Instituto Federal de Brasília
Campus Samambaia
Tecnologia em Design de Produtos

THALISON FELIPE SANTOS DOS SANTOS

DESIGN E FABRICAÇÃO DE PUXADORES PARA MÓVEIS: O USO DO PEAD NA PROTOTIPAGEM

Brasília
2026

THALISON FELIPE SANTOS DOS SANTOS

DESIGN E FABRICAÇÃO DE PUXADORES PARA MÓVEIS: O USO DO PEAD NA PROTOTIPAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia de Design de Produtos do Instituto Federal de Brasília, Campus Samambaia como parte da exigência para obtenção do título de tecnólogo.

Orientador(a): Prof. Msc. Pedro Muza

Brasília
2026

Santos, Thalison Felipe Santos .

Design e fabricação de puxadores para móveis: O uso do PEAD na prototipagem / Thalison Felipe Santos Santos ; orientação Pedro Henrique Ferreira Muza. — Samambaia, DF: 2026.

34 f. : il. color. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Design de Produto) — Campus Samambaia, Instituto Federal de Brasília, Samambaia, DF, 2026.

Orientador(a): Pedro Henrique Ferreira Muza.

1. PEAD reciclado.. 2. Design de produtos.. 3. Puxadores para mobiliário.. 4. Sustentabilidade.. 5. Reciclagem.. I. Muza, Pedro Henrique Ferreira , orient. II. Instituto Federal de Brasília. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SISTEMA DE BIBLIOTECAS DO INSTITUTO FEDERAL DE BRASÍLIA

THALISON FELIPE SANTOS DOS SANTOS

DESIGN E FABRICAÇÃO DE PUXADORES PARA MÓVEIS:
O USO DO PEAD NA PROTOTIPAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia de Design de Produtos do Instituto Federal de Brasília, Campus Samambaia como parte da exigência para obtenção do título de tecnólogo.

Aprovado em 19 do 06 de 2026

BANCA EXAMINADORA

_____
Pedro Henrique Ferreira Muza
PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO

_____
Frederico de Souza
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

_____
Paula Georg Dornelles
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo desenvolver puxadores para mobiliário utilizando o Polietileno de Alta Densidade (PEAD) reciclado como matéria-prima, explorando suas propriedades físicas e seu potencial de reutilização no contexto do design de produtos. O trabalho busca investigar a viabilidade da aplicação desse material na fabricação de componentes de uso cotidiano, considerando aspectos relacionados à funcionalidade, ergonomia e sustentabilidade. Especificamente, o projeto pretende: (1) analisar as características e o potencial de reciclagem do PEAD; (2) descrever as etapas de reaproveitamento e processamento do material para obtenção da matéria-prima; (3) desenvolver e fabricar protótipos de puxadores para mobiliário; e (4) avaliar a viabilidade do processo produtivo adotado, com ênfase na usinagem e na usabilidade das peças produzidas.

A metodologia adotada baseia-se no método projetual de Bernd Löbach, estruturado nas etapas de análise, concepção, desenvolvimento e avaliação. Além disso, contempla procedimentos experimentais relacionados à fabricação do protótipo, incluindo a coleta e seleção de embalagens de PEAD, higienização, trituração, aquecimento, prensagem, usinagem e acabamento das peças. O estudo busca contribuir para a valorização de materiais recicláveis no design de produtos, evidenciando possibilidades acessíveis de reaproveitamento do PEAD e incentivando práticas mais sustentáveis no desenvolvimento de produtos para o setor moveleiro.

Palavras-chave: PEAD reciclado. Design de produtos. Puxadores para mobiliário. Sustentabilidade. Reciclagem.

ABSTRACT

This study aims to develop furniture handles using recycled High-Density Polyethylene (HDPE) as raw material, exploring its physical properties and its reuse potential within the context of product design. The research seeks to investigate the feasibility of applying this material in the manufacture of everyday-use components, considering aspects related to functionality, ergonomics, and sustainability. Specifically, the project aims to: (1) analyze the characteristics and recycling potential of HDPE; (2) describe the stages of material reuse and processing to obtain the raw material; (3) develop and manufacture prototypes of furniture handles; and (4) evaluate the feasibility of the production process adopted, with emphasis on machining and the usability of the produced pieces.

The methodology adopted is based on Bernd Löbach's design method, structured into the stages of analysis, conception, development, and evaluation. In addition, it includes experimental procedures related to the fabrication of the prototype, including the collection and selection of HDPE packaging, cleaning, shredding, heating, pressing, machining, and finishing of the pieces. This study seeks to contribute to the appreciation of recyclable materials in product design, highlighting accessible possibilities for reusing HDPE and encouraging more sustainable practices in the development of products for the furniture sector.

Keywords: Recycled HDPE. Product design. Furniture handles. Sustainability. Recycling.

SUMÁRIO

RESUMO.....5
ABSTRACT.....6
SUMÁRIO.....7
LISTA DE FIGURAS.....8
1. INTRODUÇÃO.....9
2. JUSTIFICATIVA.....10
2.1 PÚBLICO-ALVO.....11
2.2- FORMA DOS PUXADORES E USOS.....12
3. OBJETIVOS.....14
3.1 OBJETIVOS GERAIS.....14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....14
4 METODOLOGIA.....14
4.1 TEORIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....14
5. DESENVOLVIMENTO.....15
5.1 ANÁLISE DE SIMILARES.....15
5.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS.....19
5.2 MODELAGEM 3D.....22
5.3 COLETA DE MATERIAIS.....24
5.4 PROCESSAMENTO DO MATERIAL.....25
5.5 FABRICAÇÃO DA PEÇA.....28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....30
CONCLUSÃO.....32
6. REFERÊNCIAS.....33
7. ANEXO.....35

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Moodboard de formas e usos de puxadores 16
Figura 02 - Exemplo de puxadores de um ponto 17
Figura 03 - Exemplo de puxador de um ponto 17
Figura 04 - Exemplo puxador de dois pontos.....18
Figura 05 - Exemplo de puxador de um ponto…….18
Figura 06 - Exemplo de puxador de um ponto…….....19
Figura 07 - Croqui digital de puxador facetado 20
Figura 08 - Croqui digital de puxador arredondado …….....21
Figura 09 -Croqui digital de puxador arredondado 21
Figura 10 - Croqui digital de puxador quadrado……..22
Figura 11 - Croqui digital de puxador arredondado.....23
Figura 12 - Aplicação do puxador 23
Figura 13 - Variação de Design - Aplicação do puxador 24
Figura 14 - Embalagens de PEAD 25
Figura 15 - Corte e trituração do PEAD ……...25
Figura 16 - PEAD triturado 27
Figura 17 - Molde de MDF 27
Figura 18 - Placa de PEAD reciclado 28
Figura 19 - Serra copo.....29
Figura 20 -Acabamento manual ……..……..30
Figura 21 - Protótipo final ……...30

1. INTRODUÇÃO

A interação entre usuário e produto é um fator essencial no desenvolvimento de objetos de uso cotidiano, especialmente no mobiliário. Elementos como puxadores e maçanetas são responsáveis pelo contato direto entre o usuário e o móvel, influenciando a forma como portas, gavetas e armários são utilizados no dia a dia.

Embora sejam componentes simples, os puxadores possuem importância funcional, ergonômica e estética. Sua forma, dimensão, material e acabamento interferem no conforto durante o uso e na percepção visual do produto. Segundo Iida (2005), produtos que envolvem contato direto com o usuário devem considerar as características físicas do corpo humano, buscando maior conforto, segurança e eficiência.

No mercado, existe uma grande variedade de modelos de puxadores, produzidos em materiais como metal, madeira e plásticos industrializados. No entanto, observa-se que a sustentabilidade ainda é pouco explorada como eixo principal no desenvolvimento desses componentes. Essa lacuna evidencia a possibilidade de investigar materiais recicláveis como alternativa para a produção de puxadores, associando design, funcionalidade e responsabilidade ambiental.

A crescente geração de resíduos plásticos e os baixos índices de reciclagem reforçam a necessidade de ampliar o reaproveitamento desses materiais em novos produtos. Segundo o Jornal da USP (2024), apenas cerca de 9% do plástico produzido globalmente é reciclado, enquanto no Brasil esse percentual é ainda menor. Nesse contexto, o PEAD reciclado apresenta-se como uma possibilidade relevante para o desenvolvimento de produtos, por ser um material amplamente presente em embalagens pós-consumo e com potencial de reutilização.

O PEAD possui características favoráveis para aplicação em produtos de mobiliário, como resistência, leveza, durabilidade e possibilidade de processamento térmico (CALLISTER, 2007; PIRAMIDAL, 2023). Essas propriedades tornam o material adequado para experimentações em pequena escala, permitindo sua transformação em novos componentes por meio de processos como coleta, higienização, trituração, aquecimento, prensagem e acabamento.

Além dos aspectos técnicos e ambientais, observa-se também uma mudança no comportamento dos consumidores, que têm demonstrado maior interesse por produtos desenvolvidos com menor impacto ambiental. Pesquisa divulgada pela Confederação Nacional da Indústria apontou que 88% dos brasileiros adotam regularmente práticas sustentáveis, evidenciando uma demanda crescente por produtos alinhados a princípios ambientais (CNI, 2024).

Diante disso, o presente trabalho propõe o desenvolvimento e a fabricação de puxadores para mobiliário utilizando PEAD reciclado, buscando compreender sua viabilidade como material reaproveitado no design de produtos. A pesquisa considera aspectos relacionados ao processamento do material, à fabricação do protótipo, ao acabamento e à adequação funcional da peça.

2. JUSTIFICATIVA

A indústria moveleira representa um campo amplo de criação dentro do design de produtos, pois envolve o desenvolvimento de diferentes soluções para ambientes residenciais, comerciais e institucionais. Nesse contexto, os puxadores possuem papel importante, pois são componentes presentes em portas, gavetas e armários, influenciando tanto a funcionalidade quanto a aparência do mobiliário.

Apesar de serem peças de pequenas dimensões, os puxadores apresentam grande variedade de formas, materiais, acabamentos e possibilidades de aplicação. Essa diversidade demonstra que se trata de um componente com forte potencial criativo dentro do setor moveleiro. No entanto, observa-se que grande parte das soluções disponíveis ainda utiliza materiais convencionais, como metais, madeira e

plásticos industrializados, havendo menor experimentação relacionada ao uso de materiais recicláveis e processos mais sustentáveis.

Diante desse cenário, este trabalho se justifica pela busca de alternativas que unam design, sustentabilidade e fabricação experimental. A escolha do PEAD reciclado como matéria-prima parte da possibilidade de reaproveitar embalagens pós-consumo e transformá-las em um novo componente funcional para mobiliário. Dessa forma, o projeto propõe investigar o potencial desse material não apenas como resíduo reciclável, mas como matéria-prima capaz de gerar valor em um novo produto.

Outro ponto relevante é a possibilidade de desenvolver puxadores por meio de uma abordagem artesanal e acessível. No processo realizado, o material foi coletado, higienizado, cortado, triturado, aquecido, prensado e posteriormente usinado com ferramentas simples, como serra copo, furadeira, parafusadeira, lixadeira e lixa manual. Essa característica demonstra que o reaproveitamento do PEAD pode ser explorado também em processos de pequena escala, sem depender exclusivamente de equipamentos industriais complexos.

Assim, a justificativa deste trabalho está relacionada à necessidade de ampliar a experimentação sustentável no design de puxadores para mobiliário, investigando o PEAD reciclado como alternativa material e produtiva. Além de contribuir para a valorização de resíduos plásticos, o estudo também evidencia a possibilidade de processos artesanais no desenvolvimento de componentes para móveis, aproximando sustentabilidade, criação formal e fabricação prática.

2.1 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo deste projeto envolve usuários de mobiliário residencial e o setor moveleiro, considerando que os puxadores são componentes presentes no uso diário de portas, gavetas e armários.

Em relação aos usuários finais, o projeto considera pessoas que utilizam mobiliários no cotidiano e que dependem de puxadores confortáveis, funcionais e

seguros para a abertura e o fechamento de móveis. Por se tratar de um produto de contato direto com as mãos, aspectos como forma, dimensão, acabamento e área de pega tornam-se importantes para favorecer o uso e reduzir possíveis desconfortos. Conforme Iida (2005), produtos de uso manual devem considerar as características físicas do usuário, buscando maior conforto e eficiência.

Além dos usuários, a indústria moveleira também se apresenta como setor relevante para esta pesquisa, pois é responsável pela produção e comercialização de móveis e seus componentes. Dados da MOVERGS (2025) indicam que a cadeia moveleira brasileira reúne mais de 22 mil empresas, demonstrando a importância econômica do setor e a possibilidade de incorporar materiais recicláveis em seus processos produtivos.

Nesse contexto, o desenvolvimento de puxadores em PEAD reciclado busca atender tanto às necessidades funcionais dos usuários quanto às possibilidades de inovação sustentável no setor moveleiro. Assim, o projeto propõe uma alternativa que relaciona uso cotidiano, reaproveitamento de material e experimentação artesanal no design de componentes para mobiliário.

2.2- FORMA DOS PUXADORES E USOS

Os puxadores para mobiliário podem apresentar diferentes configurações de acordo com o tipo de móvel, o modo de acionamento, a forma de fixação e a linguagem visual desejada. Esses componentes são utilizados em portas, gavetas, armários, cômodas, criados-mudos e móveis planejados, variando conforme o tamanho da peça, o peso da estrutura e a frequência de uso.

Entre os modelos mais comuns estão os puxadores de um ponto, também conhecidos como puxadores do tipo botão. Esse tipo de puxador é fixado por apenas um parafuso central e costuma ser utilizado em gavetas pequenas, portas leves e móveis residenciais. Por possuir instalação simples e dimensões reduzidas, permite grande variedade formal, podendo apresentar formatos circulares, cônicos, cilíndricos, quadrados ou decorativos.

Outra categoria recorrente é a dos puxadores de dois pontos, conhecidos como puxadores tipo alça. Esses modelos possuem duas áreas de fixação e são geralmente aplicados em gavetas maiores, portas de armários e móveis que exigem maior firmeza durante o manuseio. Por apresentarem maior extensão, favorecem a distribuição da força aplicada pela mão e podem oferecer maior estabilidade durante a abertura.

Também existem os puxadores embutidos na própria marcenaria, como cavas, recortes e perfis integrados. Esse tipo de solução é muito utilizado em móveis planejados, principalmente quando se busca uma aparência mais limpa e contínua. Nesse caso, o puxador deixa de ser uma peça adicionada ao móvel e passa a fazer parte da própria estrutura da porta ou da gaveta.

Além desses modelos, há ainda puxadores do tipo concha, perfis lineares e sistemas de abertura sem puxador aparente, como o sistema de pressão. Cada solução apresenta características específicas de uso, fabricação e aparência. A escolha do modelo depende da função do móvel, do esforço necessário para abertura, da área disponível para pega e da relação estética pretendida no projeto.

Segundo Iida (2005), produtos de contato manual devem considerar a relação entre forma, corpo e esforço, buscando conforto, segurança e eficiência durante o uso. Nesse sentido, compreender os tipos de puxadores existentes contribui para orientar o desenvolvimento de novas propostas. De acordo com Baxter (2011), a análise de produtos já disponíveis auxilia na identificação de soluções, limitações e oportunidades de projeto.

A partir desse levantamento, foi possível compreender que os puxadores apresentam grande diversidade formal e funcional. Essa análise serviu como base para a etapa seguinte do trabalho, direcionando a pesquisa para o desenvolvimento de um puxador de um ponto, com forma compacta, aplicação simples e possibilidade de adaptação ao mobiliário residencial.

A Figura 1 apresenta o moodboard elaborado a partir da pesquisa visual de puxadores, reunindo modelos de um ponto, puxadores lineares, formas facetadas, soluções arredondadas e variações aplicadas ao mobiliário. Essa síntese visual

auxiliou na compreensão das possibilidades formais existentes e contribuiu para a etapa de geração de alternativas.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GERAIS

Desenvolver e fabricar puxadores para mobiliário utilizando PEAD reciclado, avaliando sua viabilidade como material reaproveitado em um produto funcional.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar modelos de puxadores existentes no mercado;
- Produzir protótipos utilizando PEAD reciclado;
- Descrever o processo de coleta, processamento e fabricação do material;
- Analisar o protótipo final quanto ao acabamento, dimensões, processo de fabricação e adequação funcional.

4 METODOLOGIA

4.1 TEORIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Para o desenvolvimento deste projeto, foi adotado o método proposto por Bernd Löbach, por se tratar de uma metodologia voltada ao desenvolvimento de produtos industriais. Essa abordagem organiza o processo de design em etapas, permitindo compreender o problema, gerar propostas, desenvolver soluções e avaliar o resultado obtido (LÖBACH, 2001).

No presente trabalho, a metodologia foi organizada em quatro etapas principais: análise, concepção, desenvolvimento e avaliação.

Na etapa de análise, foram levantadas informações sobre puxadores existentes no mercado, materiais utilizados, necessidades de uso, ergonomia e

sustentabilidade. Também foram analisadas possibilidades de reaproveitamento do PEAD como matéria-prima para a fabricação do protótipo.

Na etapa de concepção, foram desenvolvidas alternativas de puxadores a partir da análise de similares e das possibilidades de fabricação com o material reciclado. Essa fase teve como objetivo compreender diferentes caminhos formais e funcionais antes da definição da proposta final.

Na etapa de desenvolvimento, foi realizada a modelagem tridimensional do produto e o planejamento do processo de fabricação. Também foram executadas as etapas práticas de coleta das embalagens, limpeza, corte, trituração, aquecimento, prensagem, corte da peça e acabamento.

Por fim, na etapa de avaliação, o protótipo foi analisado de forma qualitativa, considerando aspectos observáveis do produto final, como acabamento, dimensões, processo de fabricação, adequação formal e possibilidade de aplicação em mobiliário. Não foram realizados testes de usabilidade com usuários, nem ensaios laboratoriais de resistência, devido às limitações de tempo e estrutura disponível.

5. DESENVOLVIMENTO

5.1 ANÁLISE DE SIMILARES

A etapa de análise de similares teve como objetivo compreender modelos de puxadores já existentes no mercado, observando aspectos como formato, tipo de pega, material, fixação, acabamento e aplicação no mobiliário. Essa análise permitiu identificar características recorrentes nesses produtos e compreender como diferentes soluções influenciam a experiência de uso.

Foram observados puxadores do tipo botão, puxadores alongados, modelos com base elevada e peças com diferentes tipos de acabamento. A análise demonstrou que muitos produtos disponíveis atendem bem à função básica de abertura e fechamento, porém nem sempre exploram materiais recicláveis como elemento principal do projeto.

Também foi possível observar que a maioria dos modelos é produzida em materiais como metal, madeira ou plástico industrializado. Nesse sentido, o uso do PEAD reciclado representa uma possibilidade de diferenciação, pois associa funcionalidade, reaproveitamento de material e proposta sustentável.(Figura 1)

Figura 1 - Moodboard de formas e usos de puxadores para mobiliário

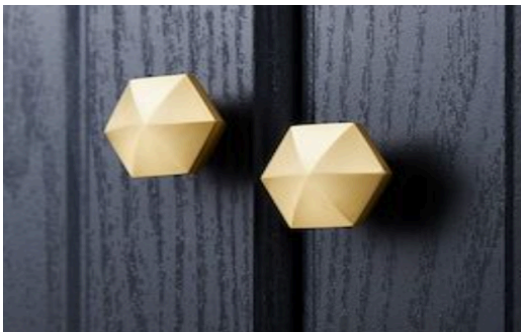


Fonte: Compilação do autor

A proposta da (figura 2) um puxador com volumetria hexagonal facetada, explorando uma linguagem geométrica que confere identidade visual contemporânea ao produto. As superfícies planas criam variações de luz e sombra, valorizando o aspecto estético e destacando o objeto no mobiliário. O uso do PEAD contribui para a resistência e durabilidade, além de oferecer boa resposta a impactos e umidade. Do ponto de vista funcional, as múltiplas faces podem favorecer a aderência, ampliando os pontos de contato durante o uso.

Por outro lado, a presença de arestas mais definidas pode comprometer o conforto ergonômico, especialmente em usos frequentes, ao gerar pontos de pressão na mão. Conforme discutido por Iida, o contato com o usuário deve priorizar superfícies mais adaptadas à anatomia, o que sugere a necessidade de ajustes formais. Como melhoria, recomenda-se a suavização das arestas e a introdução de leves curvaturas ou reentrâncias que mantenham a proposta geométrica, mas aumentem o conforto e a eficiência na pega, equilibrando melhor os aspectos estéticos e funcionais do produto.

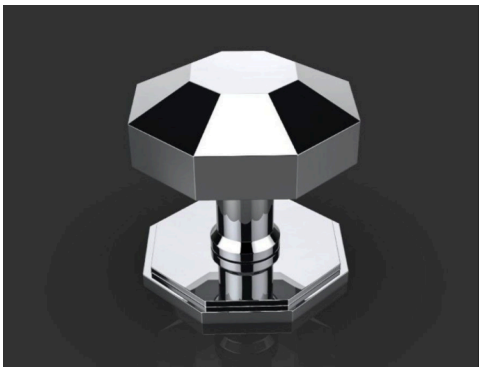
Figura 2 – Exemplo de puxadores de um ponto



Fonte: Pinterest (2026).

A proposta da (figura 3) apresenta um puxador com forma octogonal bem definida e base elevada, conferindo destaque visual e facilitando o acionamento ao criar espaço para a pega dos dedos. A linguagem geométrica reforça uma estética contemporânea, enquanto o uso do PEAD contribui para a resistência, leveza e durabilidade do produto. No entanto, as arestas marcadas e superfícies planas podem comprometer o conforto ergonômico em usos frequentes, ao concentrar pontos de pressão na mão; assim, recomenda-se a suavização das bordas e um ajuste nas proporções entre topo e base, visando um melhor equilíbrio entre estética, conforto e funcionalidade.

Figura 3 – Exemplo de puxador de um ponto



Fonte:Pinterest (2026).

A proposta da (figura 4) apresenta um conjunto de puxadores com desenvolvimento linear e geometria facetada, organizados em diferentes tamanhos

para atender a distintas aplicações no mobiliário. As peças possuem superfícies planas e angulações marcadas, criando uma estética contemporânea e dinâmica, além de manter uma identidade visual consistente entre os modelos.

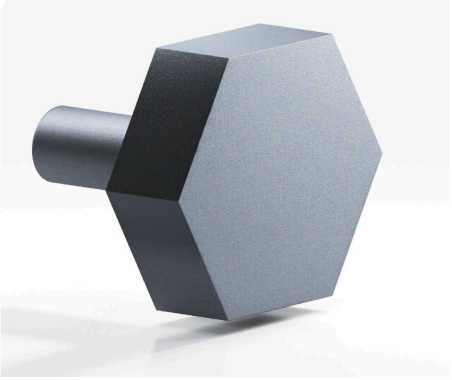
Figura 4 – Exemplo puxador de dois pontos



Fonte: Pinterest (2026).

A proposta da (figura 5) apresenta um puxador com corpo principal em forma hexagonal, associado a um eixo cilíndrico de fixação, criando um contraste entre formas geométricas planas e volumétricas. A face facetada confere ao objeto uma estética moderna e bem definida, enquanto o cilindro posterior estabelece uma conexão funcional com a superfície do mobiliário. O uso do PEAD contribui para a leveza, resistência e durabilidade da peça, mantendo coerência com a proposta de utilização de formas geométricas no desenvolvimento do produto.

Figura 5 - Exemplo de puxador de um ponto



Fonte: Pinterest (2026).

A proposta apresentada na (**Figura 6)** corresponde a um puxador de formato quadrado, com corpo superior plano e base de apoio também quadrada. A peça possui linhas retas, cantos levemente arredondados e uma estrutura central que conecta a parte superior à base de fixação, criando uma composição simples e estável.

Do ponto de vista estético, a **Figura 6** apresenta uma linguagem minimalista e contemporânea, adequada para móveis planejados, armários e gavetas com visual mais limpo. Sua forma geométrica transmite sensação de organização e solidez, podendo se integrar facilmente a diferentes estilos de mobiliário.

Em relação ao uso, a parte superior oferece uma área ampla para o contato dos dedos, favorecendo o acionamento do móvel. No entanto, por apresentar superfícies planas e cantos mais marcados, pode exigir cuidado no acabamento para evitar desconforto durante o manuseio. Como melhoria, recomenda-se suavizar as bordas e garantir uma distância adequada entre o corpo do puxador e a superfície do móvel, facilitando a pega.

Figura 6 - Exemplo de puxador de um ponto



Fonte: Pinterest (2026).

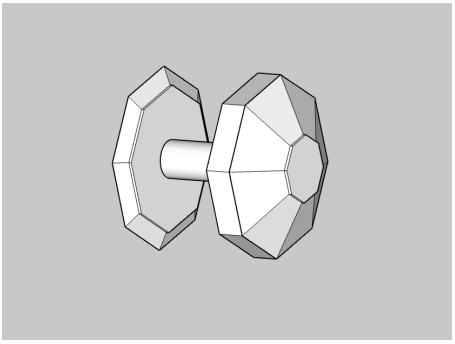
5.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

A geração de alternativas foi realizada com o objetivo de explorar diferentes possibilidades formais para o puxador, considerando variações de volume, proporção, área de contato e linguagem visual. Nessa etapa, foram desenvolvidos estudos digitais no software SketchUp, permitindo visualizar diferentes configurações antes da definição da alternativa final.

As primeiras propostas buscaram compreender como o corpo do puxador poderia se apresentar em relação ao mobiliário. Foram analisadas formas com superfícies facetadas, volumes arredondados e composições com base de apoio, observando como cada solução poderia influenciar a aparência da peça e o contato manual durante o uso.

A alternativa apresentada na Figura 7 possui uma composição facetada, com superfícies planas e arestas marcadas. Essa proposta apresenta maior destaque visual e uma linguagem mais geométrica, porém sua forma pode gerar pontos de contato mais rígidos durante o manuseio.

Figura 7 - Croqui digital de puxador facetado

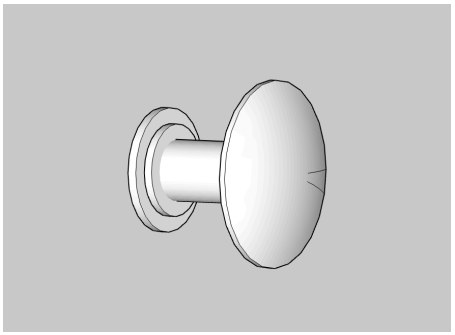


Fonte: Autor (2026), elaborado no software SketchUp.

A segunda alternativa apresentou uma forma mais arredondada, com corpo circular e superfície suavizada, conforme apresentado na (Figura 8). Essa proposta mostrou-se mais adequada em relação ao contato manual, pois reduzia a presença

de arestas agressivas. No entanto, sua forma exigiria maior controle no acabamento para alcançar uma curvatura uniforme, o que poderia dificultar a execução com as ferramentas disponíveis.

Figura 8 - Croqui digital de puxador arredondado

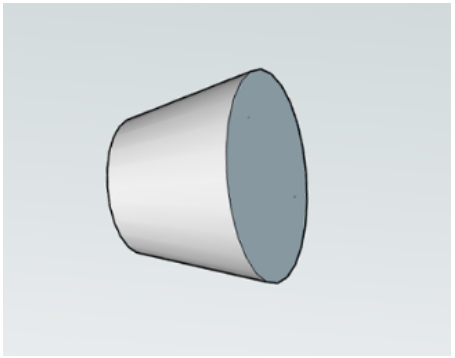


Fonte: Autor (2026), elaborado no software SketchUp.

Além dessas propostas, também foi considerada a alternativa em formato de tronco de cone, conforme apresentada na (**Figura 9)**. O modelo possui base mais larga e topo reduzido, resultando em uma forma simples, equilibrada e de fácil compreensão visual. Essa solução apresentou boa área de contato e uma superfície contínua, aproximando-se melhor da proposta final do projeto.

A partir da comparação entre as alternativas, optou-se pelo desenvolvimento da forma cônica da (**Figura 8)** como base para o protótipo final. Essa escolha ocorreu por apresentar uma solução visualmente simples, sem arestas agressivas e com melhor relação entre forma, função e contato manual.

Figura 9 - Croqui digital de puxador arredondado



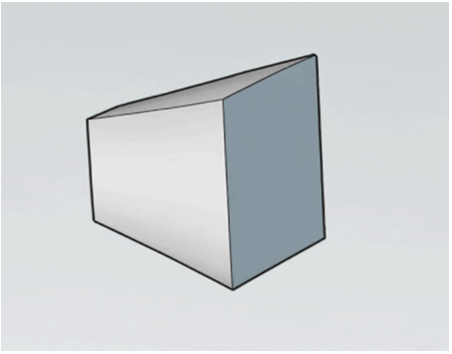
Fonte: Autor (2026), elaborado no software SketchUp.

A alternativa apresentada na (**Figura 10)** possui formato de tronco de pirâmide, com uma extremidade mais larga e outra reduzida. A proposta apresenta superfícies planas e linhas retas, criando uma peça de aparência simples, sólida e de fácil leitura visual.

Essa configuração foi considerada por apresentar boa área de contato e uma forma visualmente estável, podendo ser aplicada em portas e gavetas de mobiliário residencial. As faces inclinadas contribuem para diferenciar a peça de um puxador totalmente cilíndrico, oferecendo uma linguagem formal mais marcada.

No entanto, por possuir arestas mais definidas, essa alternativa poderia exigir maior cuidado no acabamento para evitar desconforto durante o contato manual. Por esse motivo, a forma serviu como estudo inicial, mas indicou a necessidade de buscar uma solução com superfícies mais contínuas e cantos menos agressivos.

Figura 10 - Croqui digital de puxador quadrado



Fonte: Autor (2026), elaborado no software SketchUp.

5.2 MODELAGEM 3D

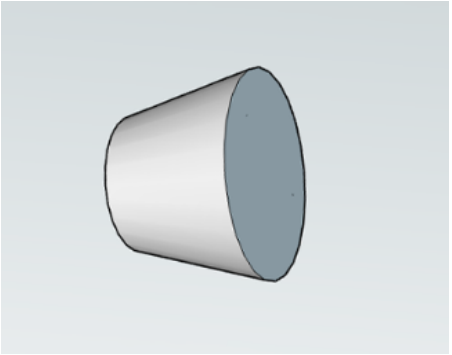
Após a definição da alternativa escolhida, foi desenvolvida a modelagem tridimensional do puxador no software SketchUp, conforme apresentado na (Figura 11). Essa etapa permitiu visualizar a forma da peça, suas proporções, dimensões gerais e a relação entre o corpo principal e o eixo de fixação.

A modelagem 3D auxiliou na compreensão do volume do produto e na organização das etapas de fabricação do protótipo. De acordo com Baxter (2011), a

modelagem e a representação visual contribuem para a análise e o desenvolvimento das propostas durante o processo de criação de produtos.

Posteriormente, o modelo foi utilizado como referência para a geração de uma simulação visual com auxílio da ferramenta de inteligência artificial Gemini, conforme apresentado na (Figura 12). Essa imagem teve função ilustrativa, permitindo visualizar o puxador aplicado em um contexto de uso próximo ao real, como em portas e gavetas de mobiliário residencial.

Figura 11 - Croqui digital de puxador arredondado



Fonte: Autor (2026), elaborado no software SketchUp.

Figura 12 - Aplicação do puxador



Fonte: Autor (2026), com auxílio de inteligência artificial (Gemini).

Figura 13 - Variação de Design - Aplicação do puxador



Fonte: Autor (2026), com auxílio de inteligência artificial (Gemini).

5.3 COLETA DE MATERIAIS

A etapa inicial do desenvolvimento consistiu na coleta da matéria-prima utilizada na fabricação do protótipo. Para garantir a utilização do material adequado, foram selecionadas apenas embalagens identificadas com o símbolo de reciclagem correspondente ao número 2, referente ao Polietileno de Alta Densidade (PEAD). A escolha desse material ocorreu devido às suas propriedades mecânicas favoráveis ao reaproveitamento, como resistência ao impacto, durabilidade e possibilidade de reprocessamento térmico.

Foram utilizadas, ao todo, aproximadamente dez embalagens pós-consumo de água sanitária, sendo sete recipientes de menor volume e três recipientes de maior capacidade,conforme apresentado na (**Figura 14)**. Optou-se pela utilização exclusiva de embalagens na coloração verde, visando obter maior uniformidade estética no material reciclado após o processamento.

Após a seleção, todas as embalagens passaram por um processo de higienização para remoção dos resíduos remanescentes do produto originalmente armazenado. Em seguida, realizou-se a retirada das tampas, rótulos e demais

componentes que não eram constituídos por PEAD, garantindo maior pureza da matéria-prima empregada no processo de reciclagem.

Figura 14 -Embalagens de PEAD

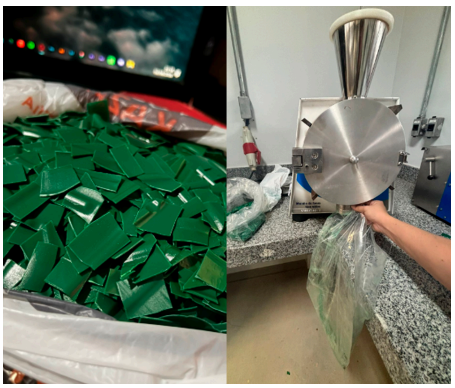


Fonte da referência: Destromacro.com.br

5.4 PROCESSAMENTO DO MATERIAL

Após a higienização, as embalagens foram submetidas ao processo de redução dimensional. Inicialmente, o material foi cortado manualmente em fragmentos com dimensões aproximadas de até 3 cm × 3 cm conforme apresentado na **Figura 10**, medida adotada para possibilitar sua alimentação adequada no moinho de facas (Figura 15)

Figura 15 - Corte e trituração do PEAD



Fonte da referência: Autor - Material cortado.

Posteriormente, os fragmentos foram encaminhados ao moinho de facas localizado no Campus Samambaia do Instituto Federal de Brasília. Nessa etapa, o material foi triturado, resultando em partículas significativamente menores, em formato granular, adequadas para o processo de fusão, conforme apresentado na **Figura 16**. Para a conformação do material reciclado, optou-se pela utilização de um molde confeccionado em MDF, conforme apresentado na **Figura 17**. O molde foi desenvolvido especificamente para esta pesquisa, apresentando dimensões internas aproximadas de 14 cm de comprimento por 9 cm de largura, utilizando chapas de MDF com espessura de 2,5 cm. A escolha desse material ocorreu devido à sua facilidade de fabricação, pela rigidez, baixo custo e disponibilidade, permitindo a obtenção de um bloco de PEAD com dimensões controladas para as etapas posteriores de usinagem. A adoção do molde possibilitou a compactação do material fundido em um volume sólido e uniforme, uma vez que forneceu matéria-prima com espessura suficiente para a fabricação do protótipo.

Para o aquecimento do PEAD triturado, utilizou-se um forno elétrico doméstico previamente aquecido a 175 °C. O material foi disposto diretamente sobre uma forma metálica, favorecendo a transferência térmica para a massa polimérica. A parte superior da forma foi recoberta com papel-alumínio, constituindo uma medida prática adotada durante o experimento com o objetivo de reduzir a dispersão de odores provenientes do aquecimento do material e minimizar a contaminação do interior do forno.

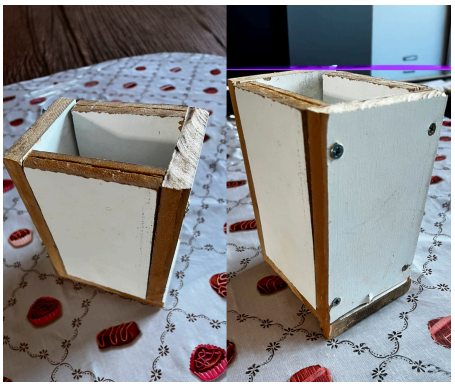
O aquecimento ocorreu de forma gradual, com inspeções periódicas para acompanhamento do estado de fusão do material. Inicialmente, foram realizados ciclos de aproximadamente 20 minutos, sendo o material retirado e avaliado visualmente quanto ao seu grau de amolecimento e coesão. Como o ponto de fusão desejado ainda não havia sido atingido, novos ciclos foram realizados, totalizando cerca de 50 minutos de aquecimento, até que o PEAD apresentasse consistência adequada para a etapa de prensagem.

Figura 16 - PEAD triturado



Fonte da referência: Foto autor - Granulometria das embalagens após o processamento no moinho de facas

Figura 17 - Molde de MDF



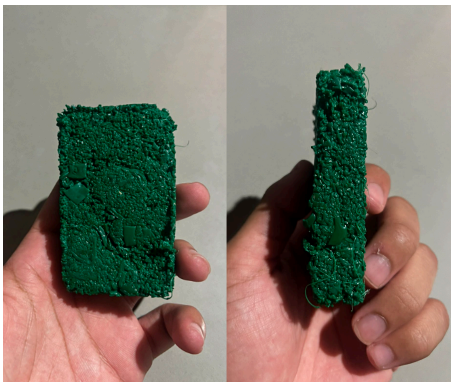
Fonte da referência: Foto autor - Molde confeccionado em MDF

Ressalta-se que o uso do papel-alumínio não substitui sistemas apropriados de ventilação ou exaustão recomendados para o processamento térmico de materiais poliméricos. De acordo com orientações técnicas relacionadas ao processamento do PEAD, a adoção de medidas que auxiliem no controle da dispersão de fumos e odores, associadas à ventilação adequada do ambiente, contribui para condições mais seguras durante o aquecimento do material (KEMAL MANUFACTURING, 2026).

Após o processo de aquecimento, prensagem e resfriamento, obteve-se uma placa sólida de PEAD reciclado, conforme apresentado na **Figura 18**. Essa placa foi o resultado da compactação do material triturado dentro do molde de MDF, servindo

como matéria-prima para as etapas seguintes de corte, usinagem e acabamento do protótipo.

Figura 18 - Placa de PEAD reciclado



Fonte da referência: Foto autor - Foto da placa de PEAD resultante do processo de aquecimento do material.

5.5 FABRICAÇÃO DA PEÇA

Com o bloco consolidado de PEAD obtido na etapa anterior, iniciou-se o processo de fabricação do protótipo do puxador. Considerando a necessidade de obter uma geometria circular compatível com a proposta formal do produto, realizou-se inicialmente o corte do bloco utilizando uma serra copo acoplada a uma furadeira elétrica, conforme apresentado na **Figura 19**.

Foi empregada uma serra copo com diâmetro aproximado de 38 mm, possibilitando a extração de corpos cilíndricos diretamente do bloco reciclado. O procedimento apresentou resultados satisfatórios, permitindo a obtenção das peças com dimensões próximas às previstas em projeto.

Posteriormente, realizou-se a etapa de acabamento e conformação final da peça. Para a redução controlada de uma das extremidades do cilindro e obtenção da forma final do puxador, utilizou-se uma parafusadeira elétrica para promover a rotação contínua da peça, enquanto uma lixadeira elétrica operava em sentido oposto.

O atrito gerado entre a superfície abrasiva da lixadeira e o material em rotação possibilitou o desgaste gradual do PEAD, permitindo o ajuste dimensional e formal da peça. A intensidade do desbaste foi controlada manualmente pela pressão exercida sobre o conjunto, possibilitando maior controle durante a conformação.

Após essa etapa, foi realizado o acabamento manual com lixa de papel de granulometria 400, conforme apresentado na **Figura 20**. Esse procedimento teve como objetivo suavizar marcas deixadas pelo desbaste, melhorar o acabamento superficial e deixar a peça mais adequada ao contato manual.

Ao final do processo, obteve-se o protótipo final do puxador em PEAD reciclado, conforme apresentado na **Figura 21**.

Figura 19 - Serra copo



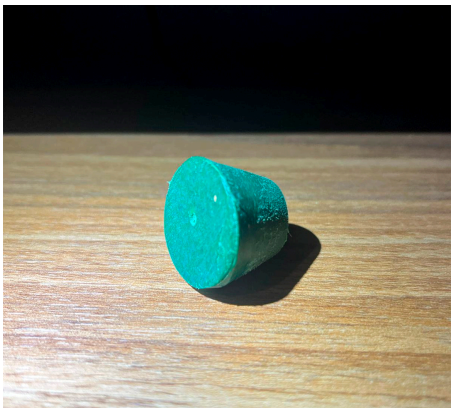
Fonte da referência: Foto autor - Foto do das serras copos utilizadas.

Figura 20 - Acabamento manual



Fonte da referência: Foto autor - Foto do processo de acabamento do puxador

Figura 21 - Protótipo final



Fonte da referência: Foto autor - Autor. Foto do modelo final do puxador produzido

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de fabricação resultou em um protótipo funcional de puxador produzido a partir de PEAD reciclado. A peça final demonstrou que o material pode ser reaproveitado em pequena escala e transformado em um produto de uso cotidiano, utilizando processos acessíveis de corte, aquecimento, prensagem e acabamento.

O bloco obtido após o aquecimento e prensagem apresentou rigidez suficiente para permitir o corte com serra copo e o acabamento por desgaste abrasivo. Esse resultado indica que o material atingiu um nível adequado de coesão para a fabricação do protótipo. No entanto, por se tratar de um processo artesanal, foram observadas limitações relacionadas à uniformidade do material e ao acabamento final.

A temperatura de 175 °C mostrou-se suficiente para promover o amolecimento do PEAD triturado, porém o processo exigiu um tempo total aproximado de 50 minutos. Isso demonstra que o controle térmico é um fator importante para a qualidade do material reciclado, pois aquecimento insuficiente pode dificultar a união das partículas, enquanto aquecimento excessivo pode comprometer a aparência e gerar odores mais intensos.

O uso do molde de MDF possibilitou a compactação do material e a formação de um bloco com dimensões adequadas para a fabricação da peça. Entretanto, a prensagem manual com grampos sargento pode ter limitado a compactação total do PEAD, o que pode resultar em pequenas falhas internas ou irregularidades no bloco.

Na etapa de corte, a serra copo permitiu obter uma peça circular de maneira simples e acessível. Esse processo mostrou-se adequado para a proposta, pois possibilitou o aproveitamento do bloco sem necessidade de equipamentos industriais complexos. Já o acabamento com parafusadeira, lixadeira e lixa manual possibilitou ajustar a forma da peça, mas deixou marcas visíveis, indicando a necessidade de técnicas mais precisas para melhor acabamento superficial.

Comparando o resultado esperado com o resultado obtido, observa-se que o protótipo alcançou a principal finalidade do projeto: demonstrar a possibilidade de transformar embalagens de PEAD descartadas em um puxador funcional para mobiliário. Apesar das limitações no acabamento, na compactação e na padronização, o processo evidenciou o potencial do material reciclado e abriu possibilidades para aprimoramentos em futuras versões.

Dessa forma, os resultados demonstram que o PEAD reciclado pode ser utilizado no desenvolvimento de puxadores, desde que sejam considerados

cuidados no processamento, na compactação, no corte e no acabamento. O projeto também mostra que processos artesanais podem ser utilizados como etapa inicial de experimentação, contribuindo para o desenvolvimento de soluções sustentáveis no design de produtos.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e fabricar puxadores para mobiliário utilizando PEAD reciclado como matéria-prima, avaliando sua viabilidade em um produto funcional, ergonômico e sustentável.

A partir do processo realizado, foi possível transformar embalagens pós-consumo em um novo produto, passando pelas etapas de coleta, higienização, trituração, aquecimento, prensagem, corte e acabamento. O protótipo obtido demonstrou que o PEAD reciclado apresenta potencial para aplicação em componentes de mobiliário, especialmente em processos experimentais e de pequena escala.

Os objetivos do trabalho foram atendidos, uma vez que foram analisados modelos existentes, desenvolvidas alternativas, produzido um protótipo e analisado seu resultado quanto ao acabamento, dimensões, processo de fabricação e adequação funcional. Apesar disso, algumas limitações foram identificadas, principalmente relacionadas ao controle de temperatura, compactação do material e acabamento superficial.

Conclui-se que o uso do PEAD reciclado na fabricação de puxadores é uma alternativa viável e coerente com práticas sustentáveis no design de produtos. O estudo também evidencia que processos acessíveis de reciclagem podem contribuir para a valorização de resíduos plásticos e para o desenvolvimento de novos produtos a partir de materiais reaproveitados.

6. REFERÊNCIAS

ASHBY, Mike; JOHNSON, Kara. **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

CALLISTER, William D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Sustentabilidade & Opinião Pública**. Brasília: CNI, 2024. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/pesquisas/sustentabilidade-opiniao-publica/. Acesso em: 10 jun. 2026.

DESTRO MACRO. **Água sanitária Qboa 1L**. Disponível em: https://www.destromacro.com.br/produto/agua-sanitaria-qboa-1l-70227. Acesso em: 5 jul. 2026.

DESTRO MACRO. **Água sanitária Qboa 5L**. Disponível em: https://www.destromacro.com.br/produto/agua-sanitaria-qboa-5l-70231. Acesso em: 5 jul. 2026.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

JORNAL DA USP. **Apenas 9% do plástico global é reciclado; no Brasil, a porcentagem é ainda menor**. Jornal da USP, São Paulo, 6 mar. 2024. Disponível em: https://jornal.usp.br/radio-usp/apenas-9-do-plastico-global-e-reciclado-no-brasil-porcentagem-ainda-e-menor/. Acesso em: 27 nov. 2025.

KEMAL MANUFACTURING. **HDPE injection molding guide: parameters, design tips & solutions**. Kemal Manufacturing, 2026. Disponível em: https://www.kemalmfg.com/hdpe-injection-molding-processing-guide-parameters-tips-and-common-issues/. Acesso em: 14 jun. 2026.

LÖBACH, Bernd. **Design industrial: fundamentos para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

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

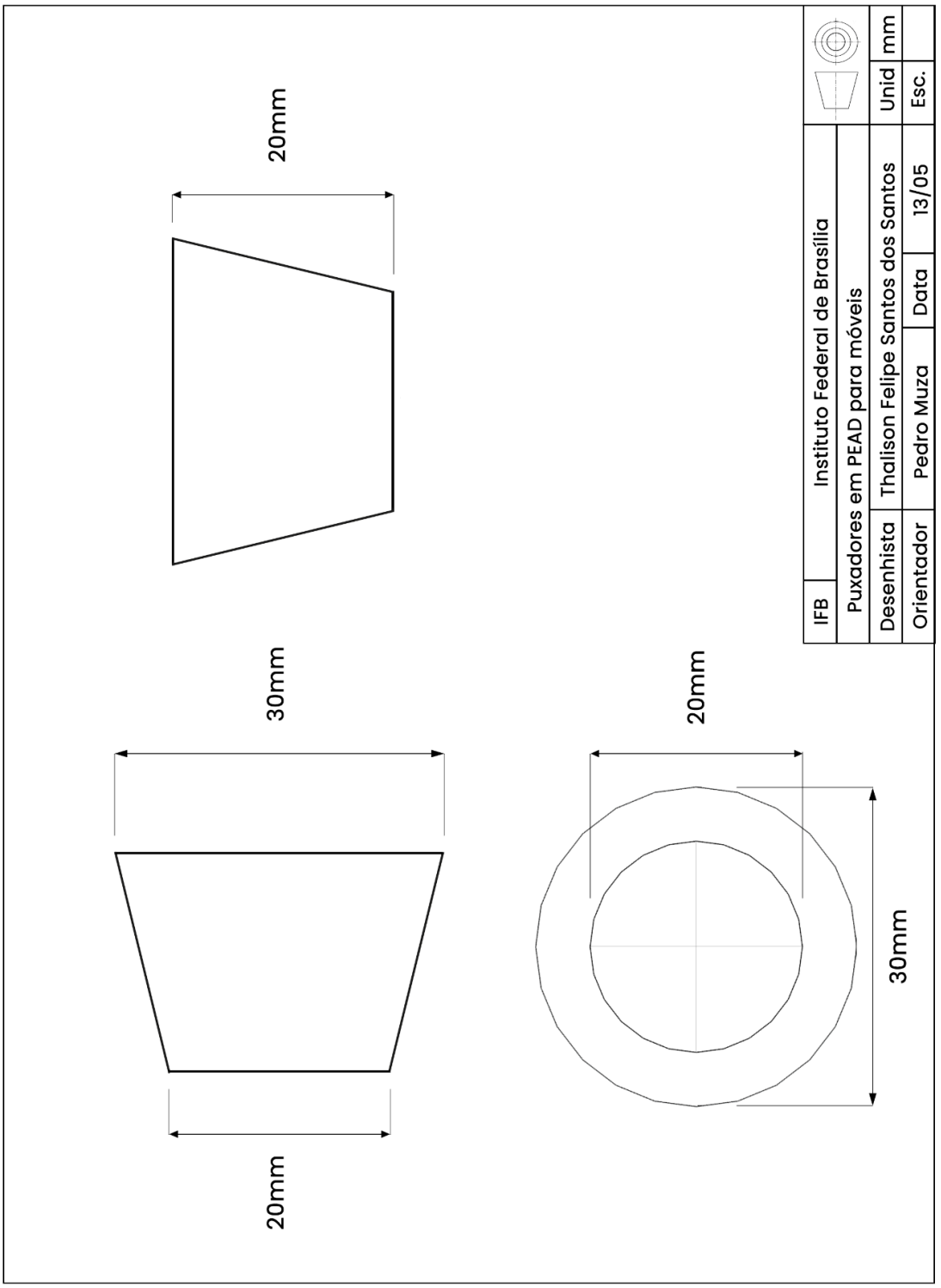
MOVERGS. **Dados do setor moveleiro**. Associação das Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul, 2025. Disponível em: https://www.movergs.com.br/dados-setor-moveleiro. Acesso em: 10 jun. 2026.

PIRAMIDAL. **Polietileno de alta densidade (PEAD): saiba mais sobre esse polímero**. Piramidal, 26 dez. 2023. Disponível em: https://www.piramidal.com.br/blog/resinas-termoplasticas/polietileno-de-alta-densidade-pead/. Acesso em: 23 set. 2025.

SEMIL. **Plástico**. Prateleira Ambiental, São Paulo, 2023. Disponível em: https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/plastico/. Acesso em: 13 out. 2025.

SOUSA, Décio Silva de. **A vantagem de transformar o plástico polietileno de alta densidade – PEAD (HDPE) em outros fins econômicos**. Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, [s. l.], 2023.

7. ANEXO


20mm
30mm
20mm
20mm
30mm
IFB
Instituto Federal de Brasília
Puxadores em PEAD para móveis
Desenhista
Thalison Felipe Santos dos Santos
Orientador
Pedro Muza
Data
13/05
Unid
mm
Esc.