



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO: COMPARAÇÃO ENTRE MODELO TEÓRICO E CASE REAL DE CONTRAPESO PARA APARADORES

LORENZO ISAIA - lorenzo-isaia@hotmail.com
INSTITUTO BRASILEIRO DE MERCADOS E CAPITAIS - IBMEC/MG

CARLOS ALBERTO SILVA DE MIRANDA - carlos.asmiranda@professores.ibmec.edu.br
INSTITUTO BRASILEIRO DE MERCADOS E CAPITAIS - IBMEC/MG

PAULO HENRIQUE CAMPOS PRADO TAVARES - paulo.tavares@professores.ibmec.edu.br
INSTITUTO BRASILEIRO DE MERCADOS E CAPITAIS - IBMEC/MG

ÁREA: 5. ENGENHARIA DO PRODUTO

SUBÁREA: 5.3 – PLANEJAMENTO E PROJETO DO PRODUTO

RESUMO: OS CASOS DE ACIDENTES CAUSADOS POR TOMBAMENTOS DE ARMÁRIOS É UM PROBLEMA PRESENTE NOS DIAS ATUAIS, PRINCIPALMENTE COM A GLOBALIZAÇÃO DE GRANDES MARCAS QUE VENDEM MÓVEIS PRÉ-FABRICADOS A PREÇOS BEM ATRAENTES. ESCALAR O MÓVEL É O PRINCIPAL MOTIVO DE TOMBAMENTO COM CRIANÇAS E ISSO ACONTECE PORQUE AO ABRIR AS GAVETAS PARA ESCALAR A CRIANÇA CRIA UM TORQUE SUFICIENTE PARA TOMBAR O ARMÁRIO. O OBJETIVO DESTES ARTIGOS É DESENVOLVER UM PRODUTO CAPAZ DE SOLUCIONAR O PROBLEMA DESCRITO, COMPARANDO OS PASSOS TEÓRICOS DESCRITOS EM UMA METODOLOGIA CLÁSSICA COM AS NECESSIDADES REAIS EM UM DESENVOLVIMENTO PRÁTICO. OS RESULTADOS INICIAIS MOSTRAM QUE É POSSÍVEL RESOLVER O PROBLEMA UTILIZANDO A SOLUÇÃO PROPOSTA, JÁ QUE O PESO POR PEÇA SE ENCONTRA ENTRE OS LIMITES INFERIOR E SUPERIOR ENCONTRADOS NO ESTUDO MECÂNICO.

PALAVRAS-CHAVES: DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS; ERGONOMIA; SEGURANÇA; ENGENHARIA DO PRODUTO

PRODUCT DEVELOPMENT: COMPARISON BETWEEN THEORETICAL MODEL AND REAL CASE OF COUNTERWEIGHT FOR TRIMMERS

ABSTRACT: *CASES OF ACCIDENTS CAUSED BY OVERLOADING CABINETS ARE A PRESENT PROBLEM IN THE CURRENT DAYS, ESPECIALLY WITH THE GLOBALIZATION OF BIG BRANDS THAT SELL PREFABRICATED FURNITURE AT VERY ATTRACTIVE PRICES. CLIMBING THE FURNITURE IS THE MAIN REASON FOR TIPPING WITH CHILDREN, AND THIS HAPPENS BECAUSE WHEN OPENING THE DRAWERS TO CLIMB THE CHILD CREATES A TORQUE INTENSE ENOUGH TO TIP THE CABINET OVER. THE OBJECTIVE OF THIS ARTICLE IS TO DEVELOP A PRODUCT CAPABLE OF SOLVING THE PROBLEM DESCRIBED, COMPARING THE THEORETICAL STEPS DESCRIBED IN A CLASSIC METHODOLOGY WITH THE REAL NEEDS IN A PRACTICAL DEVELOPMENT. THE INITIAL RESULTS SHOW THAT IT IS POSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM USING THE PROPOSED SOLUTION, SINCE THE WEIGHT PER PART IS BETWEEN THE LOWER AND UPPER LIMITS FOUND IN THE MECHANICAL STUDY.*

KEYWORDS: *PRODUCT DEVELOPMENT; ERGONOMICS; SECURITY; PRODUCT ENGINEERING*

1. INTRODUÇÃO

Os casos de acidentes causados por tombamentos de armários é um problema presente atualmente, principalmente com a globalização de grandes marcas que vendem moveis pré-fabricados a preços bem atraentes. Entre 2000 e 2022 mais de 470 crianças morreram esmagadas por aparadores nos Estados Unidos. A maioria delas entre 1 e 4 anos de idade, como apontam os dados do relatório de 2021 da Comissão de Segurança do Consumidor dos Estados Unidos. Escalar o aparador é o principal motivo de tombamento com crianças, e isso só acontece porque ao abrir as gavetas para escalar a criança cria um torque intenso o suficiente para tombar o armário. Torque pode ser definido como a tendência de um corpo de girar ao redor de um ponto de fixação, ou, segundo a literatura:

Quando uma força é aplicada a um corpo, ela produzirá uma tendência de rotação do corpo em torno de um ponto que não está na linha de ação da força. Essa tendência de rotação algumas vezes é chamada de torque, mas, normalmente é denominada de momento de uma força ou simplesmente momento. (HIBBELER, 2011, p.85).

Tendo em vista esse problema, foi percebida a necessidade de desenvolver um produto capaz de amenizar o número de acidentes. Para isso, no momento que a criança usar uma das gavetas para escalar o móvel, a projeção do centro de gravidade do aparador com o contrapeso deve permanecer dentro da projeção do próprio aparador.

Após um processo de *brainstorming*, a solução escolhida foi um contrapeso para aparadores. Antes de iniciar o projeto de desenvolvimento, foi necessário pesquisar sobre modelos de processos de desenvolvimento de produtos e a importância de seguir as etapas.

O processo de desenvolvimento de produto (PDP) é basicamente uma série de etapas que ajudam a executar melhor o processo de criação de um produto, organiza por etapas e utilizando ferramentas que facilitam o trabalho do desenvolvedor. Para este artigo foi selecionado um modelo específico, o modelo de Rozenfeld *et al.* (2006), e será analisada a etapa de desenvolvimento.

O objetivo deste estudo é desenvolver o contrapeso para aparadores e comparar os passos teóricos descritos em metodologias clássicas de PDP com aqueles realmente executados no case.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Descartes (1987) foi o autor que delineou as regras do método cartesiano. Estas determinavam uma sequência lógica iniciada com a “não-aceitação de qualquer coisa como verdade até conhecê-la evidentemente como tal, excluindo toda e qualquer possibilidade de dúvida”. A partir dessa definição, a divisão do problema em partes para facilitar sua resolução, com a condução dos pensamentos de forma ordenada, começando pelos objetos mais simples e fáceis, até o encontro com os objetos mais complexos e de difícil entendimento. Por fim, a determinação de se executar enumerações tão complexas e gerais, de modo a garantir que nada tenha sido omitido nas ponderações.

Para Löbach (2001), todo processo de desenvolvimento de um produto é tanto criativo quanto baseado em resolução de problemas. Parte de um problema identificado, que pode ser bem definido e são reunidas informações sobre ele, as quais são analisadas e relacionadas de forma criativa entre si. São criadas alternativas de soluções para este problema, baseadas em critérios estabelecidos, para que seja desenvolvida a alternativa mais adequada.

Segundo Kaminski (2000) o processo de desenvolvimento de produtos abrange um conjunto de atividades que tem como objetivo a transformação das necessidades mercadológicas em produtos ou serviços que atendam às necessidades do mercado e sejam economicamente viáveis.

O planejamento e execução do PDP permite de forma eficiente e eficaz a obtenção de resultados satisfatórios para a organização. Assim, pode-se analisar o grau de maturidade do PDP, ou seja, a capacidade de serem definidas, utilizadas, gerenciadas as atividades e resultados em todas as fases do PDP. Para selecionarmos dentre as possíveis organizações clássicas do processo de desenvolvimento de produtos adotadas, selecionamos alguns exemplos de macroestruturas projetuais, para uma devida apropriação de método. Segundo Munari (1981), o método projetual não é absoluto ou definitivo, mas algo que pode ser modificado para se adequar ao processo de desenvolvimento. As dificuldades que surgem em torno de um projeto podem se tornar complexas para serem resolvidas de forma puramente intuitiva, devido ao volume e velocidade de informações atrelados às tipologias dos problemas projetuais (BÜRDEK, 2010).

Bonsiepe (1978) apresenta uma metodologia mais elaborada, cujas principais fases são a estruturação do problema projetual, onde uma necessidade deve ser detectada e avaliada, um problema deve ser formulado de forma geral e, posteriormente, detalhado, com sua subdivisão, hierarquização e análises de soluções já existentes. Posteriormente, a execução do projeto, momento em que são desenvolvidas, verificadas e selecionadas as alternativas de soluções,

sucedidas da construção de protótipos, os quais serão avaliados e alterados, gerando planos técnicos para a fabricação. Por fim, a realização do projeto, no momento que é fabricada a pré-série, são elaborados estudos de custo e adaptações do design às condições específicas do produtor. Isso irá permitir a produção em série e a avaliação do produto depois de lançado no mercado, permitindo a introdução posterior de eventuais modificações.

Cross (2021) elaborou um modelo simplificado de quatro estágios: exploração; geração; avaliação e comunicação. O autor o relaciona a um método francês mais elaborado, formado das etapas de análise do problema, criação do design conceitual, incorporação dos esquemas (ou padronização) e detalhamento.

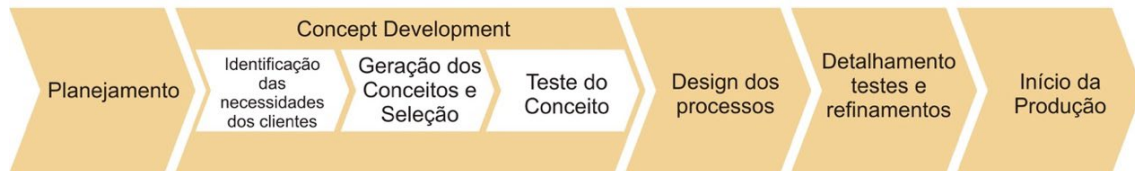
Romano (1996) desenvolveu uma metodologia para o projeto de embalagens a qual foi aplicada a eletrodomésticos de refrigeração, em seu trabalho, contemplando a formação da equipe; o início do projeto (análise do produto, do despacho, da distribuição e venda); o estudo do layout de carga; os estudos preliminares das concepções (materiais, necessidades e processos); o projeto preliminar; e, por fim, o projeto detalhado.

O Manual de Gestão de Design (MGD, 1997) estabelece etapas bem distintas de desenvolvimento de novos produtos. A primeira etapa é o reconhecimento do impulso, que pode ser determinado pela diminuição da quota de mercado, a insatisfação dos clientes, o advento de novas normas, ou ações da concorrência, ou oportunidades oferecidas pela tecnologia e mesmo a aparição ou descoberta de um novo segmento de mercado. Em seguida, serão avaliadas as ações da concorrência, os produtos atuais, tendências do mercado e tecnologia disponível e meios de produção, as possibilidades de venda e preços de mercado, além dos custos previstos. A definição é a próxima etapa, que é a elaboração das especificações e principais características do produto, com a seleção ou direcionamento dos mercados que a que se dirigirá, bem como o planejamento das etapas, como o tempo de desenvolvimento do produto e o momento de lançamento, além do posicionamento do preço de referência no mercado. Assim, torna-se possível a elaboração e execução de uma análise profunda do mercado e das oportunidades, com levantamento das probabilidades de construção e produção, com a seleção dos materiais utilizáveis, formas, cores e acabamentos e levantamento dos custos das opções, dentre as quais serão selecionadas as mais viáveis, dentro de um compromisso técnico (o que é possível) e de um compromisso comercial (quanto pode custar). As etapas seguintes são o desenvolvimento, propriamente dito, a elaboração das especificações e o lançamento.

Ulrich e Eppinger (2011) identificam uma metodologia, apresentada na Figura 1, em que o processo de desenvolvimento termina com o detalhamento e entrega do projeto aos

responsáveis pela fabricação de ferramentais e equipamentos acessórios. O detalhamento consiste no refinamento do projeto, sendo verificados o atendimento aos requisitos de produção e normativos inerentes à categoria ou produto específico. Neste momento também é feita a especificação dos componentes genéricos e dos processos de fabricação.

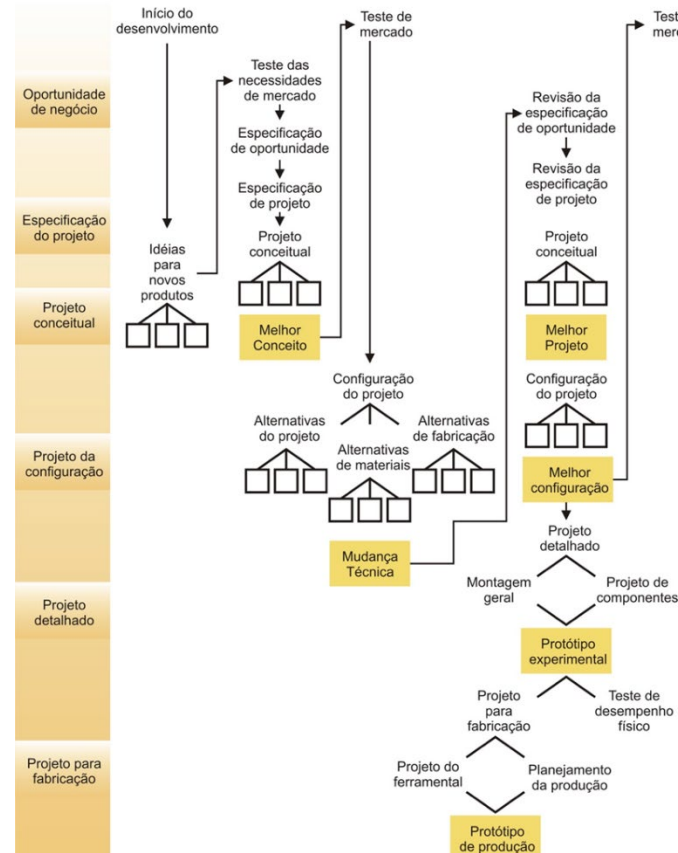
FIGURA 1 - Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos.



Fonte: adaptado de Ulrich e Eppinger (2011).

Baxter (2011) define que as atividades de projeto não seguem uma linha reta, mas são marcadas por avanços e retornos. Para ele, a decisão tomada em determinada etapa pode afetar a alternativa adotada anteriormente, considerando o processo de desenvolvimento de um produto como um processo estruturado, conforme mostrado na Figura 2.

FIGURA 2 - Atividades de projeto nas diferentes etapas do desenvolvimento do produto.



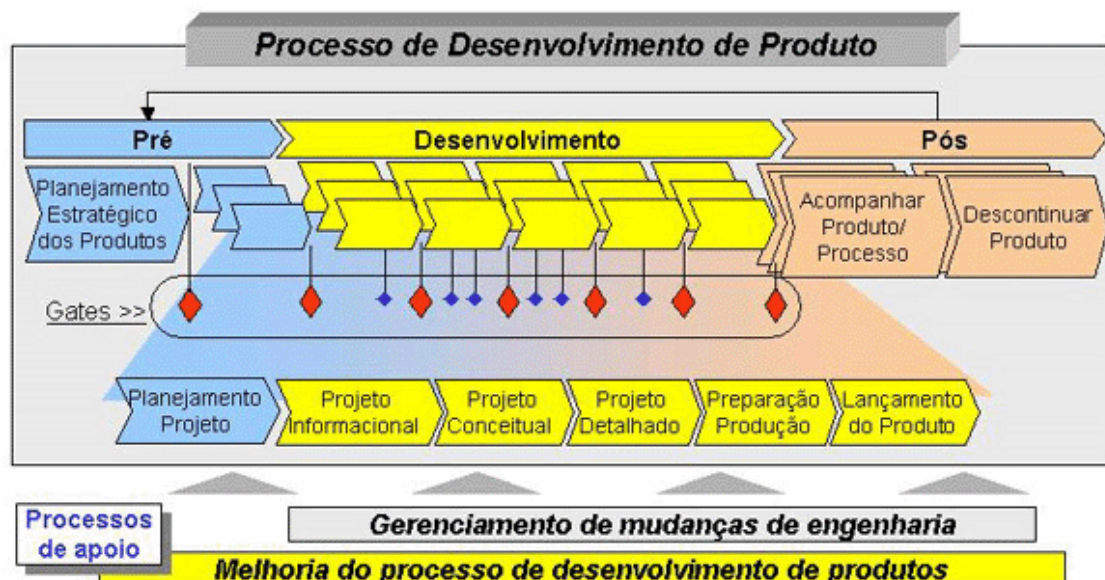
Fonte: adaptado de Baxter (2011).

Conforme mostra a Figura 3, o modelo apresentado por Rozenfeld *et al.* (2006) é dividido

em 3 macro etapas: Pré, Desenvolvimento e Pós; para o nosso estudo será analisada somente parte da macro etapa “Desenvolvimento”, que por sua vez é subdividida em 5 passos:

- a) Projeto informacional: Definição das especificações-meta, características técnicas necessárias para atender a necessidade do cliente percebida na macro etapa anterior
- b) Projeto conceitual: Entender as necessidades e requisitos que o produto tem que atender, representar esses conceitos com desenhos ou esquemas e selecionar as informações que embasam tais necessidades e requisitos.
- c) Projeto detalhado: Transforma o projeto conceitual em projeto detalhada, especificando materiais, tolerâncias e processos produtivos para que as equipes de manufatura possam produzir a peça.
- d) Preparação para produção: Alinhamento com a produção (desde a obtenção da matéria prima até a determinação da capacitação de pessoal) com o projeto detalhado, normalmente se inicia com um protótipo para servir de base para o processo.
- e) Lançamento do produto: Insere o produto no mercado.

FIGURA 3 - Modelo de referência unificado do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP).

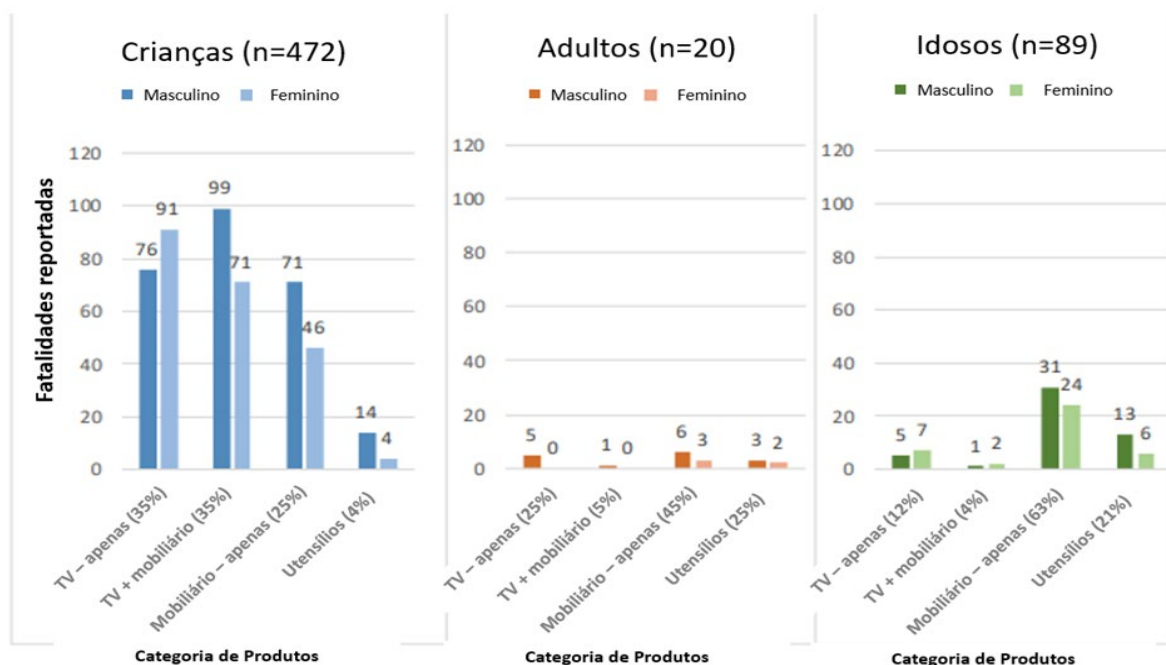


Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

3. ESTUDO DE CASO: DESENVOLVIMENTO DE UM CONTRAPESO PARA APARADORES

O caso a ser apresentado se trata de um Contrapeso para Aparadores pensado para evitar acidentes e possíveis fatalidades com acidentes domésticos. Segundo a Comissão de Segurança do Consumidor dos Estados Unidos, crianças entre 1 e 3,5 anos representam 66% dos casos de fatalidade infantil e o móvel que mais aparece entre os casos de fatalidades são os aparadores (48% dos casos de fatalidade por tombamento de móveis). Entre 2000 e 2020 ocorreram 472 fatalidades causadas por tombamento de móveis (Furniture-Only-Related), como mostra a Figura 4.

FIGURA 4 - Fatalidades ocorridas entre 2000 e 2020 causadas por tombamento de móveis e eletrodomésticos.



Fonte: adaptado de Product Instability or Tip-Over Injuries and Fatalities Associated with Televisions, Furniture, and Appliances: 2021 Report - U.S. Consumer Product Safety Commission.

Para realizar o desenvolvimento do produto usamos os primeiros dois passos e parte do terceiro passo da macro etapa de Desenvolvimento do modelo apresentado por Rozenfeld *et al.* (2006).

a) Projeto informacional:

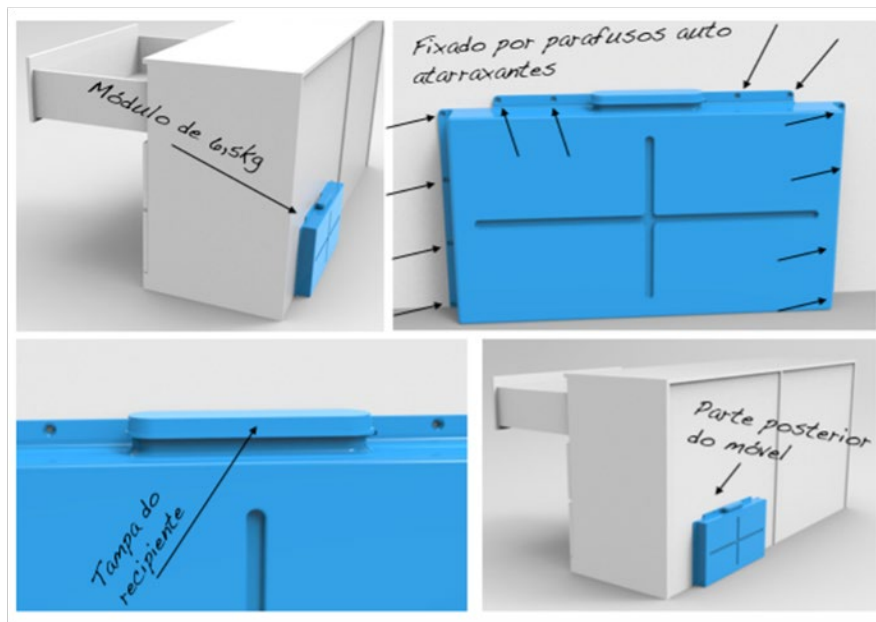
- Meta: Reduzir o número de acidentes causados por tombamento de aparadores;
- Características técnicas: Produto genérico, compatível com vários modelos de móveis; sem interferências estruturais, como fixações em pisos ou paredes,

tendo em vista que 35,9% dos americanos vivem de aluguel (CRAFT, 2022) e podem não serem autorizados a realizar furações nas paredes ou pisos.

b) Projeto conceitual:

- Produto deve aumentar a resistência do móvel ao torque gerado pelo peso da criança;
- Produto deve ser fixado no próprio mobiliário (Figura 5).

FIGURA 5 - Representação do projeto conceitual.



Fonte: elaborado pelos autores

c) Projeto detalhado: Transforma o projeto conceitual em projeto detalhada, especificando materiais, tolerâncias e processos produtivos para que as equipes de manufatura possam produzir a peça.

3.1 Cálculos mecânicos

Para validar o desempenho da peça foi realizado um estudo mecânico baseado no princípio do equilíbrio. O aparador deve permanecer em equilíbrio (o centro de gravidade deve estar dentro da projeção do móvel) em duas situações:

- Com o contrapeso acoplado e as gavetas fechadas;
- Com o contrapeso acoplado e com uma criança escalando as gavetas (situação em que normalmente ocorrem os casos de tombamento).

Para o primeiro cenário foi utilizada a fórmula:

$$P1 * D1 = P2 * D2 \quad (1)$$

Em que P1 é o peso aparador, D1 é a distância entre o centro de massa do aparador e a parte traseira do aparador, P2 é o peso do contrapeso (a variável a ser encontrada) e D2 é a distância entre o centro de massa do contrapeso e a parte traseira do aparador. Ao manipular tal fórmula (1) para a fórmula (2), encontramos o limite máximo do peso do contrapeso para que o aparador não tombe sozinho para trás.

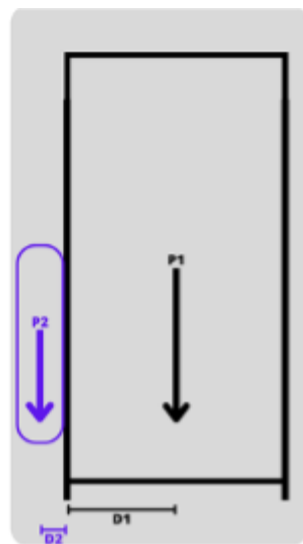
$$P2 = P1 * D1 / D2 \quad (2)$$

Utilizando um modelo de aparador cujo peso total é de 73,82 kg e 48 cm de profundidade e, limitando a espessura da nossa peça a 4 cm, conforme vemos na Figura 6, teremos qual a razão para escolha destas dimensões.

$$P2 = (73,823 \text{ Kg} * 0,24 \text{ m}) / 0,02 \text{ m} \quad (2)$$

O P2 resultante é 885,87 Kg, ou seja, o contrapeso não pode pesar mais de 885,87 Kg, caso isso ocorra ele tombará para trás.

FIGURA 6 - Representação do limite superior do peso do produto.



Fonte: elaborado pelos autores.

Para o segundo cenário foi utilizada a fórmula:

$$P2 * D2 + P1 * D1 = P3 * D3 + P4 * D4 + F5 * D5 \quad (3)$$

Em que P1 é o peso aparador, D1 é a distância entre o centro de massa do aparador e a parte dianteira do aparador, P2 é o peso do contrapeso (a variável a ser encontrada) e D2 é a

distância entre o centro de massa do contrapeso e a parte dianteira do aparador, P4 e P3 são os pesos das gavetas, D3 e D4 são as distancias dos centros das gavetas até a parte dianteira do aparador e F5 e D5 são respectivamente o a força realizada por uma criança escalando e a distância entre a força e parte dianteira do aparador.

Ao manipular tal fórmula (3) para a forma

$$P2 = ((P3 * D3 + P4 * D5 + F5 * D5) - (P1 * D1))/D2 \quad (4)$$

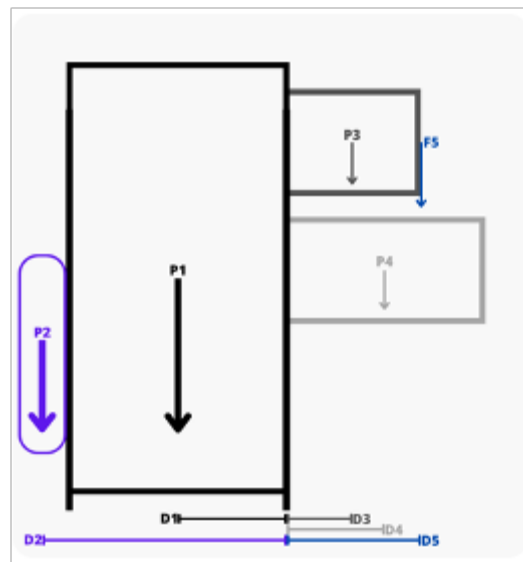
Encontramos o limite mínimo do peso do contrapeso para que o aparador não tombe sozinho para trás.

Utilizando um modelo de aparador cujo peso do aparador é de 50,57Kg e tem 48cm de profundidade, limitando a espessura da nossa peça a 4cm, considerando o peso de cada gaveta 12,34Kg com profundidade de 48cm conforme vemos na Figura 7, temos em um caso em que uma criança abre a gaveta do meio por inteiro e somente 33cm da gaveta superior:

$$P2 = ((12,342 \text{ Kg} * 0,215\text{m} + 9,4718\text{Kg} * 0,165\text{m} + 30\text{Kg} * 0,33\text{m}) - (52,01\text{Kg} * 0,24\text{m})) / 0,26\text{m} \quad (5)$$

$$P2 = 6,28\text{Kg}$$

Figura 7 - Representação do limite inferior do peso do produto.



Fonte: Elaborado pelos autores

3.2 Resultados iniciais

Já com os valores dos limites em mãos foi possível calcular a largura e altura da peça para que o resultado esperado seja alcançado. Conforme vemos na Figura 8, caso a peça tenha 4cm x 30cm x 55cm e for enchida com água, teremos um peso por peça de 6,6Kg.

FIGURA 8 - Resultados iniciais do cálculo do peso.

Espessura	4
Largura	30
Altura	55

	1 peça		2 peças	
volume	6600	cm ³	13200	cm ³
	0,0066	m ³	0,0132	m ³
Peso com água	6,6	Kg	13,2	Kg

Fonte: elaborado pelos autores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados iniciais mostram que é possível resolver o problema utilizando a solução proposta, já que o peso por peça se encontra entre os limites inferior e superior encontrados no estudo mecânico.

Este trabalho possibilitou explorar soluções para o problema de tombamento de aparadores utilizando como referência etapas do modelo teórico selecionado. O projeto utilizou como referência as etapas Projeto informacional, Projeto Conceitual e Projeto Detalhado do modelo de Processo de Desenvolvimento de Produto escolhido.

Destacamos que este trabalho serve apenas como referência para estudos futuros que pretendam explorar com maior profundidade o problema destacado. Por hora os resultados são insuficientes para constatar a eficácia do produto já que apenas a projeto conceitual foi concluído.

REFERÊNCIAS

BAXTER, M. **Projeto de produto: Guia Prático para o Desenvolvimento de Novos Produtos**. São Paulo: Edgard Blücher. 2011.

BONSIEPE, Gui. **Teoría y Práctica Del Diseño Industrial Teoría y Práctica Del Diseño Industrial Teoría y Práctica Del Diseño Industrial**. Barcelona. Gustavo Gili, 1978.

BÜRDEK, Bernhard E. **Design-história, teoria e prática do design de produtos**. Editora Blucher, 2010.

CRAFT, D. **Key Homeowners vs. Renters Statistics**, 2022. Disponível em: <<https://www.worthinsurance.com/post/homeowners-vs-renters-statistics>> Acessado em 22 de julho de 2023.

CROSS, Nigel. **Engineering design methods: strategies for product design**. John Wiley & Sons, 2021.

DESCARTES, R. **Discurso do Método**. In: "Descartes", São Paulo, Abril Cultural, Coleção Os Pensadores, 1987.

HIBBELER, R.C.; **Estática: mecânica para engenharia**. 12.ed. São Paulo: Pearson Prentice, 2011.

KAMINSKI, P.C. **Produtos e a Sociedade**. In: Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

LÖBACH, B. **Design Industrial: Bases para Configuração dos Produtos Industriais**. São Paulo: Edgard Blücher. 205 p. 2001.

MGD – **Manual de Gestão de Design - Centro Português de Design**. Porto, Portugal: Bloco Gráfico Ltda. 1997.

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. Lisboa: Ed. 70, Col. Arte e Comunicação, 1981.

ROMANO, L. N. **Metodologia de Projeto para Embalagem**. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Curso de Pós –Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 1996.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRADINI, D.H.; SCALICE, R.K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos - uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

ULRICH, K.; EPPINGER, S. **Product Design and Development**. McGraw Hill, 2011.