

## MÉTODO AUXILIAR PARA SELECIONAR TERMOPLÁSTICOS: ESTUDO DE CASO DE PEÇA EM PRODUÇÃO E APLICAÇÃO EM PRODUTOS NOVOS

Leandro Oliveira Barros <sup>1</sup>

### RESUMO

A forma como as empresas selecionam um material termoplástico para um produto novo nem sempre é eficaz. Elas utilizam como meio de seleção: catálogos, opiniões de fornecedores, tentativa e erro, históricos de produtos similares já produzidos, opinião de colegas experientes, material termoplástico que a máquina da empresa trabalha ou até mesmo por suas próprias experiências. O presente trabalho tem por objetivo propor um método simples que oriente na seleção de materiais termoplásticos em produtos novos e verificação da correta utilização desses materiais em produtos em produção. Essa seleção será baseada nas principais funções que se deseja para o produto e nas propriedades dos materiais termoplásticos, onde, através de referências bibliográficas, serão avaliados os dez termoplásticos mais utilizados pelas indústrias. Este trabalho apresenta estudo de caso real da seleção de termoplástico de uma peça em produção e seleção de material de uma peça em desenvolvimento, mostrando que o método tem potencial para orientar na seleção inicial de termoplásticos. Esse método de seleção visa atingir empresas de pequeno porte, que desenvolvem e fabricam produtos simples e não têm recursos disponíveis para utilizar softwares caros que selecionam o material mais adequado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Seleção de Termoplásticos. Materiais Termoplásticos. Propriedades dos Termoplásticos.

### ABSTRACT

The way companies choose a thermoplastic material for a new product is not always effective. They use it as a medium of choice: catalogs, reviews of suppliers, method of trial and error histories similar products already produced, opinion of experienced colleagues, the plastic machine company works or even by their own experiences. This paper aims to propose a simple method to guide the selection of thermoplastic materials in new products and verification of the correct use of these materials in products in production. This choice will be based on main functions desired for the product and the properties of plastic materials, which, through references will be assessed the ten thermoplastics most commonly used by industries. This paper presents actual case study of thermoplastic selecting a piece of production and selection of one piece of material development, showing that the method has the potential to guide the initial selection of thermoplastics. This method of selection aims to reach small businesses, which develop and manufacture simple products and have no resources to use expensive software that select the most suitable material.

**KEYWORDS:** Selection Thermoplastics. Thermoplastic Materials. Properties of Thermoplastic.

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM. E-mail: le\_barros@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Um importante ponto a se considerar no desenvolvimento de um novo produto, é a seleção do material termoplástico que será utilizado. Como selecionar qual o melhor material para o produto dentro da enorme gama de possibilidades existentes no mercado?

Hoje, profissionais de várias áreas, como engenheiros, projetistas e designers, selecionam materiais termoplásticos para produtos de diversos seguimentos em que atuam no processo de desenvolvimento.

De modo geral, desenvolver produtos consiste em um conjunto de atividades por meio das quais busca-se a partir das necessidades do mercado, das possibilidades, restrições tecnológicas e considerando as estratégias de produtos da empresa, chegar as especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo (ROZENFELD et al., 2006).

A seleção desses materiais termoplásticos se deve a possibilidade de combinação de propriedades que não seria possível em outro tipo de matéria prima. Alguns exemplos das propriedades adquiridas são: leveza, resistência ao impacto, resistência à tração, facilidade de cores, transparência, facilidade de processamento, versatilidade de adaptação de diversas geometrias e de maneira geral a redução de custo do produto final.

Porém, especificar um material termoplástico não é uma tarefa simples, pois diante de tantos tipos existentes no mercado, por ele ser um material relativamente novo, com pouco mais de 100 anos de utilização em grande escala e conseqüente limitação no conhecimento sobre esses materiais, em que muitas vezes é levado em consideração a experiência de trabalhadores da área de transformação.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um método simples através de uma planilha, que ajudará na seleção do material termoplástico para produtos novos e verificar a possibilidade de usar outros materiais em produtos já em produção, baseando-se nas propriedades dos materiais termoplásticos e nos principais requisitos e funções do produto. Essa ferramenta de auxílio visa atingir profissionais da área de desenvolvimento e empresas de pequeno porte,

que desenvolvem produtos simples e não tem recursos disponíveis para utilizar softwares caros e outros sistemas que selecionam o material mais adequado.

A natureza do trabalho segue uma pesquisa aplicada, onde foi analisado o problema da dificuldade em selecionar um material termoplástico. De acordo com Silva e Menezes (2005), o objetivo desse tipo de pesquisa é gerar conhecimentos para aplicações práticas e direcionados para a resolução de problemas específicos.

O problema enfatizado no trabalho teve uma abordagem quantitativa, onde foram considerados dados que puderam ser quantificados e traduzidos em informações. A exemplo disto foi realizado o levantamento e análise das propriedades dos dez materiais termoplásticos mais usados. Cada material tem suas propriedades medida por um valor, que pode ser comparado com valores de outros materiais para saber qual tem melhor desempenho.

Ainda considerando a forma de abordagem do problema, ela também pode ser considerada como qualitativa, uma vez que busca uma relação dinâmica entre as propriedades quantificadas e qualidade funcional do objeto analisado.

Do ponto de vista dos objetivos do trabalho, a pesquisa tem caráter exploratório que proporcionou maior conhecimento sobre o problema e envolveu o levantamento bibliográfico, entrevista com profissional da área de aplicação que vivenciou o problema na prática e estudo de caso que trouxe um maior aprofundamento ao assunto.

Os procedimentos técnicos para a realização do trabalho seguiu uma linha de pesquisa experimental. Para Gil (2007), esse tipo de pesquisa consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objetivo. Dessa forma o objeto de estudo neste trabalho, é o meio de selecionar materiais termoplásticos e as variáveis para essa seleção são as propriedades e as funções requerida pelo produto.

## **1. MÉTODO PROPOSTO PARA SELEÇÃO DO MATERIAL**

### **1.1. Seleção das Propriedades**

Os materiais termoplásticos podem ser classificados em diversas propriedades como: físicas, mecânicas, térmicas e elétricas. Os termoplásticos também podem ser avaliados em outras propriedades como químicas, óticas, entre outras, porém para este trabalho são considerados apenas as mais comuns, relacionada à aplicação do produto proposto no estudo de caso.

Cada propriedade em particular está relacionada a uma função que pode ser proporcionada ao termoplástico, e conseqüentemente ao produto final. Essa relação é o que possibilita o processo inicial de seleção de um termoplástico para um determinado produto.

Com base nesse entendimento foi possível fazer uma correlação entre a propriedade do termoplástico com a função ou característica que ela proporciona, conforme Tabela 1. Para o trabalho em questão, são abordadas as propriedades mais importantes, tendo em vista um panorama geral de produtos e peças termoplásticos.

Uma linha relacionada ao custo foi adicionada à tabela, onde, se a função é reduzir o custo do produto, a propriedade que regula essa função, é o preço do quilograma (R\$/Kg) de material que será utilizado.

Tabela 1- Propriedades dos Termoplásticos x Função Desejada.

Propriedades	Funções
Densidade	Leveza
Absorção de água	Estabilidade dimensional
Contração	Estabilidade dimensional
Resistência a tração	Resistir à estiramentos
Módulo de elasticidade	Suportar montagem
Tensão de alongamento	Suportar cargas, ser flexível, minimizar
Resistência a flexão	ruídos
Resistência a compressão	Facilitar montagem, ser flexível
Coefficiente de fricção	Suportar cargas
Resistência ao impacto	Ser liso, deslizante
Dureza	Suportar choques mecânicos, vibrações
Condutividade térmica	Resistir à riscos
Expansão térmica	Isolamento térmico
Temperatura (HDT)	Estabilidade dimensional
Temperatura máxima de serviço	Suportar temperatura, soldagem e
Rigidez dielétrica	metalização
Valor R\$ / Kg	Suportar temperatura, manutenção
	Ser isolante elétrico
	Ser barato, baixo custo

Fonte: O autor.

## 1.2. Seleção dos Materiais Termoplásticos

De acordo com Mano (1991, p. 64), “do ponto de vista de aplicação, os plásticos podem ser distribuídos em dois grandes grupos: *plásticos de uso geral e plásticos de engenharia*”.

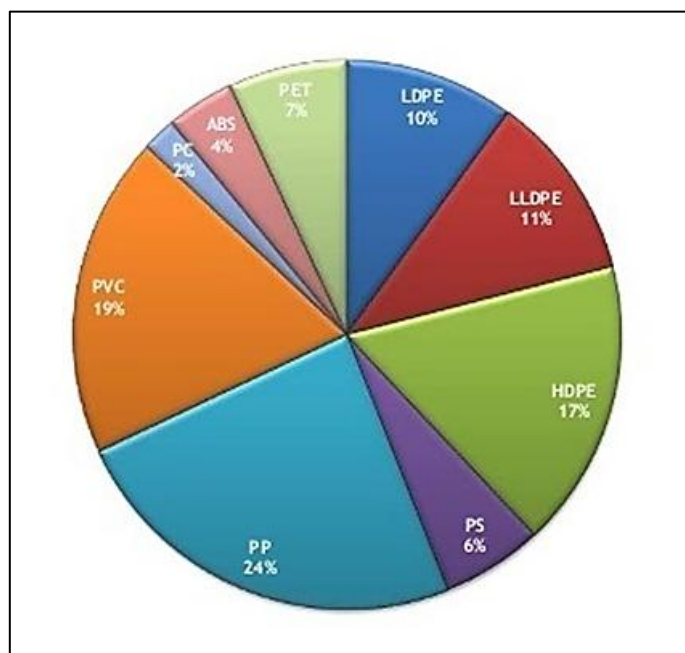
Para este trabalho, dentro dessas classificações, foram utilizados cinco termoplásticos de uso geral, sendo eles: polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD), policloreto de vinila (PVC), acrilonitrila butadieno estireno (ABS) e polipropileno (PP). E outros cinco materiais termoplásticos de engenharia, sendo: poliamida (PA), policarbonato (PC), polióxido de metileno (POM), polibutileno tereftalato (PBT) e polietileno tereftalato (PET).

A seleção desses materiais se deve a grande utilização deles nas indústrias de transformação e em variados segmentos de produtos como: agrícola, automobilística *fitness* e utensílios em geral.

### 1.3. Pontuação dos Termoplásticos de Acordo com as Propriedades

Existem variados tipos de termoplásticos, porém para este trabalho foram considerados apenas dez termoplásticos, sendo alguns deles, conforme Figura 1, os mais consumidos mundialmente pelas empresas de transformação segundo dados da *Plastics Europe Market Research Group* (PEMRG).

Figura 1- Consumo Mundial de Termoplásticos



Fonte: Adaptado de PEMRG, 2015.

Os termoplásticos selecionados e citados anteriormente foram avaliados em suas principais propriedades conforme Tabela 2, onde cada um tem um valor específico para cada propriedade e que pode ser confrontado com os demais termoplásticos, para verificar qual deles apresenta melhor desempenho. Assim, por exemplo, se comparar a propriedade de resistência à compressão dos materiais termoplásticos pela tabela, pode-se verificar que o material com melhor desempenho nessa propriedade, é a poliamida (PA) com

valor de 13.500 psi, enquanto que o termoplástico com valor mais baixo é o polietileno de baixa densidade (PEBD) com 1.700 psi.

Tabela 2- Propriedades dos Termoplásticos.

Propriedades	Gravidade Específica	Absorção de água	Contração	Coefficiente de Fricção	Resistência à Tração	Módulo de Elasticidade	Elongamento à Tensão	Resistência à Flexão	Módulo de Flexão	Resistência à compressão	Dureza Rockwell	Resistência ao Impacto Izod	Coefficiente de expansão térmica Linear	Temperatura de Deflexão Térmica	Temperatura máxima de serviço contínuo no ar	Rigidez Dielétrica	Custo do Material
MATERIAIS	g/cm3	%	%	Adimensional	psi	psi	%	psi	psi	psi	Adimensional	ft <sup>2</sup> lbs/in	in/in°F x 10 <sup>-5</sup>	°F	°F	V/mil	R\$ / Kg
ABS	1.04	0.30	0.8	0.35	4,100	310,000	32	9,100	304,000	2,900	R102	7.7	5.6	200	160	450	R\$ 7,06
PC	1.20	0.15	0.7	0.38	9,500	345,000	135	13,500	345,000	12,500	R118	14.0	3.8	280	240	380	R\$ 18,00
PVC	1.42	0.06	1	0.27	7,500	411,000	350	12,800	481,000	1,950	R115	1.0	3.2	171	140	544	R\$ 7,00
POM	1.42	0.25	2	0.2	10,000	380,000	75	14,300	420,000	4,500	R120	1.5	6.8	336	185	500	R\$ 6,72
PEAD	0.96	0.10	2.8	0.28	4,000	280,000	600	8,000	200,000	2,100	R81	1.1	7.0	172	150	500	R\$ 5,79
PEBD	0.92	0.10	1.5	0.26	1,400	245,000	500	7,800	30,000	1,700	R70	no break	6.0	122	120	520	R\$ 6,11
PA	1.16	1.2	1.3	0.22	11,700	400,000	25	16,000	450,000	13,500	R125	0.8	5.0	410	230	600	R\$ 16,95
PBT	1.30	0.08	1.2	0.25	8,700	425,000	90	12,000	330,000	3,500	R120	1.5	4.64	310	245	400	R\$ 13,00
PET	1.38	0.10	1.4	0.25	11,500	470,000	70	15,000	400,000	3,700	R117	0.7	3.9	240	230	400	R\$ 10,09
PP	0.91	0.01	1.7	0.26	5,400	240,000	400	7,250	225,000	5,750	R92	1.2	4.3	210	180	550	R\$ 5,67

Fonte: O autor.

Com base na Tabela 2 e comparando as propriedades dos materiais é possível pontuar qual deles apresenta melhor desempenho em determinada propriedade. A pontuação é feita com notas de 1 a 10 pontos, sendo que a nota máxima de 10 pontos, será designada para o termoplástico que apresentar forte desempenho, ou seja, o maior valor numérico e 1 ponto para o que apresentar fraco desempenho em dada propriedade.

Utilizando o exemplo anterior de propriedade de resistência a compressão, a poliamida (PA) recebe 10 pontos pela sua excelente performance nesta propriedade, enquanto que o polietileno de baixa densidade (PEBD) recebe 1 ponto por apresentar valor menor, assim sendo classificado como de ruim ou fraca performance nessa propriedade.

Todos os outros termoplásticos utilizados para comparação nesse trabalho foram avaliados e receberam uma nota de 1 a 10 pontos. Após avaliação de todos os materiais foi obtido a Tabela 3 com a pontuação de cada termoplástico e para cada uma das propriedades dele.

Tabela 3- Pontuação dos Materiais.

Propriedades	ABS	PC	PVC	POM	PEAD	PEBD	PA	PBT	PET	PP
Contração	9	10	8	2	1	4	6	7	5	3
Absorção de umidade	2	4	9	3	6	6	1	8	6	10
Resistência a tração	3	7	5	8	2	1	10	6	9	4
Resistência ao impacto	8	9	3	6	4	10	2	7	1	5
Módulo de flexão	4	6	10	8	2	1	9	5	7	3
Resistência a flexão	4	7	6	8	3	2	10	5	9	1
Alongamento na ruptura	2	6	7	4	10	9	1	5	3	8
Resistência a compressão	4	8	2	7	3	1	10	5	6	9
Dureza superficial	4	7	5	9	2	1	10	8	6	3
HDT	4	7	2	9	3	1	10	8	6	5
Coefficiente de atrito	2	1	4	10	3	6	9	8	7	5
Densidade	7	5	2	1	8	9	6	4	3	10
Valor R\$/Kg	5	1	6	7	9	8	2	4	3	10
Temperatura de uso contínuo	4	9	2	6	3	1	7	10	8	5
Rigidez dielétrica	4	1	8	5	6	7	10	2	3	9

Fonte: O autor.

É importante ressaltar que o critério utilizado para pontuação das propriedades em dado material é válido somente para fins de comparação, nunca para desqualificar a propriedade ou mesmo o material em si, visto que todos eles têm um valor comercial e aplicações distintas dentro da fabricação de peças termoplásticas.

#### 1.4. Planilha para Seleção do Melhor Material Termoplástico (Excel)

Com todas as informações levantadas e organizadas, foi possível montar uma planilha capaz de relacionar a função que se deseja para o produto com a propriedade necessária para atender essa função. A aplicação da planilha será feita pelo profissional da área, que conhecendo o ambiente e condições em que a peça será utilizada, levará em conta quais são funções necessárias para o produto que estiver analisando.

O profissional poderá selecionar mais de uma função necessária, podendo definir qual a porcentagem (%) de importância a função tem para o produto. A soma final das importâncias sempre será de 100%, completando um conjunto de requisitos e funções necessárias para o produto avaliado.



Conforme exemplo da figura 2, preenchido os valores de porcentagem de importância na coluna B, a planilha automaticamente retornará na coluna D, o primeiro material selecionado e mostrará também uma segunda opção de material

Com esses dados implementados na planilha é possível obter um modelo prático, econômico e objetivo, na seleção de termoplástico.

Figura 2- Planilha Resultado da Seleção.

	A	B	C	D
1	<b>Função desejada para o produto</b>	<b>Importância (%)</b>		<b>1° Material Escolhido</b>
2	Estabilidade Dimensional			PP
3	Resistir estiramento			
4	Resistir choques e vibrações			
5	Suportar montagem	20		
6	Suportar cargas	30		<b>2° Material Escolhido</b>
7	Resistir a riscos			POM
8	Facilitar soldagem e metalização			
9	Peça lisa, deslizantes			
10	Leveza			
11	Reduzir custo	50		
12	Resistir temperatura alta			
13	Isolante elétrico			
14	Soma das importâncias	100		

Fonte: O autor.

## 2. ESTUDO DE CASO

Para o estudo de caso foram utilizadas peças técnicas de equipamentos de uma indústria da região. A indústria possui mais de 30 anos de mercado, conhecida como fabricante de equipamentos agrícolas e jardinagem.

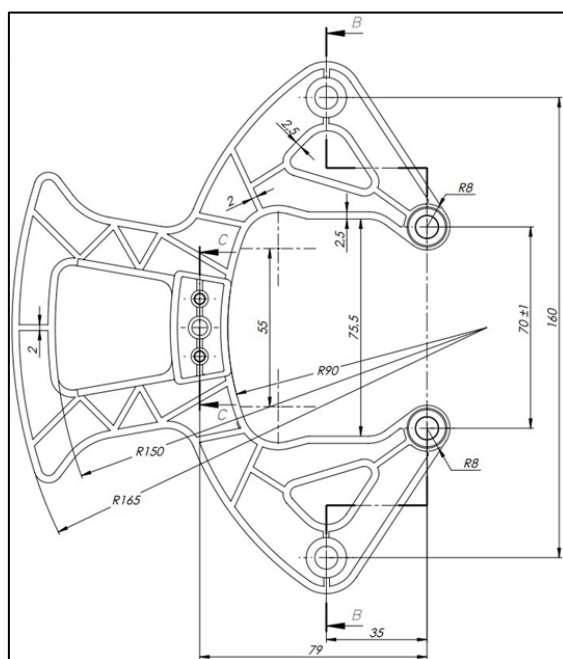
As peças disponibilizadas para o estudo são componentes que fazem parte da montagem de um produto/equipamento final.

As funções desejadas para o produto, foram relatadas pelo profissional da área, que fez uma breve descrição do ambiente e situação de trabalho que

as peças seriam expostas. Com base nesse relato foram verificadas as necessidades das peças, bem como o grau de importância dessas necessidades, para posterior alimentação de dados na planilha de seleção de material.

A primeira peça analisada é uma peça já em produção, e faz parte de um equipamento agrícola. A Figura 3 mostra o desenho técnico da peça, ponto de partida para entender seu funcionamento e suas necessidades no ambiente de trabalho.

Figura 3- Desenho Técnico- Suporte das Hastes



Fonte: A empresa.

Essa peça é um produto desenvolvido e em produção, fabricado em uma máquina injetora Pavan Zanetti de 168 toneladas e o material termoplástico utilizado para produção é o POM (polióxido de metileno).

No manual de utilização do equipamento, é descrito seu princípio de funcionamento e uma característica relatada é a existência de vibrações durante o funcionamento do equipamento. Assim uma das funções dessa peça é resistir a vibrações, dado que será analisado e definido o grau de importância em porcentagem. Com base nos relatos do profissional da área de aplicação outra função que o produto deve ter é a capacidade de suportar montagens. Para concluir a análise do estudo de caso será considerado uma porcentagem

de importância para o custo da peça, uma vez que esse é um dos objetivos quando se produz produtos em termoplásticos.

Em entrevista com o profissional de aplicação, concluiu-se o levantamento das necessidades para a peça e foi definido o grau de importância para cada uma delas. Com base nos dados levantados definiu-se os seguintes valores de importância para as necessidades da peça:

- Resistir a vibrações- 50%
- Suportar montagem- 35%
- Reduzir custos- 15%

Após inserir os valores de importância definidos na planilha mestre, obtém-se o resultado conforme Figura 4, dos materiais termoplásticos selecionados para a peça.

Figura 4- Analise Peça 1

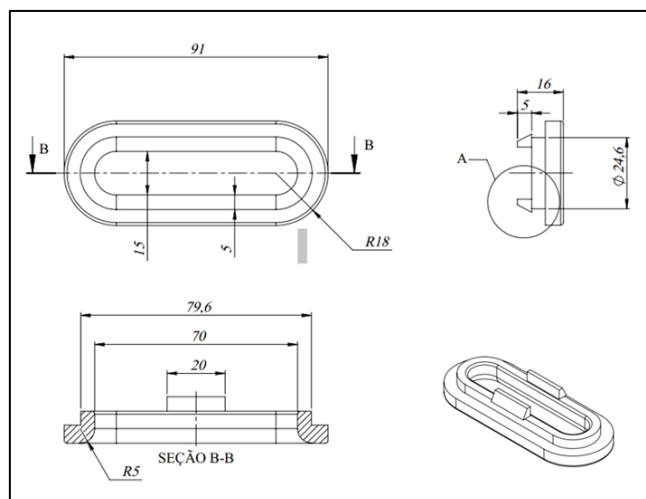
Função desejada para o produto	Importância (%)	1° Material Escolhido
Estabilidade Dimensional		POM
Resistir estiramento		
Resistir choques e vibrações	50	2° Material Escolhido PC
Suportar montagem	35	
Suportar cargas		
Resistir a riscos		
Facilitar soldagem e metalização		
Peça lisa, deslizantes		
Leveza		
Reduzir custo	15	
Resistir temperatura alta		
Isolante elétrico		
Soma das importâncias	100	

Fonte: O autor.

A primeira opção de material selecionado, foi o Poliacetal (POM) e em segunda opção ficou o Policarbonato (PC). Lembrando que essa é uma peça já desenvolvida que está em produção e a planilha retornou o mesmo material utilizado atualmente.

A segunda peça utilizada para esse estudo de caso é um produto novo e em fase de desenvolvimento, para o qual está sendo decidido o material termoplástico que será utilizado para produção da peça. O desenho de produto conforme Figura 5, mostra os detalhes da peça para início de análise dos requisitos e funções desejadas para esse produto.

Figura 5- Desenho Técnico- Tampão do Encaixe

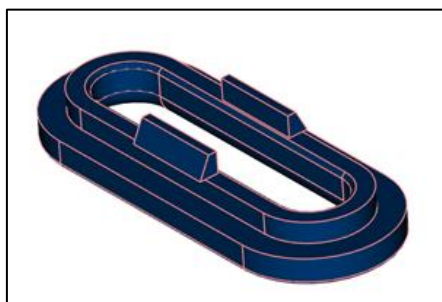


Fonte: A empresa.

Os dados levantados pelo profissional de aplicação são orientativos, devido ao produto se tratar de um modelo conceitual conforme representação da Figura 6. Ele descreve a peça como uma tampa que deverá suportar uma montagem prévia. No momento da montagem essa tampa receberá uma compressão para que os *snaps* encaixem na contra peça.

Com esses dados é possível analisar que o produto precisa ter como função uma boa estabilidade dimensional para permitir uma perfeita montagem. Para essa análise será considerado também uma importância para o custo da peça.

Figura 6- Modelo Conceitual



Fonte: A empresa.

Com base na descrição dos requisitos e funções necessárias a peça, definiu-se as seguintes porcentagens de importância:

- Estabilidade Dimensional- 30%
- Suportar Cargas- 30%
- Reduzir Custos- 30%
- Suportar Montagem- 10%

Inserindo os valores de importância definidos na planilha mestre, obtém-se o resultado conforme Figura 7, dos melhores termoplásticos para a peça.

Figura 7- Análise Peça 2

Função desejada para o produto	Importância (%)	1° Material Escolhido
Estabilidade Dimensional	30	PP
Resistir estiramento		
Resistir choques e vibrações		2° Material Escolhido
Suportar montagem	10	
Suportar cargas	30	
Resistir a riscos		
Facilitar soldagem e metalização		PVC
Peça lisa, deslizantes		
Leveza		
Reduzir custo	30	
Resistir temperatura alta		
Isolante elétrico		
Soma das importâncias	100	

Fonte: O autor.

O primeiro material eleito é o Polipropileno (PP), e o segundo material é o Policloreto de Vinila (PVC). Por se tratar de uma peça em desenvolvimento, o material ainda não está definido. O profissional de aplicação do produto, relatou que estavam a decidir pelo material Poliamida (PA), material que apresenta um custo mais alto em comparação com os materiais indicados pela planilha.

Os estudos de casos tratados tiveram a finalidade de demonstrar a consistência da metodologia de seleção e demonstrar a utilização da planilha criada.

No primeiro estudo de caso a aplicação da planilha foi feita com um produto já em produção e com material definido, e teve a finalidade de comparar o resultado teórico obtido pela planilha de seleção e o material real utilizado na fabricação do produto. O resultado obtido para essa análise foi positivo, uma vez que o material apontado pela planilha foi o mesmo utilizado na peça real de produção.

No segundo estudo de caso, utilizou-se uma peça nova, ou seja, uma peça que ainda não existe em produção. Portanto trata-se de um modelo conceitual. A ideia dessa análise é mostrar que a planilha, sendo eficaz em resultados de peças já existentes, possa ser utilizada para uma primeira orientação na seleção de materiais termoplásticos para produtos novos.

No modelo conceitual analisado, a planilha retornou o resultado da seleção do material Polipropileno (PP). Conforme informado anteriormente o material que estava a ser decidido para o produto é a Poliamida (PA). Fazendo algumas análises simples de viabilidade entre o material PA e PP, tem-se alguns resultados positivos para o material selecionado pela planilha, conforme Tabela 4.

Tabela 4– Resultado de Viabilidade.

	<b>Poliamida (PA)</b>	<b>Polipropileno (PP)</b>
Massa da peça	19,72 g	15,47 g
Material gasto/peça (R\$)	0,33	0,08
Produção mensal (QTD150)	R\$ 49,50	R\$ 12,00

Fonte: o autor.

Como pode ser visto na Tabela 4, o peso do produto terá uma redução de 21,5% e o valor gasto com material por peça terá uma economia de R\$ 0,25. Isso representa uma economia de mais de 75% caso o produto seja produzido com o termoplástico indicado pela planilha.

Os resultados de forma geral no trabalho foram positivos, porém para melhorar a comprovação do método, é necessário analisar mais estudos de casos e verificar a probabilidade de acertos da planilha em comparação com materiais de produtos em produção, garantindo assim maior fidelidade de resultados.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em vista do mercado atual, a exigência por produtos mais competitivos e que atendam às necessidades de aplicação é grande, dessa forma o termoplástico tem se tornado um importante aliado das indústrias que buscam reduzir custo. No entanto, a seleção desses materiais pode apresentar suas dificuldades. O método proposto permite por meio de técnica simples, uma alternativa para pequenas empresas, profissionais de desenvolvimento de produto e áreas afins, selecionar o termoplástico mais adequado a ser aplicado ao produto.

O método para selecionar material termoplástico é fácil e objetivo, conforme demonstrado neste trabalho. Basta o profissional da área de aplicação conhecer o ambiente e solicitação que a peça necessita, levantar as funções mais relevantes e ponderar a importância de cada função, isto é, atribuir as porcentagens para essa variável do processo de seleção. Definido as funções e porcentagens a própria planilha se encarrega de correlacionar os valores com as propriedades e por fim retornando os dois materiais termoplásticos recomendados para a aplicação.

Como visto nos resultados do estudo de caso o método de seleção aqui apresentado tem potencial para um processo inicial de seleção do termoplástico. Esse método pode auxiliar de diversas formas dentro da empresa como: economia de tempo na definição do material, economia de recursos e aumentar a confiança do pessoal envolvido no processo de seleção do termoplástico mais adequado ao produto.

Outro caso onde a planilha pode ser utilizada é em projetos de agregação de valor, onde peças que possuem elevado peso, alta produtividade e alto custo final, devido ao uso de materiais como: aço, cerâmica, vidro e qualquer outro material que elevem o custo final do produto. Para esses casos pode-se aplicar a planilha e selecionar um material termoplástico de menor custo para substituir materiais que são mais onerosos.

O trabalho realizado apresentou vários desafios ao longo do desenvolvimento, principalmente no levantamento de dados bibliográfico, devido à escassez de literatura sobre o assunto e sobre termoplásticos de forma geral.

Porém como contribuição, o trabalho trouxe grande aprofundamento do assunto e mostrou à medida que foi se desenvolvendo, que as possibilidades são enormes dentro do campo da engenharia, mostrou que não basta ao Engenheiro de Produção entender o sistema em que atua e solucionar o problema de maneira limitada, como um engenheiro, ele deve criar coisas novas, que representem melhorias e que ajudem os sistemas a atingir suas metas. Portanto, ele não deve contentar-se de forma técnica, mas assegurar que novos conceitos sejam implementados de forma a alcançar algo melhor que aquilo que existia antes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MANO, Eloisa Biasotto. **Polímeros como materiais de engenharia**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1991.

ROZENFELD, Henrique et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SILVA, Edna Lucia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: Ufsc, 2005. 138 p. Disponível em: <[https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia\\_de\\_pesquisa\\_e\\_elaboracao\\_de\\_teses\\_e\\_dissertacoes\\_4ed.pdf](https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2015.