

Rogério Camaro Benez (UNIMEP) rcbenez@unimep.br

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise comparativa de três resinas de polipropileno e serve de apoio para a tomada de decisão na escolha da resina para produção de peças com peso de 0,817 Kg, considerando como indicadores a produtividade (peças/h) e o custo de produção (R\$/peça). Os ensaios para coleta de dados foram realizados na área de transformação de plásticos, em uma montadora de produtos para a Linha Branca. Os dados foram coletados na máquina injetora em uma hora de operação, após o seu ligamento, o processo ser estabilizado e a primeira peça aprovada ser extraída. Foram utilizados o mesmo molde (mesma peça) e a mesma máquina injetora, que trabalhou sob as mesmas condições de processo tempo de injeção; tempo de abertura e fechamento de molde; tempo de extração; tempo de dosagem; tempo de recalque; temperatura do canhão; temperatura da câmara quente; temperatura do molde – lado fixo e lado móvel). O tempo de duração do ensaio foi de uma hora para cada resina testada. Houve variação em um parâmetro de processo devido às propriedades da resina testada. Mediu-se também o consumo de energia (Kw.h), quantificado por um analisador de qualidade de potência e energia trifásico, modelo Fluke 34-II. Este dispositivo foi conectado na entrada de energia da máquina no momento do ensaio. Dessa forma foi possível determinar o consumo específico de energia (Kw.h/kg) para cada ensaio. Os resultados indicaram que a resina de polipropileno PP H202HC é 18,9% mais produtiva que a resina atual, PP H301 e 4,5% mais produtiva que a resina PP H301 aditivada. A resina PP H202HC também apresentou o menor consumo de energia elétrica por massa processada em relação às outras opções. O custo de produção foi 29,6% maior que custo de produção com a resina atual, PP H301 e 2,20% maior que a produção com a resina PP H301 aditivada. O custo unitário da peça ficou 8,9% maior com o PP H202HC em relação a peça produzida com o PP H301 e 2% menor que a peça produzida com o PP H301 com aditivo.

Palavras-Chaves: Resinas; Polipropileno, Produtividade; Injetora.

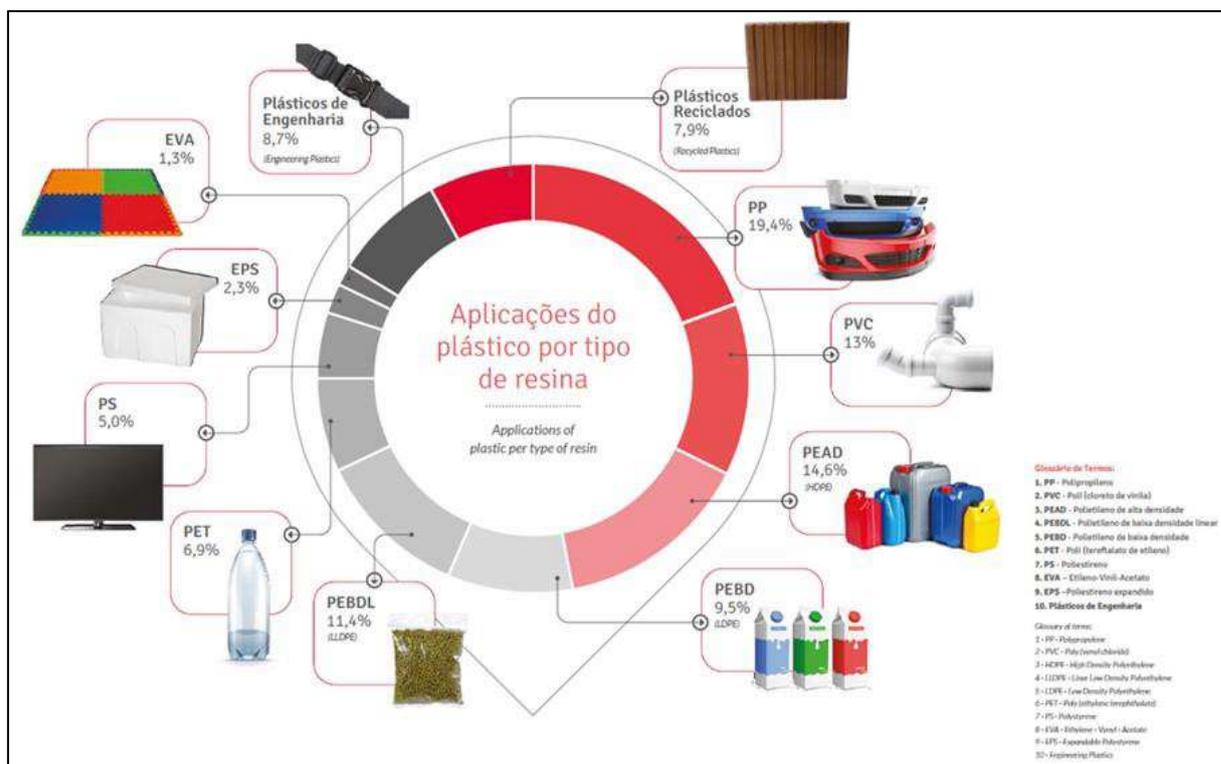
1. Introdução

O aumento da concorrência e a necessidade de atender a demanda dos clientes vem fazendo com que as empresas busquem alternativas para se manterem competitivas no mercado. A melhoria dos produtos seja por inovação, design ou serviços e a redução de custos de produção, são fatores importantes que determinam a competitividade de uma empresa.

O segmento de eletrodomésticos é caracterizado por sua grande necessidade de renovação. Para tanto, adota peças plásticas na montagem de seus produtos, proporcionando maior flexibilidade quanto ao design e possibilidades de modularização e customização dos mesmos, por exemplo. As resinas de polipropileno atendem a essa exigência entregando desempenho, alta produtividade e competitividade (BRASKEM, 2017).

Atualmente a produção de resinas termoplásticas no mundo é de aproximadamente 260 milhões de toneladas. A América Latina representa 5% da produção mundial, sendo que o Brasil representa quase metade dessa produção concentrada em polietileno (PE), polipropileno (PP), poli (cloreto de vinila) (PVC), poli (tereftalato de etileno) PET e as “resinas de engenharia”, sendo que o polipropileno (PP) foi a resina mais aplicada na indústria no ano de 2015 com 19,4% do total produzido (ABIPLAST, 2015). Observa-se na Figura 1 a produção de resinas juntamente com suas aplicações. Grande parte das aplicações do PP refere-se a produtos com larga exposição às intempéries.

Figura 1- Principais matrizes de resinas poliméricas e suas áreas de aplicação.



Fonte: <http://www.abiplast.org.br/site/publicacoes/perfil-2015>

Porém o emprego de resinas poliméricas pode e deve ser otimizado afim de se determinar dentro de uma família de polímeros, o qual atende satisfatoriamente, tanto em especificações de projeto quanto no âmbito comercial, as necessidades do fabricante e principalmente do consumidor.

Este trabalho compara o desempenho de resinas de polipropileno na produção de peças injetadas. Indica-se qual a melhor opção para a produção considerando como indicadores, produtividade (peças/h) e custo (R\$/peça).

2. Objetivo

O objetivo do trabalho foi comparar dentre três resinas de polipropileno (PP), qual apresenta maior produtividade e consequente redução de custo de produção, quando utilizados na produção de peças que constituem o produto final de uma montadora da Linha Branca. Mediuse também o consumo de energia elétrica (Kw.h) e o consumo específico de energia elétrica (Kw.h/Kg) em cada ensaio.

3. Material e Métodos

Foram testadas três resinas de polipropileno (PP), produzidas pelo mesmo fabricante. Uma das resinas, PP H301, vem sendo utilizada atualmente na produção da peça escolhida para o teste. Ao PP H301 foi adicionado um aditivo, Milliken Hyperform HI5-5, utilizado em processos de injeção para melhorar a a velocidade do processo, a estabilidade dimensional e as propriedades físicas do polipropileno. O terceiro polipropileno testado foi o PP H202HC. As especificações técnicas das resinas utilizadas no estudo estão na Figura 2.

Figura 2- Propriedades das resinas utilizadas no estudo comparativo.

Homopolímero	Braskem Grade	Descrição de Aplicação	Índice de Fluidez (230 °C / 2,16 kg)	Densidade	Contração	Módulo de Flexão Secante 1%	Resistência à Tração no Escoramento	Alongamento no Escoramento	Dureza Rockwell	Resistência ao Impacto Izod a 23 °C	Resistência ao Impacto Izod a -20 °C	Temperatura de Deflexão Térmica (455 kPa)
	Método		ASTM D 1238	ASTM D 792A	Braskem	ASTM D 790A	ASTM D 638	ASTM D 785	ASTM D 256A	ASTM D 648		
H 202HC	Rigidez elevadíssima e alta fluidez para peças técnicas de grande volume e eletrodomésticos.		23	0,905	1,8/2,1	1950	41	7	109	20	-	127
H 301	Bom balanço rigidez/impacto para injeção de eletrodomésticos.		10	0,905	1,7/1,6	1350	34	11	98	25	-	103

Fonte: <http://www.braskem.com/catalogos2017/eletro.pdf>

Figura 4- Dados técnicos da injetora servo-acionada utilizada nos ensaios.

Injetora Haitian MA 6000/4500		
Unidade de injeção		
Diâmetro de rosca	mm	85
L/D da rosca	L/D	20,97
Volume de injeção (teórico)	cm ³	2497
Peso de injeção (PS)	g	2272
Pressão de injeção	MPa	182
Plastificação (PS)	g/s	65,4
Velocidade da rosca	rpm	154
Unidade de fechamento		
Força de fechamento	KN	6000
Curso de abertura	mm	1780
Espaço entre colunas	mm	880 x 880
Altura máxima do molde	mm	880
Altura mínima do molde	mm	380
Curso de extração	mm	240
Força de extração	KN	158
Outros		
Dimensão da máquina (CxLxA)	m	9,50 x 2,23 x 2,66
Peso da máquina	t	29

Fonte: http://www.haitian.com/pt/products/mars_2_series/

Para realizar o teste foi escolhida uma peça que é comumente utilizada na montagem dos produtos da empresa e que possui uma grande demanda. Além disso, outras peças que constituem o produto final também utilizam o PP H301 em suas estruturas. Sendo assim, este estudo serve de apoio para tomada de decisões para futuros estudos que envolvam essas peças. A peça escolhida é injetada em um grupo de máquinas que possuem as mesmas especificações da máquina escolhida para o teste, injetora com 600 toneladas de fechamento. O peso total de uma peça é de 0,817 kg, sendo 0,7925 Kg de PP (97%) e 0,02450 de master (MB) (3%). Além da resina e do master, um incerto metálico (buchá) é posicionado no molde antes de cada processo de injeção.

O teste foi dividido em três ensaios, sendo que em cada ensaio um tipo de resina foi utilizada. No ensaio 1, a injetora foi alimentada com a resina corrente, atualmente utilizada na produção das peças e o lote de peças foi produzido. O tempo de teste para cada ensaio foi de uma hora após a produção da primeira peça em conformidade com as especificações do produto. Após o término do ensaio o canhão da injetora foi esvaziado, para em seguida ser aplicada a resina de

poliestireno (PS), afim de higienizar o canhão e evitar a contaminação da próxima resina a ser testada. Com o canhão isento de PP H301 a injetora foi abastecida com a segunda resina, PPH301 mais aditivo e o lote de peças novamente foi produzido. Esse mesmo procedimento foi aplicado ao terceiro ensaio, onde a resina PP H202HC foi utilizada.

Em todos os ensaios o consumo de energia elétrica foi quantificado por um analisador de qualidade de potência e energia trifásico, modelo Fluke 34-II. Este dispositivo foi conectado na entrada de energia da máquina no momento do ensaio. Dessa forma foi possível determinar o consumo específico de energia (Kw.h/kg) em cada ensaio. O consumo de energia foi de 19,50 Kw.h, mantendo-se constante para os três ensaios. Justifica-se devido o único parâmetro de processo que apresentou variação ser o tempo de resfriamento, quando os motores da injetora servo-acionada não estão atuando.

4. Resultados e Discussão

O estudo permitiu verificar que os tempos de ciclo variaram de acordo com a resina, proporcionando o ganho de produtividade e a redução do custo de produção de uma determinada resina em relação as outras duas resinas testadas. As quantidades de peças produzidas, a resina utilizada e o consumo específico de energia em cada ensaio, estão ilustrados na Tabela 1.

A Tabela 2 ilustra o custo de uma hora de produção considerando as três resinas testadas e o peso de resina utilizada em cada peça. O preço do quilo (Kg) das resinas testadas foi informado pelo fabricante no período em que ocorreu o estudo, ou seja, Setembro de 2016.

Por fim, a Tabela 3 determina o valor de uma peça considerando-se apenas o valor do quilo (Kg) da resina testada.

Tabela 1- Resultados obtidos em cada ensaio realizado de acordo com o tipo de resina.

Indicadores	Produção	Tempo de ciclo	Consumo específico de energia
Resinas	(Peças / h)	(s)	(Kw.h / kg)
PP H301	58	62,15	0,41
PP H301 + aditivo	66	54,15	0,36
PP H202HC	69	52,15	0,35

Tabela 2- Custo da produção de acordo com a resina testada.

Indicadores	Produção	Peso da peça	Preço da resina	Custo produção
Resinas	(Peças / h)	(kg)	(R\$ / Kg)	(R\$ / h)
PP H301	58	0,7925	5,22	239,94
PP H301 + aditivo	66	0,7925	5,82	304,42
PP H202HC	69	0,7925	5,69	311,14

Tabela 3- Custo da peça produzida de acordo com a resina testada.

Indicadores	Peso da peça	Preço do resina	Custo peça
Resinas	(kg)	(R\$ / Kg)	(R\$ / peça)
PP H301	0,7925	5,22	4,14
PP H301 + aditivo	0,7925	5,82	4,61
PP H202HC	0,7925	5,69	4,51

Os resultados indicam que o PP H202HC é 18,9% mais produtivo que o PP H301 que vem sendo utilizado para a produção da peça escolhida e 4,5% mais produtivo que o PP H301 quando misturado com o aditivo Milliken Hyperform HI5-5. Além disso, o PP H202HC também apresentou o menor consumo de energia elétrica por massa processada.

O PP H202HC apresentou custo de produção 29,6% maior que o PP H301 e 2,20% maior que a produção com o PP H301 aditivado. Em relação ao custo unitário da peça, o PP H202HC possui um valor 8,9% maior que a peça produzida com o PP H301 e 2% menor que a peça produzida com o PP H301 aditivado. A diferença de valores de produção e de custo unitário ocorre devido à variação do tempo de ciclo de injeção, influenciado pelo tempo de resfriamento que é maior quando se utiliza o PP H301.

5. Conclusão

O PP H202HC apresentou custos mais elevados em relação ao PP H301, usado atualmente na produção das peças. Porém, quando se tem uma demanda fixa, a diferença de custo de R\$ 0,37 a mais por peça produzida com o PP H202HC pode ser recompensada pela maior produtividade da injetora quando utiliza o PP H202HC.

6. Referências Bibliográficas

ABIPLAST – Associação Brasileira da Indústria do Plástico. Perfil 2015. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/site/publicacoes/perfil-2015>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.

BRASKEM – Catálogo de Produtos: Grades de Polipropileno para Eletrodomésticos. <<http://www.braskem.com/catalogos2017/eletro.pdf>> Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.

HAITIAN Plastics Machinery – Disponível em: <http://www.haitian.com/pt/products/mars_2_series/> Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.