Jessica Smith, 2020; (f) Ervas marinhas e bio-resina produzida a partir de óleo vegetal, por Carolin Pertsch, 2015; (g) grãos se acumulam do malte de cevada durante o processo de lavagem durante a fabricação da cerveja. As proteínas contidas nos grãos usados atuam como um aglutinante natural, por Niko Stoll e Tillmann Schrempf, 2020 e (h) feno, grama e agente aglutinante natural feito de secreção de abelhas chamado geléia real, por Henry&Co, 2015.



Figura 22 - Exemplos de aplicação de compósito
Fonte: Acervo da autora, 2022

Após verificação dos produtos que utilizam o compósito em sua estrutura e associando com o resultado dos testes experimentais realizados no material de estudo, foi possível criar o conceito do projeto. Trazendo conceito de sustentabilidade ao projeto, pretendeu-se empregar o requisito de ecoeficiência no sistema, chamado otimização da vida do sistema. Esse requisito visa estender a vida do produto e intensificar seu uso. Assim, um produto com a vida maior que outro com a mesma função geralmente implica em menor impacto ambiental (VEZZOLI, 2010). Dessa forma, o produto deve ser algo que possui uma função primária, mas após estar em posse do usuário final, ele possa dar uma segunda função.

Levando em consideração que o material estudado não obteve resultados satisfatórios em formas orgânicas, o produto necessita ter formas planas, ou seja, ser geométrico. Com isso, os conceitos especificados foram:

- Funcionalidade
- Otimização da vida
- Praticidade

Para que o protótipo possa ter uma melhor identificação e poder ser facilmente recordada, foi criado um nome para o projeto. Levando em consideração o reuso de materiais, uma sugestão de produto diferente do convencional e a otimização da vida útil do produto, o trabalho foi nomeado como “Reinvente”. Assim engloba seus conceitos já definidos: Reinvente sua maneira de consumir, Reinvente a maneira de produzir e Reinvente novas formas de utilizar.

8.2 Geração de ideias

Definido o conceito, foi realizado um painel semântico (Figura 23) a fim de auxiliar na geração de ideias.

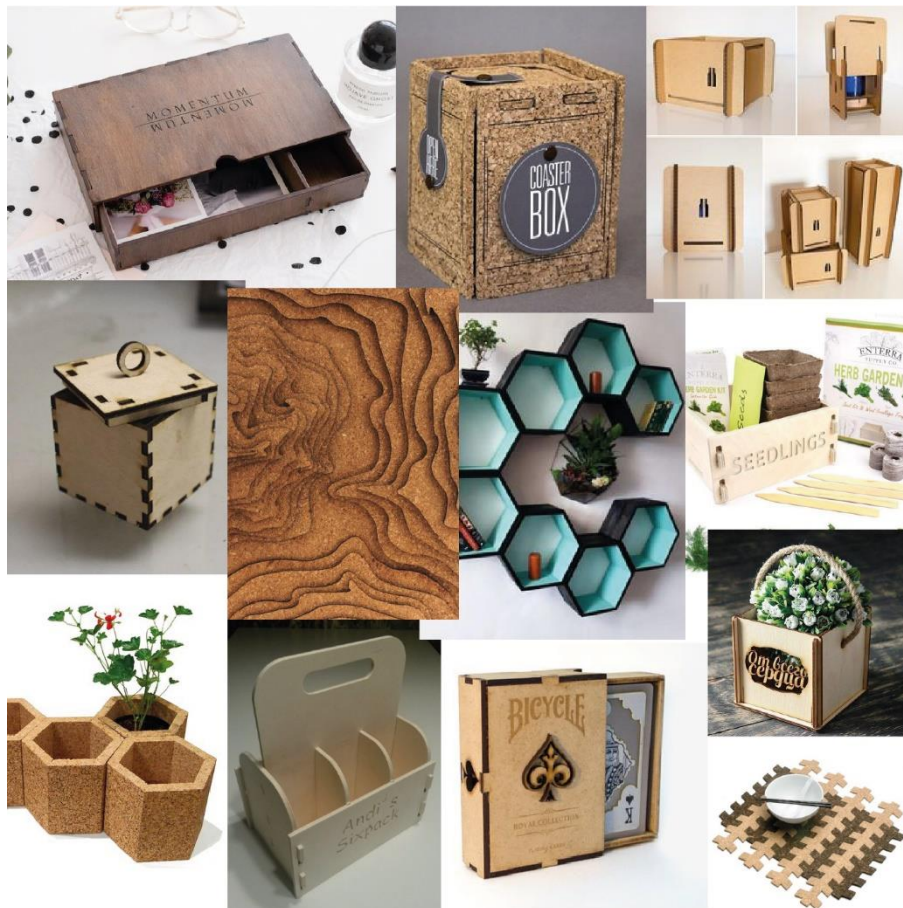


Figura 23 - Painel Semântico
 Fonte: Acervo da autora, 2022.

Analisando o painel semântico, foi definida a criação de uma embalagem, cuja união das placas é feita com encaixes, e tendo sua segunda função como um porta objetos. Foi escolhida a opção de embalagem secundária de perfume para agregar

mais valor tanto a embalagem quanto ao produto que ela armazena. Atualmente, grandes marcas de cosméticos têm investido amplamente na sustentabilidade em todo seu ciclo de produção, como o Boticário e Natura. Dessa forma, investir o material compósito produzido em uma embalagem nesse ramo torna-se significativo e essencial.

Dessa forma, foi feito um segundo painel semântico relacionando embalagens de perfume que já existem (Figura 24).



Figura 24 - Painel Semântico de embalagens de perfume
Fonte: Acervo da autora, 2022.

Após obter todas as informações necessárias, iniciou-se os esboços do projeto (Figura 25), para assim criar os *mockups* e entender melhor a forma do produto.

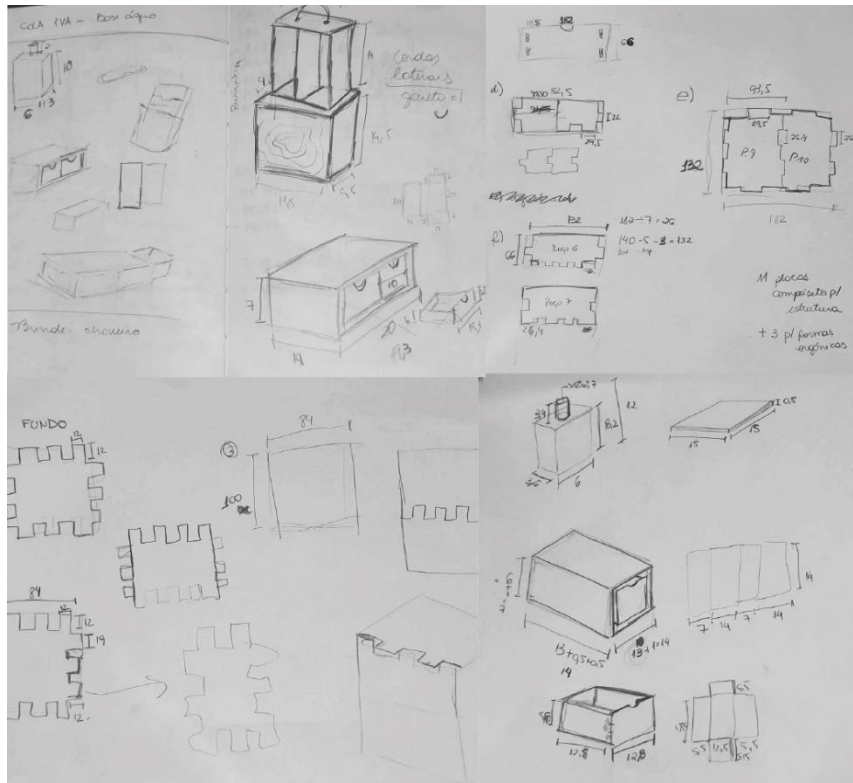


Figura 25 – Esboços
Fonte: Acervo da autora, 2022.

8.3 Mockup

Possuindo o conceito e uma solução para configurar o produto, é necessário verificar se atende aos objetivos definidos. Para isso, é necessário construir um protótipo para entender a forma real do produto, sua funcionalidade e armazenamento. Assim, para esta etapa inicial, pode-se construir um modelo simples em papelão, argila, gesso, madeira ou espuma. São modelos de estudos formais com menor custo, construídos com material diferente do produto final, chamados *mock-ups* (BAXTER, 2011).

Para o presente trabalho, foram feitos *mockups* em chapa de papelão e fita crepe para auxiliar na junção das peças (Figura 26).



Figura 26 - Mockup da embalagem em papelão
Fonte: Acervo da autora, 2022.

8.4 Modelo 3D e Desenho Técnico

Na próxima etapa, ao terminar a configuração do produto, é necessário elaborar as especificações para fabricação, ou seja, deve-se produzir os desenhos técnicos e as especificações para produção. Essas especificações englobam além da escolha do material, que nesse trabalho já estava definido, mas também as máquinas e ferramentas a serem utilizadas, e os acabamentos. Também deve-se identificar em um fluxograma as etapas das montagens das peças (BAXTER, 2011).

Dessa forma, com a melhor forma escolhida na etapa do *mockup*, foi possível criar o modelo 3D do objeto no programa SolidWorks, podendo definir os encaixes das peças e a quantidade de placas a serem produzidas (Figura 27). Para realizar o corte das peças, foi utilizado o método de usinagem com CNC (Figura 28). Assim, foi

necessária criar as vistas 2D do modelo e desenho técnico com as dimensões para verificação e detalhamento técnico (Apêndice 1).

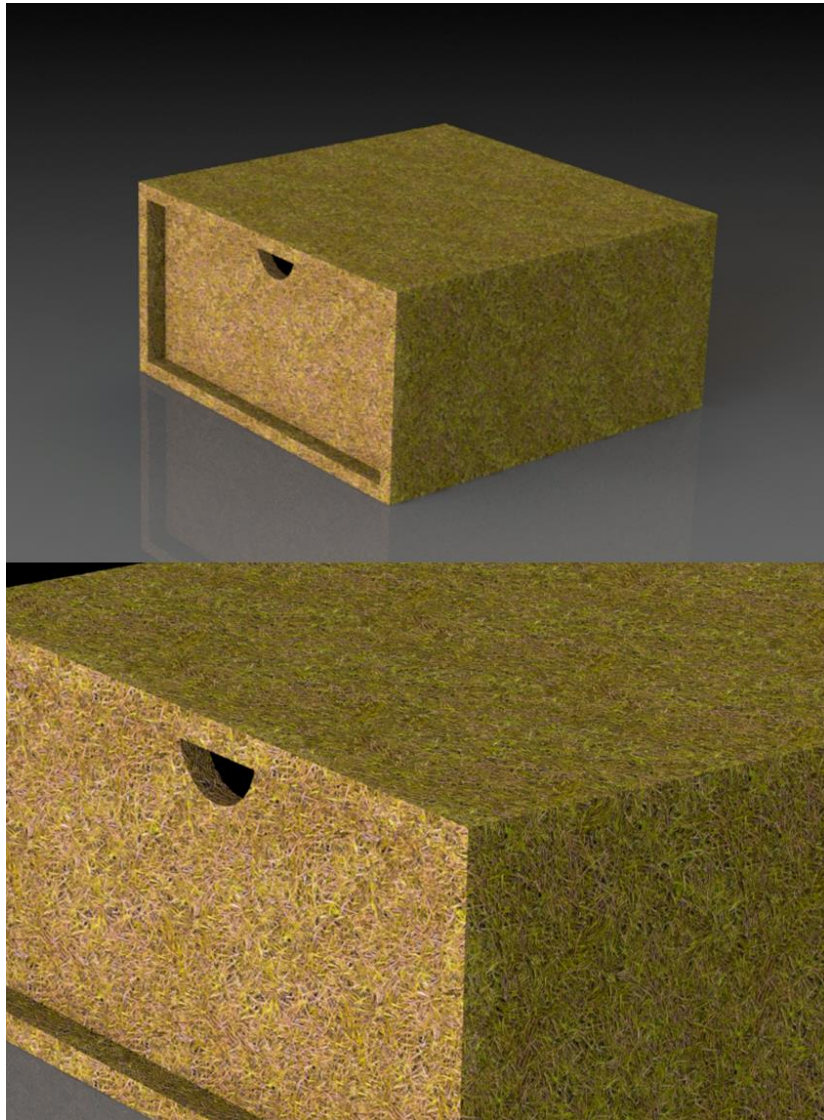


Figura 27 - Projeto 3D
Fonte: Acervo da autora, 2022.



Figura 28 - Usinagem das peças para protótipo
 Fonte: Acervo da autora, 2022.

8.5 Prototipagem

Após a usinagem das placas de compósito, foi definido um fluxograma para especificar as etapas de montagem (Figura 29).

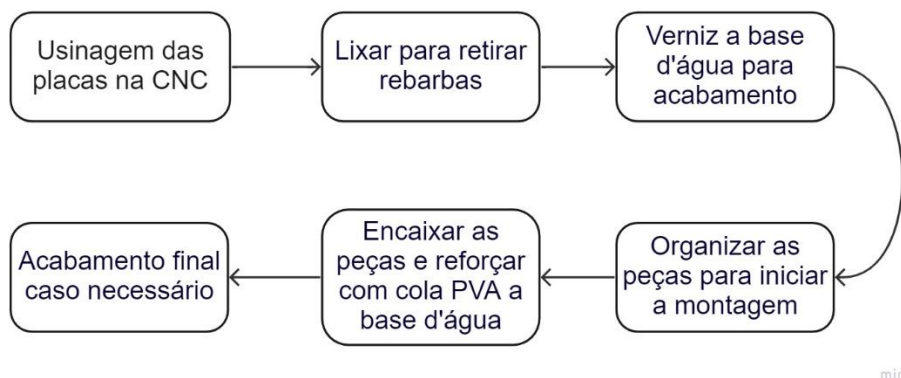


Figura 29 - Fluxograma de montagem do protótipo
 Fonte: Acervo da autora, 2022.

O verniz é empregado para oferecer mais resistência e durabilidade do produto, além de atribuir um acabamento esteticamente mais agradável. A cola foi empregada também para fornecer maior durabilidade a peça já que permite que os encaixes fiquem unidos. Para este trabalho foi usado o Verniz Marítimo Poliulack da Sayerlack

e a Cola Branca Poliacetato de vinila - PVA Extra da Mundial Prime (Figura 30). Ambos os materiais são a base d'água para serem menos agressivos ao meio ambiente.



Figura 30 - Montagem e acabamento do protótipo
Fonte: Acervo da autora, 2022

8.6 Fotos do protótipo e cenas de uso

Para melhor visualização, foram realizadas fotos em estúdio do protótipo, com enquadramentos detalhados (Figura 31 e 32).



Figura 31 - Fotos detalhadas do protótipo
Fonte: Acervo da autora, 2022.



Figura 32 - Fotos detalhadas do protótipo
Fonte: Acervo da autora, 2022

Para visualizar o uso da Reinvente, esta foi disposta em possíveis cenas do cotidiano. A primeira foi a demonstração de seu uso primário, como embalagem de perfume (Figura 33). A segunda mostra seu uso como um porta-joias (Figura 34) e a terceira mostra a embalagem separada, uma parte sendo usada como um cachepô para guardar as chaves e a outra parte para guardar as cartas recebidas (Figura 35).



Figura 33 - Primeira cena de uso: embalagem de perfume
Fonte: Acervo da autora, 2022.



Figura 34 - Segunda cena de uso: porta-joias
Fonte: Acervo da autora, 2022.



Figura 35 - Terceira cena de uso: cachepô
Fonte: Acervo da autora, 2022.

9 FEEDBACK

A fim de colher informações de validação do protótipo para analisar possíveis alterações e melhorias futuras, foi criado um formulário na plataforma Google para obter feedbacks de prováveis usuários. A pesquisa foi dividida em 3 partes: conhecimento da área de estudo, análise do produto e por fim, a funcionalidade.

Para melhor interpretação de resultados, foi feita uma pesquisa com uma amostragem de 28 pessoas, estas sendo já estabelecidas profissionalmente e tendo idade entre 20 a 69, sendo a maioria do gênero feminino (Gráfico 1 e 2).

Qual sua idade?

28 respostas

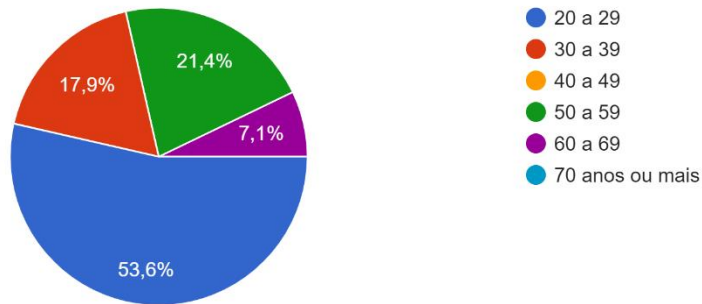


Gráfico 1 - Idade dos pesquisados

Fonte: A autora, 2022.

Qual gênero você se identifica?

28 respostas

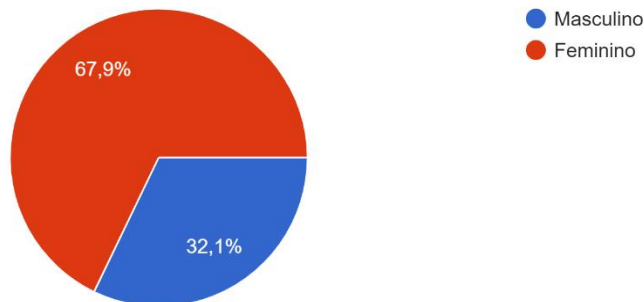


Gráfico 2 - Gênero dos pesquisados

Fonte: A autora, 2022.

Para compreender se as pessoas pesquisadas já possuíam algum conhecimento sobre essa área de estudo, foi questionado sobre o consumo e conhecimento desse tipo de produto, mostrando que mesmo que a maioria já tenha ouvido falar sobre, não possuem o costume de consumi-los (Gráfico 3 e 4).

Você costuma pesquisar e/ou consumir produtos feitos com materiais não convencionais? (Que não são feitos de materiais comumente conhecidos como madeira, plástico, etc)

28 respostas

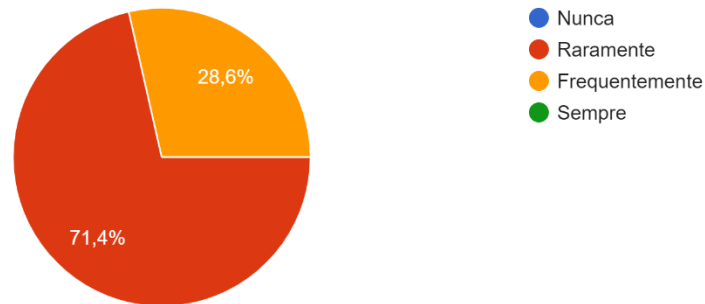


Gráfico 3 - Consumo de materiais não convencionais

Fonte: A autora, 2022.

Você já ouviu falar sobre produtos feitos com materiais de descarte?

28 respostas

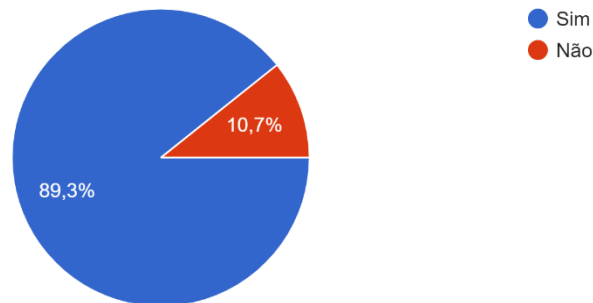


Gráfico 4 - Conhecimento sobre produtos com materiais de descarte

Fonte: A autora, 2022.

Seguindo para a segunda parte da pesquisa, foi feita uma análise do produto compreendendo a importância de haver um produto feito com esse material e se as pessoas iriam adquirir, também considerando se tivesse menor ou maior custo se comparado aos convencionais (Gráficos 5, 6, 7 e 8).

De 1 a 5, qual a chance de você adquirir um produto feito com esse material?

28 respostas

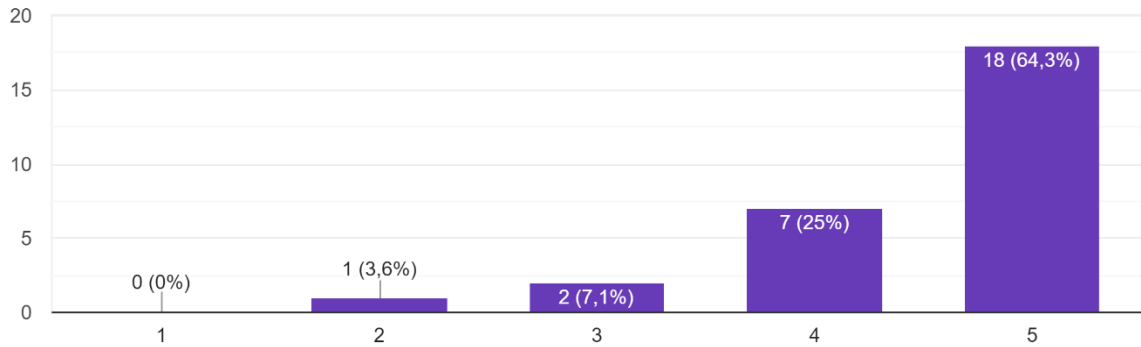


Gráfico 5 - Chance de adquirir o material produzido

Fonte: A autora, 2022.

Quão importante você considera ter um objeto com o conceito de reutilização de produtos de descarte e/ou subprodutos em sua composição?

28 respostas

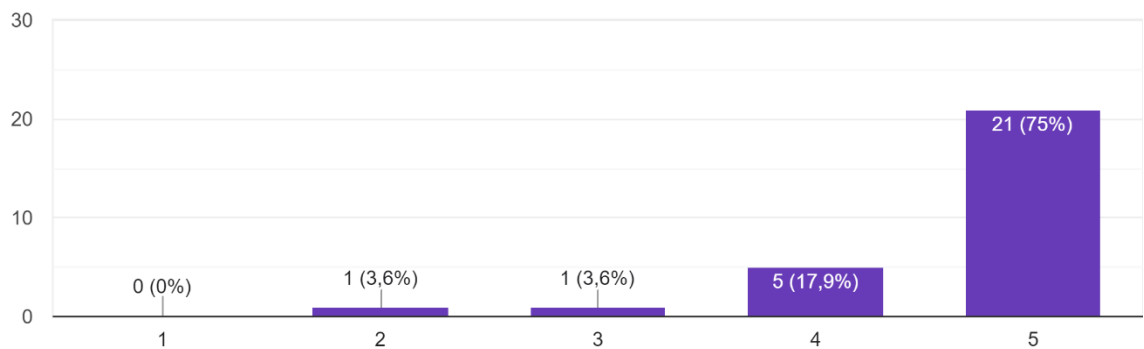


Gráfico 6 - Importância do conceito de reutilização no material do produto

Fonte: A autora, 2022.

Se esse material tivesse um custo menor que os convencionais, você optaria por este produto?

28 respostas

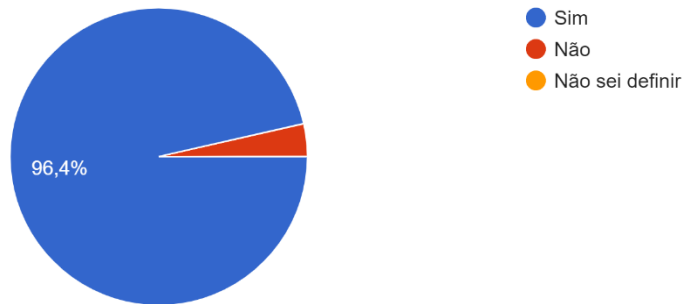


Gráfico 7 - Consumo se o produto tivesse um custo menor

Fonte: A autora, 2022.

E se tivesse um custo maior, você optaria por este produto?

28 respostas

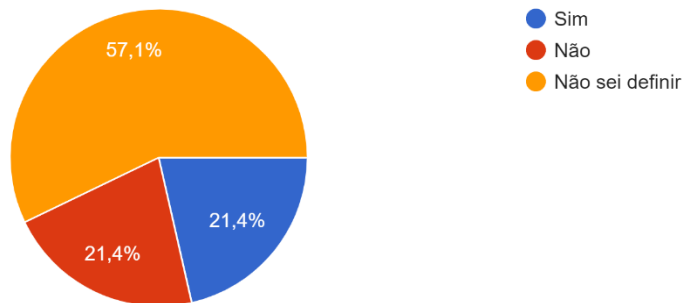


Gráfico 8 - Consumo se o produto tivesse um custo maior

Fonte: A autora, 2022.

Como pode ser observado, a maioria dos pesquisados consideram importante existir produtos nessa linha de produção e comprariam caso fosse de menor custo dos convencionais, pois a maioria não soube definir se acaso tivesse maior custo.

Avançando para a última parte, foi examinado com os pesquisadores a impressão de funcionalidade que eles tiveram ao analisar o produto. Foi questionado sobre a função de embalagem e porta objetos, se as pessoas gostariam de ter um produto que possam dar outro objetivo depois de adquirido e se gostariam de comprar um produto com esse tipo de embalagem (Gráficos 9, 10, 11 e 12).

Como embalagem de perfume, o produto cumpre sua função?
28 respostas

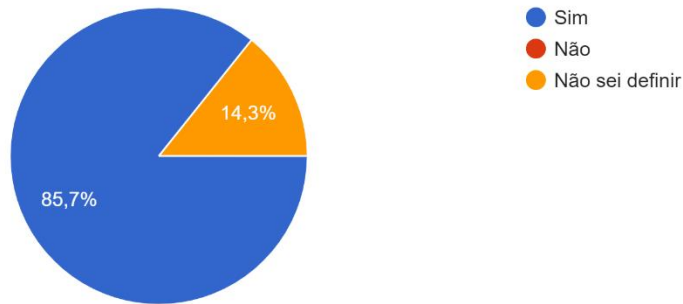


Gráfico 9 - Funcionalidade como embalagem de perfume
Fonte: A autora, 2022.

E como porta trecos, o produto cumpre sua função?
28 respostas



Gráfico 10 - Funcionalidade como porta trecos
Fonte: A autora, 2022.

Você gostaria de ter um produto em que a embalagem poderia ser reaproveitada dando um novo uso?
28 respostas

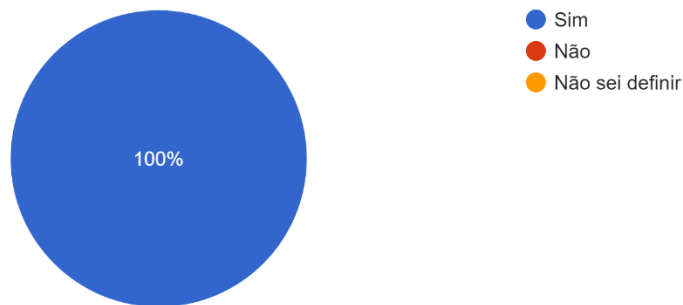


Gráfico 11 – Desejo dos pesquisados se pudessem ter um produto que pudesse ser reaproveitado em novo uso
Fonte: A autora, 2022.

Você compraria um produto que tivesse esta embalagem?

28 respostas

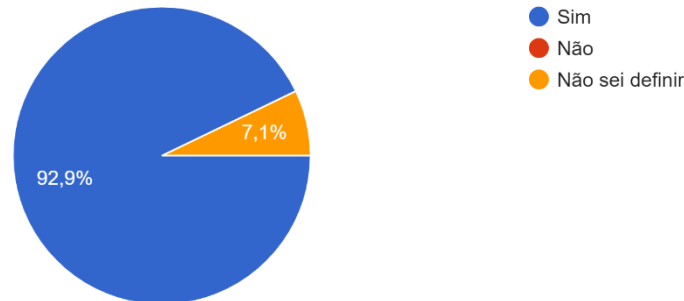


Gráfico 12 - Chance de aquisição de um produto que tivesse esta embalagem
Fonte : A autora, 2022.

Como constatado, a maioria dos pesquisados consideram válida ambas as funcionalidades designadas para a embalagem Reinvente e gostariam de ter um objeto que possa ser reutilizado dando outras funções.

Para finalizar a pesquisa, foi deixado dois campos com pergunta aberta, não obrigatórias, caso os pesquisados desejassem fazer considerações e sugerir melhorias e mudanças. Analisando as respostas, foi considerado ser acompanhado de um rótulo para melhor compreensão como embalagem de perfume. Sobre a estrutura na produção, foi sugerido usar substratos naturais para dar coloração a peça e a espessura das placas serem mais finas para dar um acabamento mais delicado.

Também foi sugerido ideias estruturais após o produto pronto, como ter outros tamanhos de embalagens em que os encaixes se ajustariam com todos os tamanhos, assim o usuário poderia colecionar e montar objetos modulares. Do mesmo modo, foi proposto uma cama para o vidro do perfume ficar mais bem acomodado e facilitar seu transporte.

Em conclusão, os pesquisados gostaram bastante da ideia e conceito do projeto, levando em conta a importância da sustentabilidade como esperança para um futuro melhor e relevância da reutilização de materiais. Esteticamente foi considerado como rústico, agradando a maioria das pessoas. Foi apontado sobre marcas de cosméticos que utilizam do conceito de sustentabilidade em suas embalagens em relação ao presente trabalho.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver um compósito de bagaço de cana com resina à base de lignina para criar uma nova possibilidade ao Design, contribuindo com o desenvolvimento sustentável e incentivando a reutilização de materiais. Assim, foi utilizada a combinação de materiais de origem vegetal que seriam descartados pois são subprodutos de outros processos de fabricação.

Essa combinação utilizada em conjunto, resultou no compósito estudado, propondo uma solução que alia inovação sustentável e Design. O compósito apresentou resultados satisfatórios de resistência se usado em placas pelo método de compressão, e um visual atrativo, conseguindo ser um material aplicável em vários campos, como revestimento, embalagem e interiores.

O bagaço de cana e a resina à base de lignina por serem subprodutos que possivelmente seriam descartados e dispõe de grande quantidade, possuem custo baixo. Neste trabalho, o bagaço de cana foi doado de usina de açúcar e álcool do interior de São Paulo e a resina doada pela empresa GPC Química, assim, os custos seriam previstos mensurando a mão de obra e os custos de fabricação envolvidos.

Para a produção do compósito, foi feita a divisão granulométrica da fibra em fina, média e grossa para a placa ser mais eficiente estruturalmente. Após realizar testes mecânicos variando a quantidade de material, foi possível compreender a resistência e suas características. As fibras finas proporcionaram melhor resultado de usinagem pois deixam menos rebarbas, porém, a distribuição da resina exige mais atenção, pois estas absorvem mais a matriz. As fibras grossas permitem uma melhor distribuição da resina, contudo sua usinagem provoca mais rebarbas, deixando a peça mais frágil.

Dessa forma, as fibras médias permitiram um intermediário de distribuição de resina e processo de usinagem satisfatório para permitir resistência mecânica às placas. Para saber a dosagem de material a ser aplicado, foi considerada a densidade do MDF para calcular a quantidade de resina e fibra. Com isso, a quantia ideal ao projeto foi de 90 gramas de resina para 45 gramas de fibra, ou seja, 50% do peso do bagaço de cana. Assim, criou-se um compósito que proporcionou resistência, melhor distribuição da matriz e com melhor resultado no processo de corte.

Para compreender onde as placas poderiam ser aplicadas, foram criadas gerações de alternativas estudando produtos e formas já existentes. Dessa forma, foi selecionada a embalagem para perfume, pois atualmente, grandes marcas de cosméticos têm investido amplamente na sustentabilidade em seu ciclo de produção, portanto, investir o material nesse ramo torna-se significativo. Posteriormente, o produto também pode ser usado de outra forma, de acordo com a singularidade do usuário, como um porta-objetos.

Através das cenas de uso, sugeriu-se o uso como porta joias e cachepôs que comportam chaves e cartas para a entrada de uma residência. Com isso, a sustentabilidade é evidenciada, no que se diz respeito ao reutilizar materiais de descarte e otimizar a vida do produto, adiando seu descarte e, dessa maneira, o fim de sua vida útil. A produção em grande escala é considerada dado o incentivo necessário e os equipamentos proporcionais a demanda.

11 RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

De acordo com o feedback recebido, a fim de aperfeiçoamento do produto nas próximas pesquisas, a espessura das placas deverá ser menor para dar um acabamento mais delicado e propõe-se utilizar substratos naturais para dar outras cores ao protótipo. Também é necessário rever o acomodamento do produto no interior da embalagem para oferecer um transporte mais protegido, sem danificá-lo.

Como proposta para comunicação das características do produto, sugere-se a criação de um flyer contendo as informações da matéria prima e sua importância, e um QR Code que direciona para uma página na internet na qual demonstra outras informações e referências sobre a área estudada, também disponibilizando um espaço para envio de dúvidas e sugestões.

Este foi um projeto exploratório, utilizando resíduos de origem vegetal propondo um novo tipo de compósito, para fornecer informações pertinentes e incentivar o estudo de novos materiais. Para trabalhos futuros, levando em conta seu potencial já apresentado, recomenda-se observar o tempo de vida da resina de acordo com o projeto, utilizar equipamentos de maior capacidade para avaliar novos usos e aplicações em compósitos de dimensões maiores, fundamentar uma pesquisa com aplicação da resina em outros tipos de fibra, seu ciclo de obtenção e prensagem,

aprofundar suas caracterizações mecânicas e técnicas e difundir o conhecimento obtido para que outros pesquisadores possam conduzir novos estudos.

REFERÊNCIAS

ABE, Akihiro; DUSĚK, Karel; KOBAYASHI, Shiro. **Biopolymers: Lignin, Proteins, Bioactive Nanocomposites**. Springer, f. 107, 2010. 214 p.

ALCARDE, Ricardo André. **Outros produtos: Cana-de-Açúcar**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica – Ageitec. Brasília, 2009, Disponível em: <www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_108_22122006154841.html>

AMBROSE, Gavin; HARRIS, Paul. **Design thinking** (livro eletrônico). Tradução Mariana Belloli. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. Tradução de: Basics Design 08: Design Thinking.

ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara. **Materiais e design: A arte e ciência da seleção de materiais no projeto do produto**. Elsevier Brasil, v. 2, f. 180, 2011. 360 p.

ASKELAND, Donald R.; WRIGHT, Wendelin J.. **Ciência e engenharia dos materiais**. Tradução Solange Aparecida Visconti. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014. Tradução de: Essentials of materials science and engineering.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. Tradução Itiro Iida. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011. Tradução de: Product design: a practical guide to systematic methods of new product development.

BELINI, Ugo Leandro; SAVASTANO JÚNIOR, Holmer; GARZÓN BARRERO, Nubia Mireya; et al. **Painel multicamada com reforço de partículas de bambu**. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 42, n. 103, p. 421-427, 2014. Disponível em: < <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr103/cap12.pdf> >.

BRUMATTI, Gabriela. **Entrando no vermelho: planeta está prestes a esgotar os recursos naturais que tinha para 2021**. G1. Campinas e Região, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/noticia/2021/07/28/entrando-no-vermelho-planeta-esta-prestes-a-esgotar-os-recursos-naturais-que-tinha-para-2021.ghtml>. Acesso em: 31 jul. 2021.

BÜRDEK, Bernhard E.. **Design: história, teoria e prática do design de produtos** (livro eletrônico). Tradução Freddy Van Camp.. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 496 p. Tradução de: Design : geschichte, theorie und praxis der produkt-gestaltung.

CALEGARI, Eliana Paula; ANGRIZANI, Clarissa Coussirat; PORTO, Jussara Smidt; ZANELLA, Bárbara; AMICO, Sandro Campos; DUARTE, Lauren da Cunha; OLIVEIRA, Branca Freitas de; **Design e Materiais: desenvolvimento de biocompósitos a partir da casca de arroz e do resíduo de papel em matriz poliuretana vegetal à base de mamona**. In: Anais do 5o Simpósio Brasileiro de Design Sustentável [=Blucher Design Proceedings, v.2, n.5]. São Paulo: Blucher, 2016.

CALLISTER, William D.; RETHWISCH, David D. . **Ciência e Engenharia de Materiais**: Uma introdução (livro eletrônico). Tradução Sergio Murilo Stamile Soares. 9. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, f. 362, 2018. 724 p. Tradução de: Materials science and engineering: an introduction.

CALVO-FLORES, Francisco G. *et al.* **Lignin and Lignans as Renewable Raw Materials**: Chemistry, Technology and Applications. Reino Unido: Wiley, f. 256, 2015. 512 p.

CANGEMI, José Marcelo. **Biodegradação de Poliuretano Derivado do Óleo de Mamona**. Teses USP. São Carlos, 2006. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75132/tde-26042007-091940/publico/JoseMarceloCangemi.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021.

DIAS, Reinaldo. **Sustentabilidade**: origem e fundamentos; educação e governança global; modelo de desenvolvimento (livro eletrônico). São Paulo: Atlas, 2015.

HSUAN-AN, Tai. **Design**: conceitos e métodos (livro eletrônico). 1. ed. São Paulo: Blucher, 2018. 320 p.

IBGE. **A Geografia da Cana-de-Açúcar**. Rio de Janeiro, IBGE, 2017, Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul 2021.

LEFTERI, Chris. **Materiais em design** (livro eletrônico). Tradução Henrique Eisi Toma. São Paulo: Blucher, 2015. 256 p. Tradução de: Materials for Design.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de produtos sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. Tradução Astrid de Carvalho. São Paulo: Edusp, 2002. Tradução de: Lo sviluppo di prodotti sostenibili: I requisiti ambientali dei prodotti industriali.

MANZINI, Ezio. **Design para inovação social e sustentabilidade**: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

NETO, Flávio Levy; PARDINI, Luiz Claudio. **Compósitos estruturais**: ciência e tecnologia (livro eletrônico). 2. ed. São Paulo: Blucher, f. 157, 2018. 313 p.

ROMERO, Luiz Lauro et al. **Fibras artificiais e sintéticas**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 1 , p. [54]-66, jul. 1995

SATYANARAYANA, K. G. **Biodegradable polymer composites based on brazilian lignocellulosic**. Revista Matéria, v. 15, n. 2, p. 088-095, 2010.

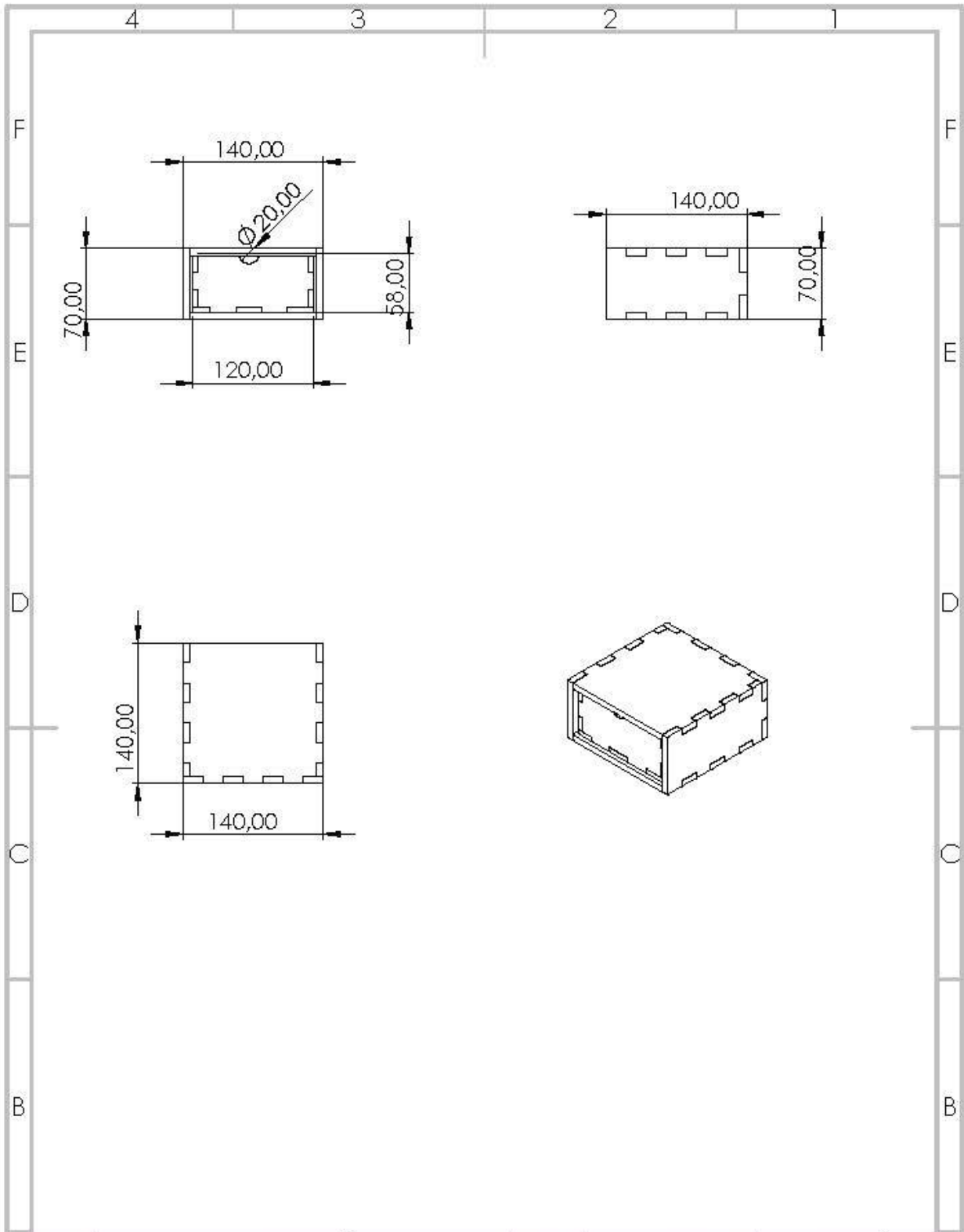
SILVA, Christian Luiz da; JUNIOR, Eloy Fassi Casagrande; LIMA, Isaura Alberton de; SILVA, Maclovia Corrêa da; AGUDELO, Líbia Patrícia Peralta; PIMENTA, Rosângela Borges. **Inovação e Sustentabilidade**. Curitiba: Aymarã Educação,



2012.

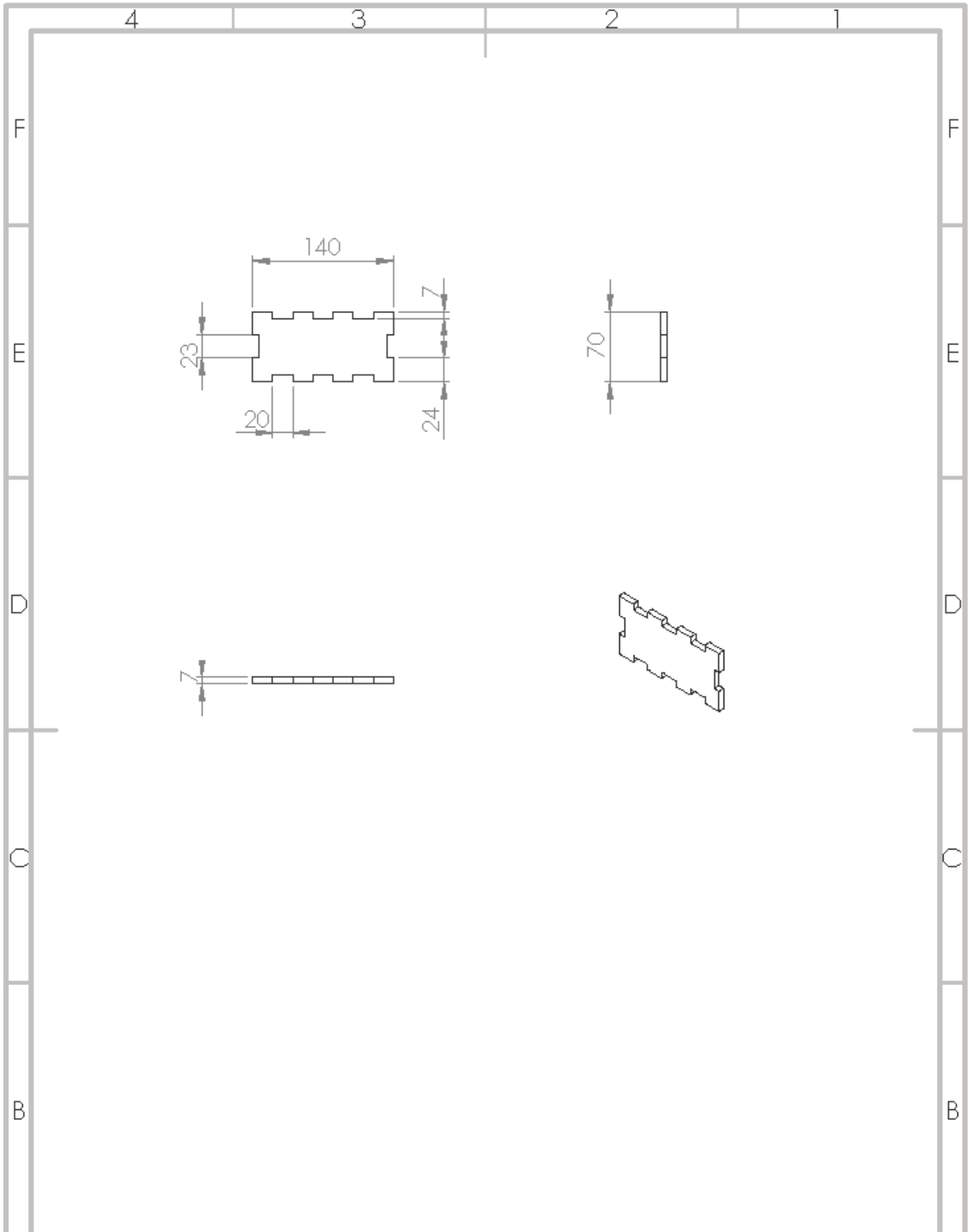
VEZZOLI, Carlo. **Design de Sistemas para a Sustentabilidade**: teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de "sistemas de satisfação". Salvador: EDUFBA, 2010. 342 p.



VILAR, Walter. **Química e Tecnologia dos Poliuretanos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Vilar Consultoria, 2004. Disponível em: <https://poliuretanos.com.br/>. Acesso em: 20 jul. 2021.

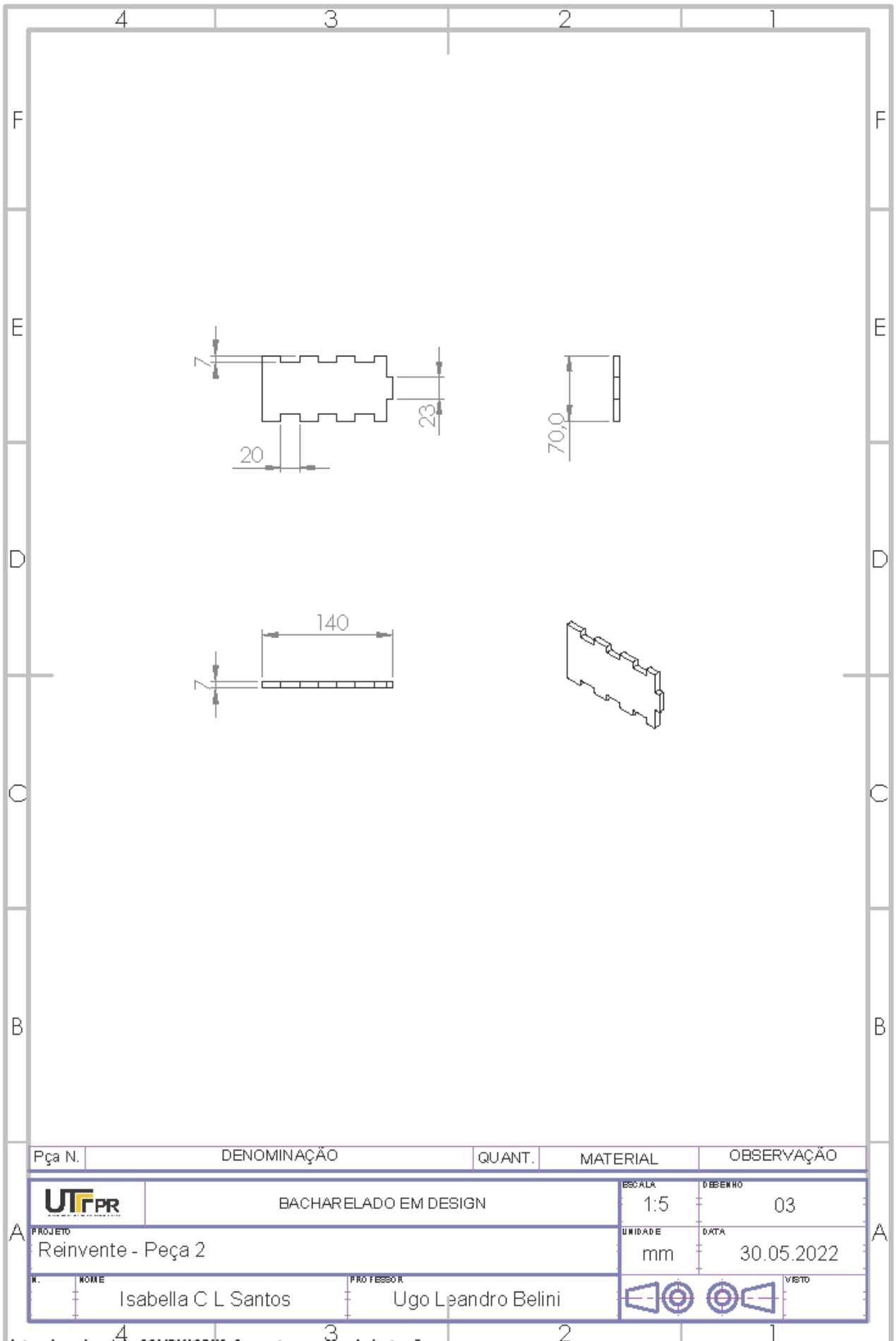
APÊNDICE 1





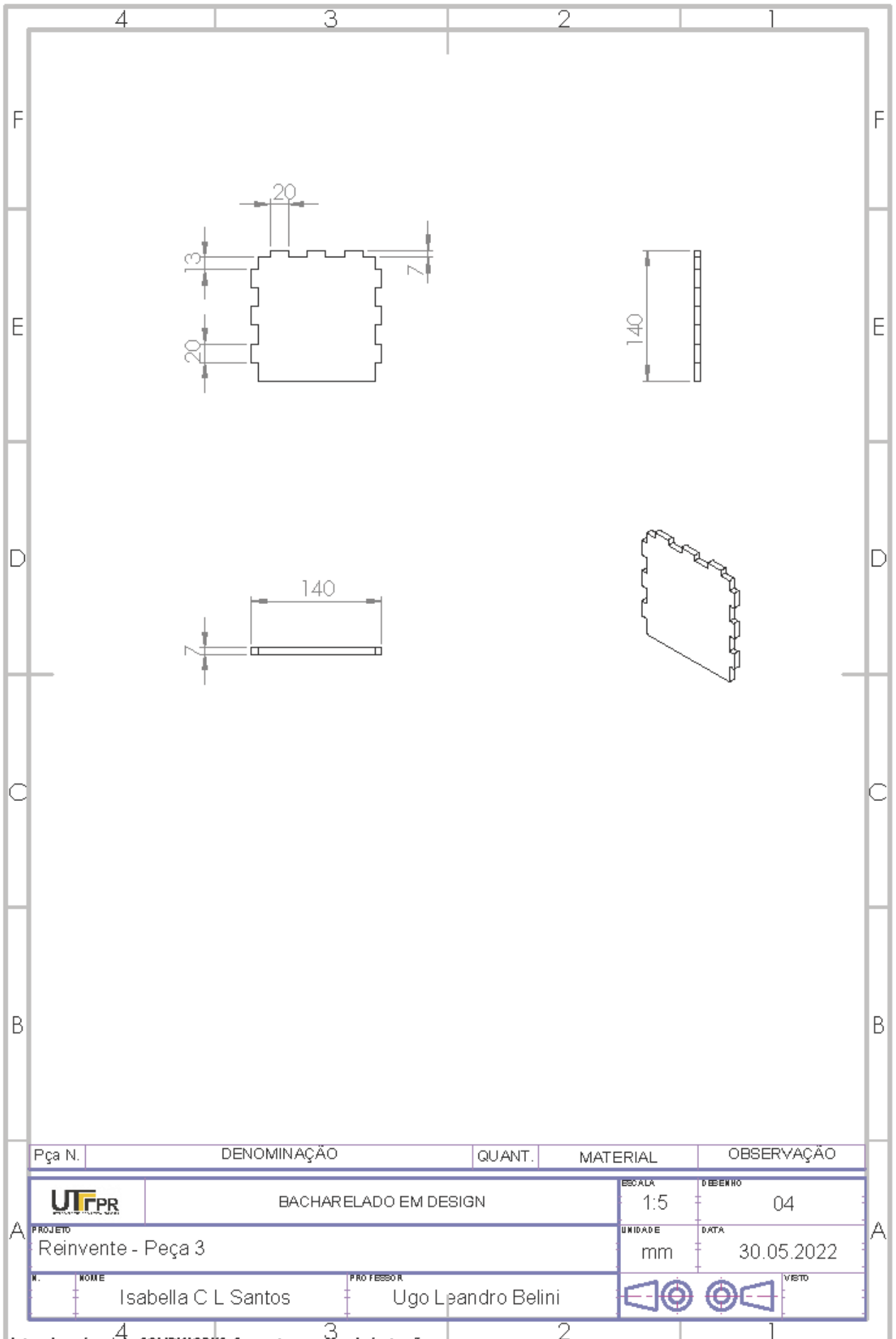
Pça N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
 BACHARELADO EM DESIGN			ESCALA	DESENHO
PROJETO Reinvente - Montagem			1:5	01
			UNIDADE	DATA
			mm	30.05.2022
N.	NOME	PROFESSOR	VISTO	
	Isabella C L Santos	Ugo Leandro Belini		





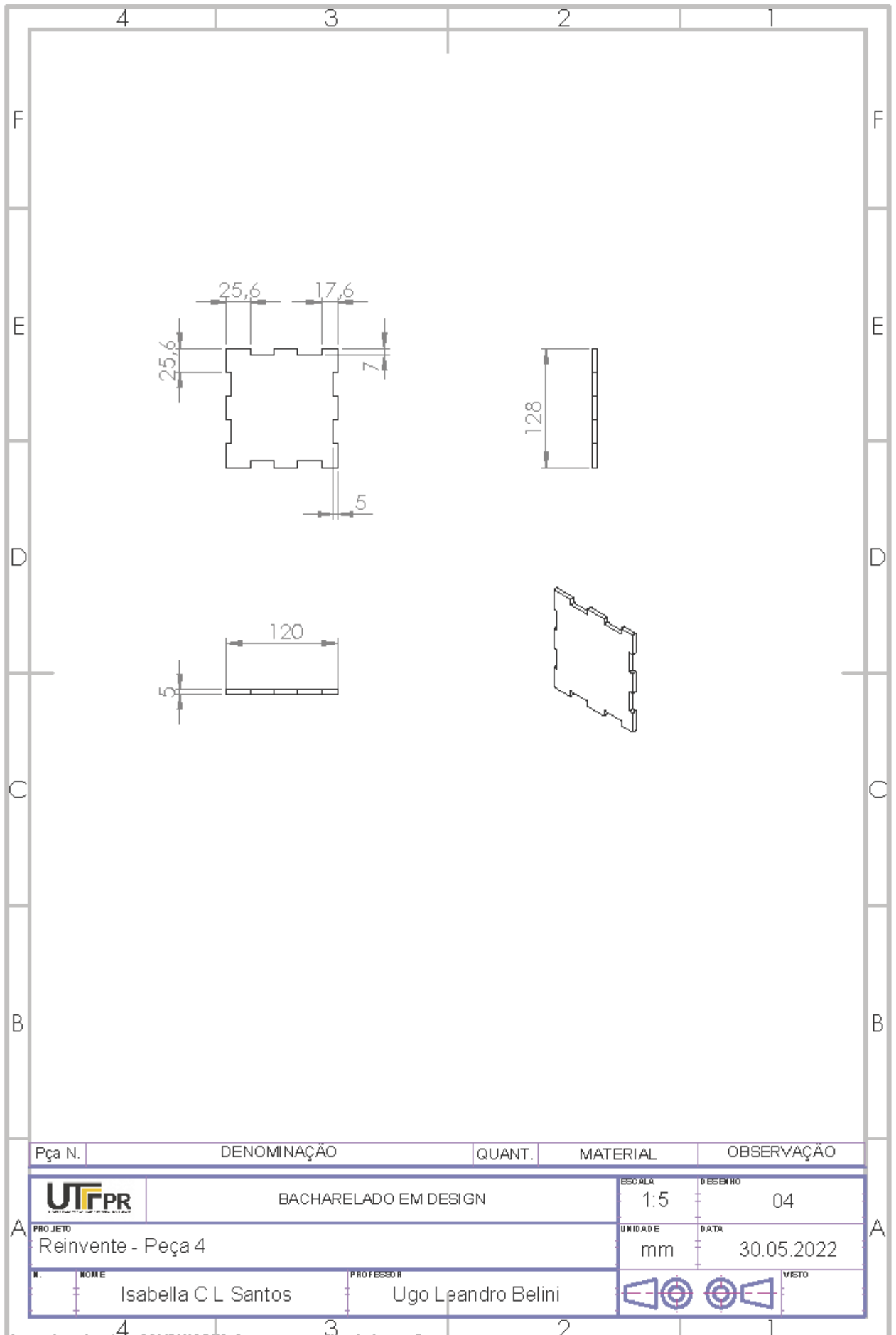
Pça N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
			BACHARELADO EM DESIGN	
PROJETO Reinvente - Peça 1			ESCALA 1:5	DESENHO 02
			UNIDADE mm	DATA 30.05.2022
N.	NOME	PROFESSOR		
	Isabella C L Santos	Ugo Leandro Belini	VIETO	





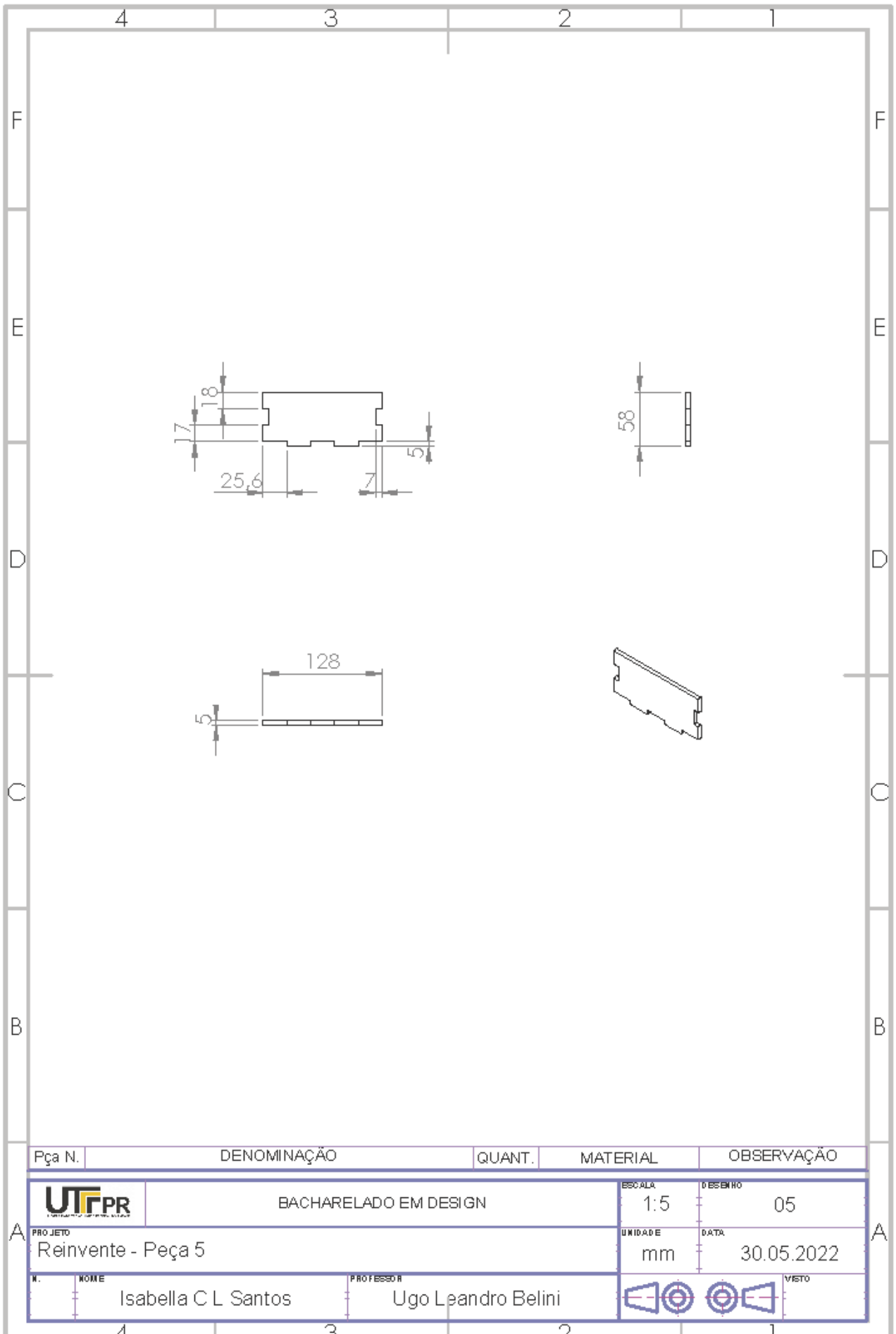
Pça N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
A	 BACHARELADO EM DESIGN			ESCALA
				1:5
A	PROJETO Reinvente - Peça 2			DESENHO
				03
A				UNIDADE
				mm
A				DATA
				30.05.2022
	NOME	PROFESSOR	VISTO	
	Isabella C L Santos	Ugo Leandro Belini		

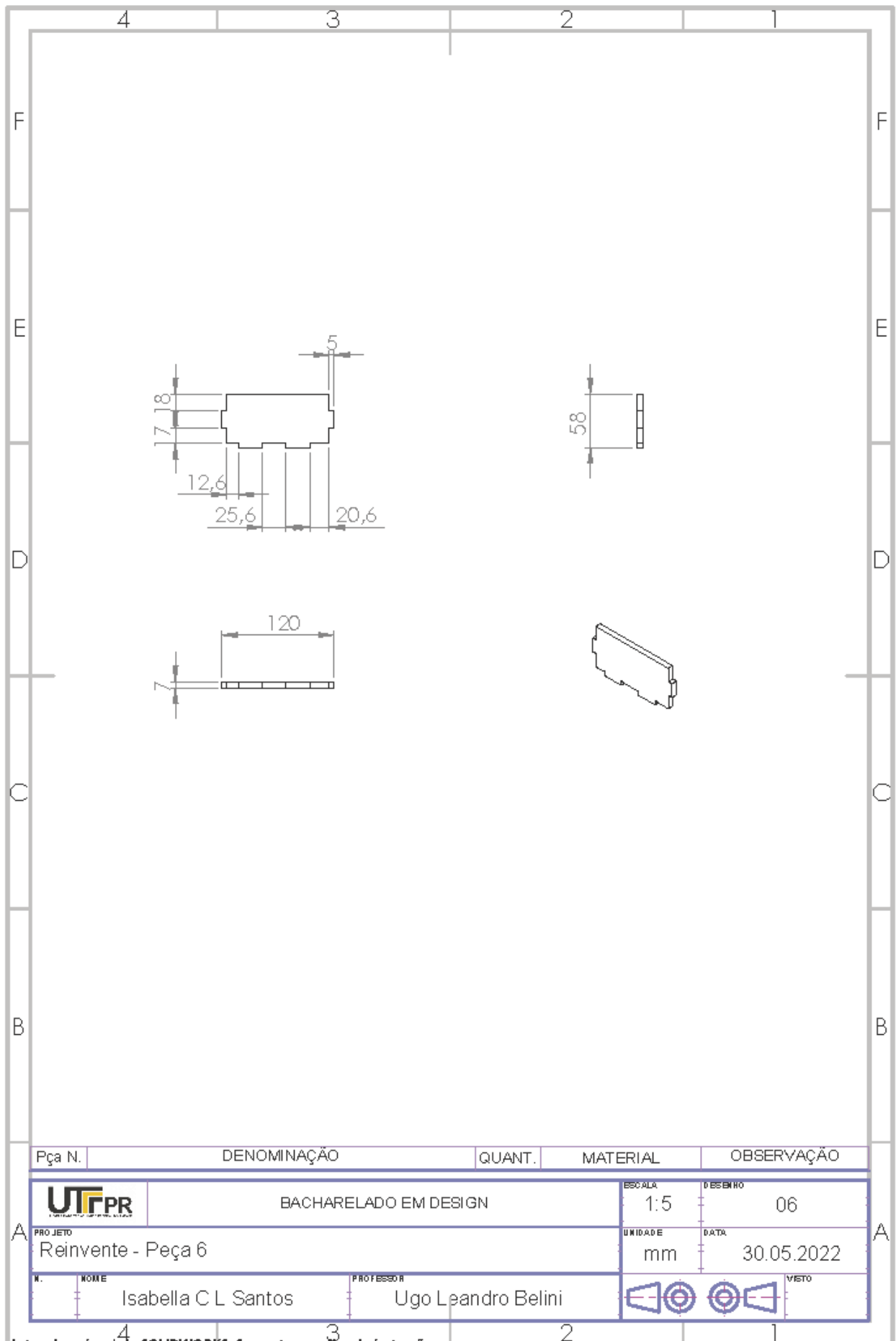




Pça N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
			BACHARELADO EM DESIGN	
PROJETO Reinvente - Peça 3			ESCALA 1:5	DISSEÑO 04
			UNIDADE mm	DATA 30.05.2022
NOME Isabella C L Santos		PROFESSOR Ugo Leandro Belini		VISTO 

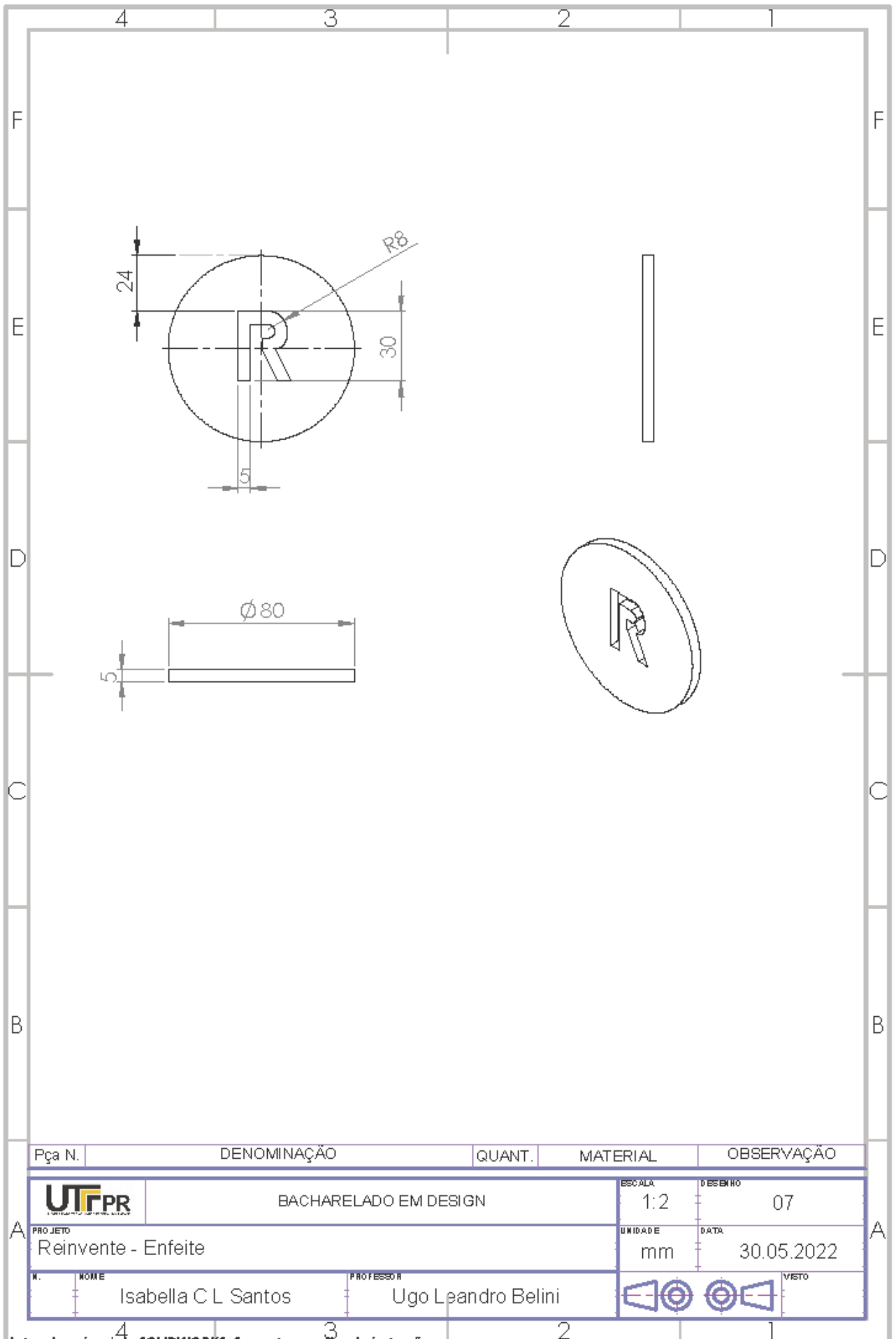




Pça N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
			BACHARELADO EM DESIGN	
PROJETO			ESCALA 1:5	DESENHO 04
Reinvente - Peça 4			UNIDADE mm	DATA 30.05.2022
N.	NOME	PROFESSOR	VISTO	
	Isabella C L Santos	Ugo Leandro Belini		






Pça N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
		BACHARELADO EM DESIGN		<small>ESCALA</small> 1:5
<small>PROJETO</small> Reinvente - Peça 6				<small>DESENHO</small> 06
				<small>UNIDADE</small> mm
				<small>DATA</small> 30.05.2022
<small>N.</small>	<small>NOME</small>	<small>PROFESSOR</small>		
	Isabella C L Santos	Ugo Leandro Belini	<small>VISTO</small>	



Pça N.	DENOMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
 BACHARELADO EM DESIGN			ESCALA 1:2	DESENHO 07
PROJETO Reinvente - Enfeite			UNIDADE mm	DATA 30.05.2022
N.	NOME Isabella C L Santos	PROFESSOR Ugo Leandro Belini	 VISTO	

APÊNDICE 2

		LAUDO DE ANÁLISE	
Fábrica: RUA PRES.CASTELO BRANCO,800 - CEP: 83707130 - THOMAZ COELHO - ARAUCARIA - PR Fone: (41) 2141-6556 Fax: (41) 2141-6556 E-mail: cqualidade@gpcquimica.com.br			
Cliente:		Laudo Análise Nº: -0001	
Produto : AE1105-A - ECO-RESIDUR		Tanque/Reator: P&D	
Lote: 22022022-01B		Data de Emissão : 22/02/2022	
NF:			
Características	Resultados	Especificações	
<i>Aspecto</i>	OK	<i>Resinã líquida, escura e avermelhada.</i>	
<i>Viscosidade Brookfield 25°C</i>	978*	700 a 900cP	
<i>pH 25°C</i>	11,6	11,5 a 13,5	
<i>Índice de Refração 25°C</i>	1,4736	<i>Informativo</i>	
<i>Teor de não voláteis</i>	51,1	52,0 a 56,0%	
<i>Gel Time</i>	360	360 a 660segundos	
<i>Densidade 25°C</i>	1,2532	1,2400 a 1,2900g/cm ³	
<i>Alcalinidade</i>	7,5	7,5 a 9,5%	
<i>Observações: * Resultado aprovado sob concessão.</i>			
<i>Validade: 60 dias a partir da data de fabricação se estocado a temperatura de 25°C</i> <i>"Resultados e especificações de Gel Time expressos em segundos"</i>			
ASSISTÊNCIA TÉCNICA: <u>Ligue grátis 0800 7014166</u>		Controle da Qualidade Laudo emitido eletronicamente	
FR-1628-N-04 Rev. 22 27/07/2018			



ARA-0006-BT Rev. 00 21/06/2018

Boletim Técnico – Eco Residur (AE 1105)

1 Finalidade

Estabelecer as características e condições requeridas para aplicação e uso da Eco Residur

2 Responsabilidade

O Coordenador de Desenvolvimento é o responsável pela emissão deste Boletim técnico.

3 Condições gerais

3.1 Características: resina a base de fenol, formaldeído e soda cáustica.

3.2 Indicação: Colagem de madeiras e materiais porosos em geral, tais como: Compensados resistentes a água, fibra cimento entre outros.

3.3 Embalagem de venda: Carro tanque, bombonas de 240 kg

3.4 Validade: 60 dias a partir da data de fabricação se estocada a uma temperatura média de 25°C.

4 Condições específicas

4.1 instruções uso para a produção de painéis

4.1.1 Formula básica para batida

Componentes	A	B
Eco Residur	100 Kg	100 Kg
Farinha de Trigo	15 Kg	20 Kg
Água	15 L	20 L

Nota 1: A melhor performance da resina é obtida no mínimo de 35% de sólidos ativos de resina na batida.



ARA-0006-BT Rev. 00 21/06/2018

Nota 3.: Para condições diferentes das acima descritas, deverá ser realizada uma avaliação técnica prévia.

Nota 4: Para outras aplicações deverá ser consultado a assistência técnica.

4.3 Armazenamento

RESIDUR BS pode ser armazenada por 60 dias, desde que tenha temperatura média de 25 °C. Em baixas temperaturas (abaixo de 10 °C), ela é bem estável, mas a viscosidade aumenta bastante, criando problemas no bombeamento e tornando difícil manuseio da mesma. Quando reaquecida (acima de 15 °C) ela se torna utilizável. Em altas temperaturas sua vida útil é reduzida. Se o ambiente tiver temperaturas extremas, é recomendado o isolamento térmico dos tanques ou uso de trocadores de calor.

5 Precauções:

5.1 Segurança e Saúde Ocupacional:

Manter fora do alcance de crianças e animais domésticos. Produto corrosivo. Em caso de contato com os olhos e pele lavar com água em abundância por 15 minutos. Se ingerido não provocar vômito e chame um médico imediatamente. É facilmente removido com água. Para o manuseio é aconselhável o uso de luvas, óculos de proteção ou protetor facial, avental impermeável e botas de PVC.

5.2 Meio ambiente:

Não reaproveitar tambores ou bombonas vazias para acondicionar produtos para consumo humano ou animal. Em caso de vazamento, utilize material absorvente, e destine o resíduo adequadamente. O armazenamento de produtos deve obedecer a legislação e normas aplicáveis.

Para maiores informações, entre em contato com nossa Assistência Técnica ou solicite a Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ) do produto