



Universidade do Minho
Mestrado Integrado / Licenciatura em Engenharia
Biomédica
Laboratórios Integrados em Engenharia Biomédica
Ano Letivo 2022/2023

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE POLÍMEROS –
EL3: MEDIÇÃO DO ÍNDICE DE FLUIDEZ

Docentes:

Zlatan Z. Denchev;

Nadya V. Dencheva;

Cidália Castro.

Grupo 3:

António Rodrigues A66177;

Ema Martins A97678;

Filipa Campos A95303;

Francisca Silva A97691;

Maria Clara Guimarães A97510;

Mariana Andrade A95010;

Mariana Costa A96284;

Mariana Martins A97465;

Mariana Sousa A96225;

Mónica Martins A95918;

Ricardo Barros A96730.



Enquadramento

O objetivo desta atividade experimental foi a determinação do índice de fluidez, uma medida da fluidez de um polímero fundido e indica a quantidade de material, em gramas, que flui por um período tempo. No entanto, é importante notar que o índice de fluidez não é uma medida completa da qualidade do polímero, pois não leva em consideração outras propriedades importantes, como a resistência e a durabilidade.

O PP REPSOL ISPLEN PP080G2M é um tipo de resina plástica de polipropileno que corresponde a um homopolímero de alta fluidez destinado à moldagem por injeção. Este polímero apresenta uma estrutura semi-cristalina que lhe confere uma alta resistência mecânica, rigidez e estabilidade dimensional.

Com o recurso à *MFI Daventest*, ilustrada na Figura A, em anexo, será então possível a realização deste ensaio que oferece informações fundamentais para a análise de diferentes materiais ou, no caso desta atividade laboratorial, dos mesmos materiais, mas processados em condições distintas. Considerando que o equipamento em questão apresenta uma temperatura máxima de 300°C, a determinação do índice de fluidez só é possível em polímeros semicristalinos, como é o caso do polipropileno. Isto deve-se ao facto de as temperaturas de fusão de semicristalinos serem inferiores às de amorfos. Atendendo a que o policarbonato tem uma temperatura de fusão acima dos 300°C, não será determinado o seu índice de fluidez nesta atividade.

É expectável que materiais cuja massa molecular seja maior tenham um índice de fluidez menor, o que se traduz numa maior viscosidade. Do mesmo modo, e tendo em vista a estrutura das cadeias dos polímeros envolvidos, é previsível que polímeros cujas cadeias sejam lineares fluem pior, ou seja, terão um índice mais baixo, em comparação com os que possuem cadeias ramificadas. Isto acontece devido à mobilidade que as ramificações atribuem ao polímero sendo bastante mais fácil de este se deslocar.

Resultados e Discussão

Para efetuar a determinação da medição do índice de fluidez do polipropileno recorreu-se ao equipamento referenciado acima. Na sua constituição encontra-se um pistão, sob o qual é aplicado uma carga, e um capilar revestido por um cilindro de aquecimento. Previamente, o cilindro é aquecido durante um determinado tempo, designado por pré-aquecimento, até alcançar a temperatura pretendida, dependendo do material em questão. Uma vez aquecido o equipamento, prossegue-se com o ensaio, e é introduzido o material em estudo, no caso de polímeros estes são inseridos na forma de grânulos. É importante assegurar que o material introduzido é devidamente empacotado, de tal forma a garantir a sua fusão uniforme, bem como evitar a formação de bolhas

de ar. Posto isto, é aplicada a carga no pistão e a força exercida pela mesma provocará a passagem do material pelo capilar. Assim, inicia-se o processo de recolha das amostras de material fundido expelidas e realça-se, ainda, a necessidade de descartar qualquer material que possa ter fluido até este momento. Esta colheita deve começar apenas quando a primeira marca desaparece, e, a partir daqui, as amostras são cortadas em intervalos de tempo de colheita definidos. Por fim, obtêm-se medições de peso de todas as amostras recolhidas. Atendendo aos objetivos desta atividade experimental, o ensaio descrito realizou-se conforme os seguintes parâmetros: temperatura de 230°C; fiação com diâmetro interno de 2,09mm; carga de 2,16kg; tempo de colheita de 10s.

Posto isto, e uma vez obtidas as medições de peso necessárias, calculou-se a média, e o respetivo desvio padrão, correspondentes ao índice de fluidez de polipropileno sujeito a moldação por injeção com tempos de segunda pressão de um e dez segundos. Dado que as amostras foram recolhidas em intervalos de dez segundos, é também necessário efetuar os cálculos de conversão, de tal modo a obter o índice de fluidez em quantidade de material por dez minutos, conforme a norma. Os resultados alcançados encontram-se na seguinte tabela:

Tabela 1 – Valores médios do índice de fluidez de PP com tempos de segunda pressão de 1 e 10s, e respetivos desvios padrão

	Tempo de Segunda Pressão (s)	
	1	10
Índice de Fluidez (g/10min)	17,13 ± 0,88	18,09 ± 0,92

Posto isto, conforme a Tabela 1, é possível inferir que o índice de fluidez correspondente às amostras de polipropileno com tempo de segunda pressão de um segundo, de aproximadamente 17,13g/10min, é inferior ao índice de fluidez associado aos provetes com tempo de segunda pressão de dez segundos, com valor de sensivelmente 18,09g/10min. Deste modo, se a um índice de fluidez superior corresponde uma menor viscosidade, conclui-se que o PP com maior tempo de segunda pressão apresenta menor viscosidade, logo maior facilidade em passar pelo capilar, verificando-se o oposto na situação inversa. Assim, sabendo que o índice de fluidez consiste na medição, em gramas, da quantidade de polímero que flui através do capilar, durante dez minutos, a uma determinada temperatura e carga, conclui-se que para um tempo constante, flui maior quantidade do polímero com tempo de segunda pressão mais elevado. Ainda, relativamente à interpretação do desvio padrão, e sendo este superior à diferença entre as médias aritméticas dos índices dos dois conjuntos de amostras, deduz-se que não existem diferenças significativas entre as amostras, correspondendo, portanto, a amostras estatisticamente semelhantes.

Para além disso, efetuou-se uma análise da Tabela B, em anexo. É notória uma ligeira diferença entre os valores de massa obtidos pela pesagem das diversas amostras, com os distintos



tempos de pressão, o que irá corresponder a um maior desvio padrão. Tal diferença pode ser explicada devido ao facto de que as amostras com maior massa, isto é, que fluíram mais durante o mesmo tempo de corte, correspondem provavelmente às últimas amostras a serem cortadas. Desta forma, estas estiveram um maior tempo sob aquecimento, o que levou a alguma degradação e, consequentemente, a um aumento da sua fluidez, resultando em amostras de maior massa.

Quanto à comparação dos resultados experimentais acima mencionados com o valor de índice de fluidez tabelado para o polipropileno, correspondente a 20g/10min, esta permite depreender que quer as amostras de um segundo, quer as de dez segundos, apresentam valores de índice de fluidez inferiores ao esperado teoricamente. Tal pode ser explicado pela utilização de amostras não correspondentes a material virgem, uma vez que já foram previamente micro injetadas e, portanto, sujeitas a um primeiro aquecimento. Desta forma, na implementação deste método estão a ser sujeitas a um segundo aquecimento, o que acaba por justificar a diferença entre os valores obtidos e os que constam na literatura.

Por último, efetuou-se a determinação do índice de fluidez do polipropileno virgem. No entanto, esse resultado apresenta uma diferença muito grande, quando comparado quer aos obtidos para as outras amostras, quer para o valor teórico. Assim sendo, não se considera este valor para efeito de comparação entre as diferentes amostras, podendo apenas concluir que os grânulos de polipropileno de material virgem devem ter vindo de um lote diferente.

Conclusões

Face aos resultados obtidos nesta atividade experimental, é possível concluir que os seus objetivos principais foram alcançados. Com isto, foi possível determinar o índice de fluidez do polipropileno com tempo de segunda pressão de um e dez segundos. Concluiu-se que o índice de fluidez do polipropileno com um tempo de segunda pressão de dez segundos é superior ao índice de fluidez de polipropileno com tempo de segunda pressão de um segundo. Assim, conclui-se também que o tempo de segunda pressão tem influência direta no índice de fluidez de um material, sendo que quanto maior esse tempo, maior será quer a fluidez, quer o respetivo índice do material, e, então, menor será a viscosidade.

Terminada esta atividade experimental, pode destacar-se a sua elevada importância, nomeadamente na área da biomédica. O índice de fluidez é uma característica indispensável no que toca à determinação da qualidade de produtos, uma vez que o seu valor indica se um material continua, ou não, adequado para uma determinada aplicação após o seu processamento. Tal verificação é crucial quando se trata de produtos fabricados através de, por exemplo, moldação por injeção, e considera-se crucial assegurar a não degradação do material, de modo a garantir a segurança do produto.

ANEXOS

Anexo A



Figura A – MFI Daventest.

Anexo B

Tabela B – Medições de peso de amostras de PP com tempo de segunda pressão de 1 e 10s, e respetivo valor médio e desvio padrão de índice de fluidez.

	Tempo de Segunda Pressão (s)	
	1	10
Massa (g)	0,304	0,304
	0,302	0,308
	0,285	0,290
	0,268	0,328
	0,277	0,287
	0,277	0,292
Índice de Fluidez (g/10s)	$0,286 \pm 0,02$	$0,302 \pm 0,02$