



Relatório de atividade da disciplina Desconstruindo a Matéria

LB3 - Estudo de Casos: Polímeros

Arthur Carvalho, Eiki Yamashiro

Professora Joice Miagava

São Paulo  
Maio/2020

## Sumário

Introdução	1
Revisão bibliográfica	1
Policarbonato (PC)	1
Polietileno de alta densidade (PEAD)	1
Polietileno de baixa densidade (PEBD)	1
Polimetacrilato de metila (PMMA - Acrílico)	2
Polipropileno (PP)	2
Politetrafluoretileno (PTFE - Teflon)	2
Procedimentos	1
Espectroscopia no Infravermelho	1
Técnica experimental 2	2
Resultados e discussão	2
Técnica experimental 1	2
Técnica experimental 2	2
Conclusões	3
Referências	3

## 1 Introdução

Nessa seção, o leitor deve compreender a problemática do trabalho, ou seja, quais foram as motivações, o objetivo e os meios. Contudo, essa seção deve ser sucinta, apenas para situar o leitor no tema e familiarizá-lo com os termos. A introdução não antecipar os resultados e conclusões.

Apesar da introdução figurar no início do trabalho, indica-se que ela seja uma das últimas partes a serem redigidas em definitivo, visto que constitui uma síntese de caráter didático das ideias e dinâmica do trabalho.

A atividade do estudo de caso de polímeros propõe ao grupo a tarefa de identificar dois polímeros diferentes de uma variedade de seis opções possíveis a partir de técnicas de análise de polímeros. As técnicas abordadas para essa atividade são o ensaio de tração em polímeros e a espectroscopia no infravermelho.

Feitas as análises das duas amostras, terão de ser tiradas as conclusões sobre qual material se refere cada amostra e caracterizar as mesmas, descrevendo suas propriedades. Por fim, essas terão de ser comparadas entre si, diferenciando cada amostra a partir dos resultados das análises feitas.

## 2 Revisão bibliográfica

Falar sobre as seis opções de materiais e suas características

Nessa seção, devem ser apresentados os conhecimentos existentes e teorias sobre o tema da atividade. Essa seção serve de apoio para seus argumentos e conclusões das próximas seções. Tome cuidado, entretanto, para não colocar informações demasiadas que não são relevantes para compreensão dos seus resultados.

2.1 Policarbonato (PC)

2.2 Polietileno de alta densidade (PEAD)

2.3 Polietileno de baixa densidade (PEBD)

2.4 Polimetacrilato de metila (PMMA - Acrílico)

## 2.5 Polipropileno (PP)

## 2.6 Politetrafluoretileno (PTFE - Teflon)

2.7 Ductilidade: O quanto o material deforma plasticamente antes de romper.

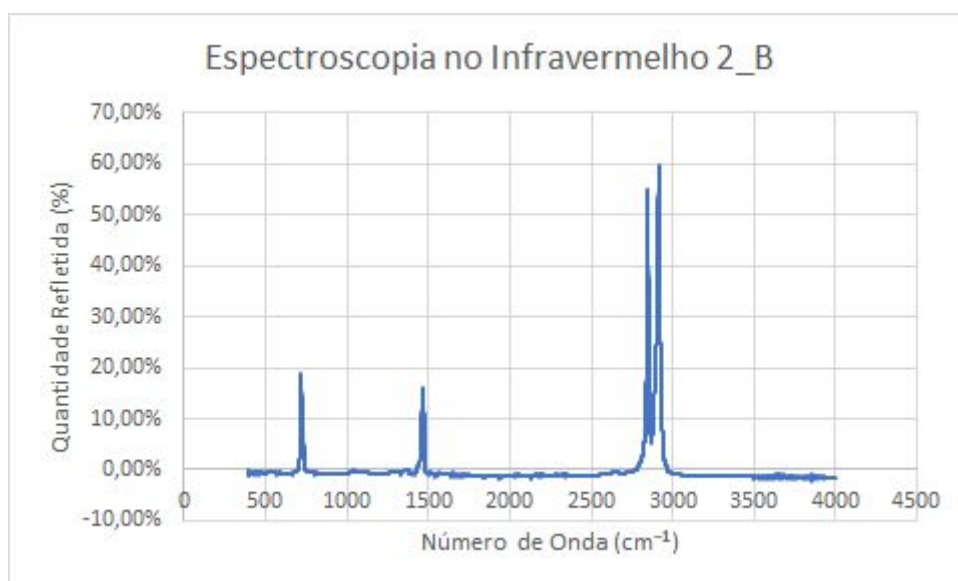
## 3 Procedimentos

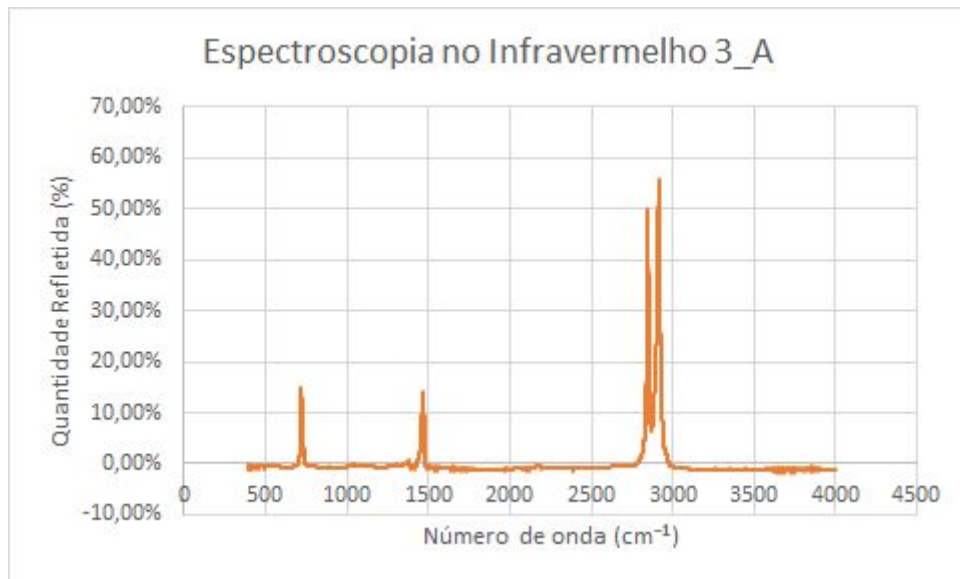
### 3.1 Espectroscopia no Infravermelho

Lembre-se que o relatório não é um manual de instruções da máquina. Portanto, não deve se preocupar em dizer “O botão X foi apertado depois do botão Y”.

Especificamente para a atividade LB3 Estudo de caso: Polímeros, como você não realizou a parte experimental, o importante é que você descreva os fundamentos e objetivo da espectroscopia no infravermelho com base no vídeo disponibilizado. Não é esperado que você descreva os passos experimentais.

Cuidado ao colocar fotos de máquinas no relatório. Algumas delas, não agregam informação, só ocupam espaço. Se quiser apresentar qual foi o equipamento utilizado, é mais eficiente citar o fabricante e o modelo. Com essas informações em mãos, o leitor tem subsídio para pesquisar sobre o equipamento e/ou buscar o mesmo modelo para utilizar.





### 3.2 Ensaio de tração

Os polímeros são macromoléculas formadas por meros e ligações covalentes. As cadeias não se arranjam de forma organizada (são “enroladas”). Assim, a deformação dos polímeros sob tração está relacionada com o desenrolar dessas cadeias.

O ensaio de tração consiste em fixar as duas extremidades do corpo de prova e aplicar uma determinada tensão. Um extensômetro é acoplado no corpo de prova, ele mede a deformação real da seção útil e permite obter dados mais precisos, entretanto é retirado quando a deformação atinge o valor de 0,8%. Aumenta-se o valor tensão até o momento em que ocorra o rompimento. A partir do ensaio de tração, é possível determinar o módulo de elasticidade e o limite de escoamento.

O grupo recebeu os dados do resultado do ensaio de tração dos dois polímeros que é representado em uma tabela no excel, com colunas que representam a força em newtons, a posição em milímetros, o tempo em minutos e a deformação em porcentagem:

Position (mm)	Force (N)	Strain (%)	Time (min)
0	-1,67	-0,00183	0,00268
0,0135	-1,67	-0,00183	0,00557
0,0279	-1,67	-0,002	0,00847
0,0426	-1,67	-0,00217	0,0114
0,0575	-1,67	-0,00233	0,0142
0,0718	-1,67	-0,00233	0,0171
0,0862	-1,67	-0,0025	0,02
0,101	-1,47	-0,0025	0,0229

(Tabela 1 - Resultados do Ensaio de tração do Polímero 2)

Note que a coluna de deformação (Strain (%)) fornece dados obtidos através do extensômetro, até 0,8%.

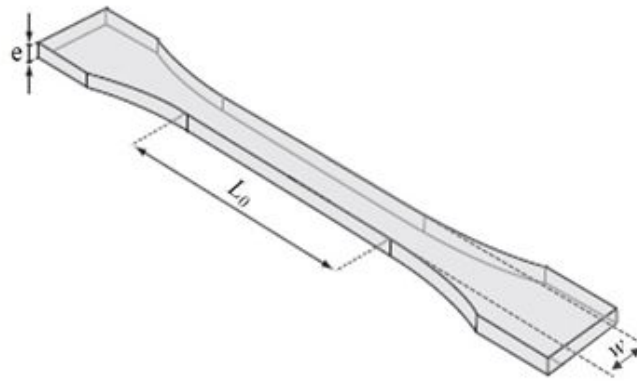
Sendo  $L_0$  o comprimento inicial do corpo de prova e  $L_f$  o comprimento final, após o ensaio de tração.

Com o intuito de determinar o módulo de elasticidade, o limite de escoamento e o limite de resistência, cria-se dois gráficos de tensão versus deformação. O primeiro é até a deformação de 0,8%, e o segundo mostra o ensaio completo (até o rompimento). Entretanto, é necessário criar uma nova coluna de Tensão, cujo os valores são obtidos através da seguinte equação:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

(Equação 1 - Cálculo da tensão)

Sendo  $F$  a força [N],  $\sigma$  a tensão [N/mm] e  $A$  a área da seção útil do corpo de prova [mm<sup>2</sup>] que é obtida através da multiplicação do comprimento ( $w$ ) e da altura ( $e$ ), a figura a seguir representa o corpo de prova e a que medida se referem as variáveis  $e$ ,  $w$  e  $L_0$ :



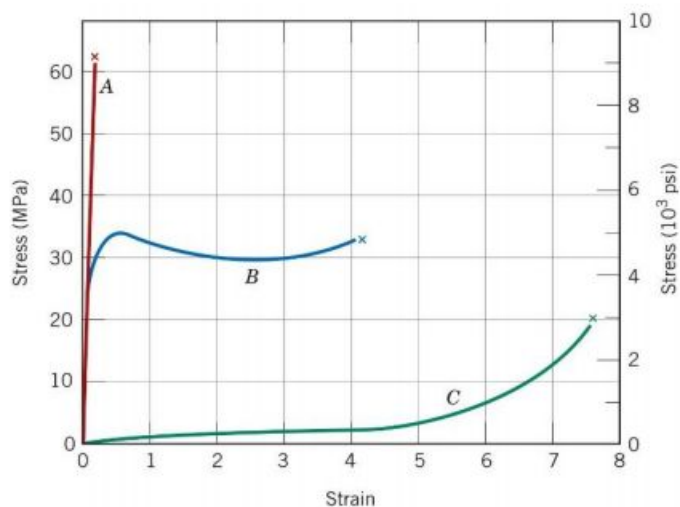
(Figura 1 - Medidas do corpo de Prova)

Assim, através da equação 1, adiciona-se uma nova coluna de tensão na tabela:

Position (mm)	Force (N)	Strain (%)	Time (min)	Tensão
0	-1,67	-0,00183	0,00268	-0,039075753
0,0135	-1,67	-0,00183	0,00557	-0,039075753
0,0279	-1,67	-0,002	0,00847	-0,039075753
0,0426	-1,67	-0,00217	0,0114	-0,039075753
0,0575	-1,67	-0,00233	0,0142	-0,039075753
0,0718	-1,67	-0,00233	0,0171	-0,039075753
0,0862	-1,67	-0,0025	0,02	-0,039075753
0,101	-1,47	-0,0025	0,0229	-0,034396022

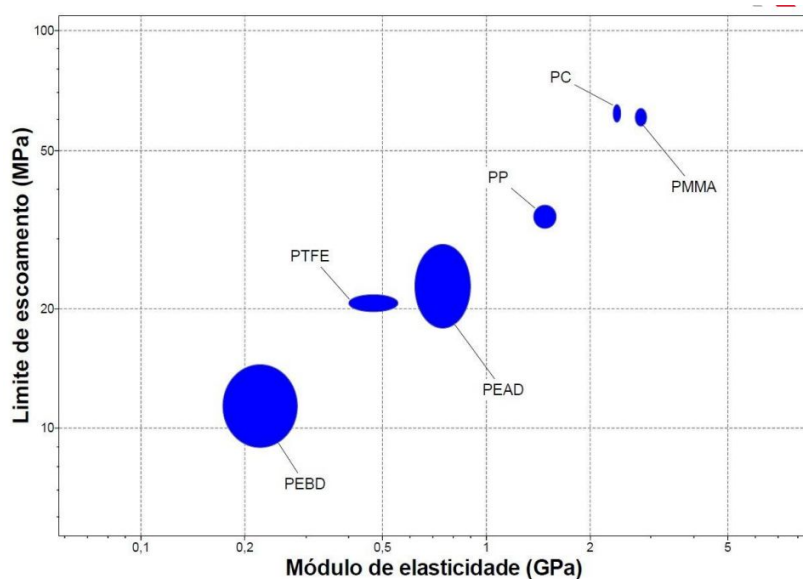
(Tabela 2 - Coluna de Tensão adicionada)

Dessa forma, um gráfico de deformação versus tensão é gerado com o intuito de se obter o módulo de elasticidade.



(Gráfico 3 - Tensão versus Deformação)

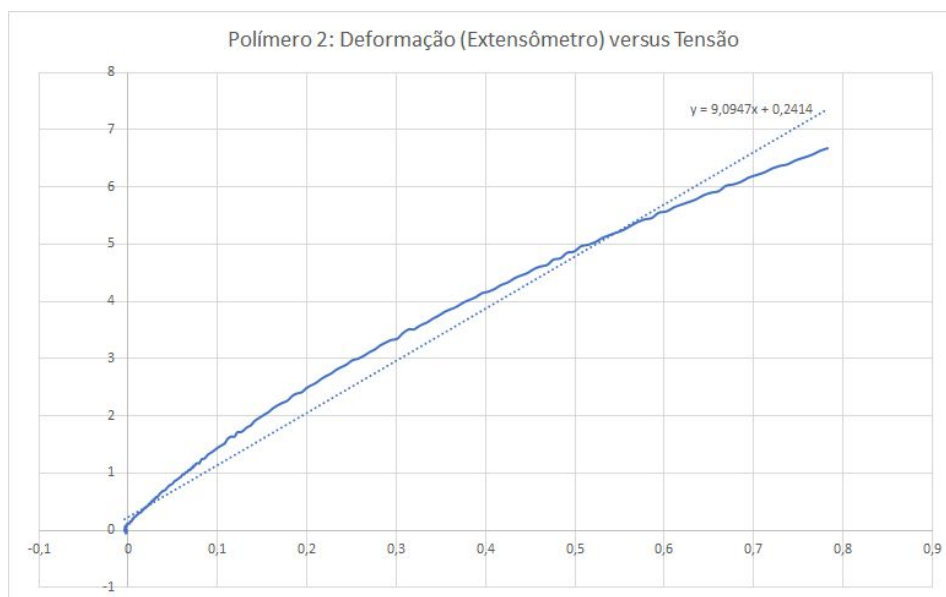
Para esse laboratório, foi feita apenas a análise de polímeros do tipo B. Note que a deformação (eixo y) está em MPa e a tensão está em porcentagem, portanto, para se obter o módulo de elasticidade em GPa, multiplica-se por 100 (porcentagem da tensão) e divide-se por 1000 (MPa para GPa). É importante obter-se o módulo de elasticidade em GPa pois o gráfico que serve como base para as diferenciar os seis polímeros diferentes apresenta GPa como a unidade de medida do módulo de elasticidade.



(Gráfico 4 - Gráfico Base para comparações)



O módulo de elasticidade é o coeficiente angular da reta cuja lei é obtida através da aproximação linear, do pedaço da curva que representa a deformação elástica. Assim, utiliza-se os dados do extensômetro, pois, além de fornecer dados mais precisos, grande parte dos dados representam o pedaço da deformação elástica.



(Gráfico 5 - Deformação elástica versus Tensão com aproximação linear)

O limite de escoamento para os materiais do tipo B do gráfico 3 é determinado pelo valor do primeiro pico na curva. Entretanto, como dito anteriormente, a coluna de deformação (Strain (%)) fornece dados até o momento em que o extensômetro é retirado. Portanto, para obter-se o limite de escoamento, é necessário estimar o valor da deformação do ensaio completo.

Para realizar a estimativa da deformação do ensaio completo, cria-se uma nova coluna, a partir do cálculo equacionado pela seguinte relação matemática:

$$\varepsilon = \frac{P}{L_0}$$

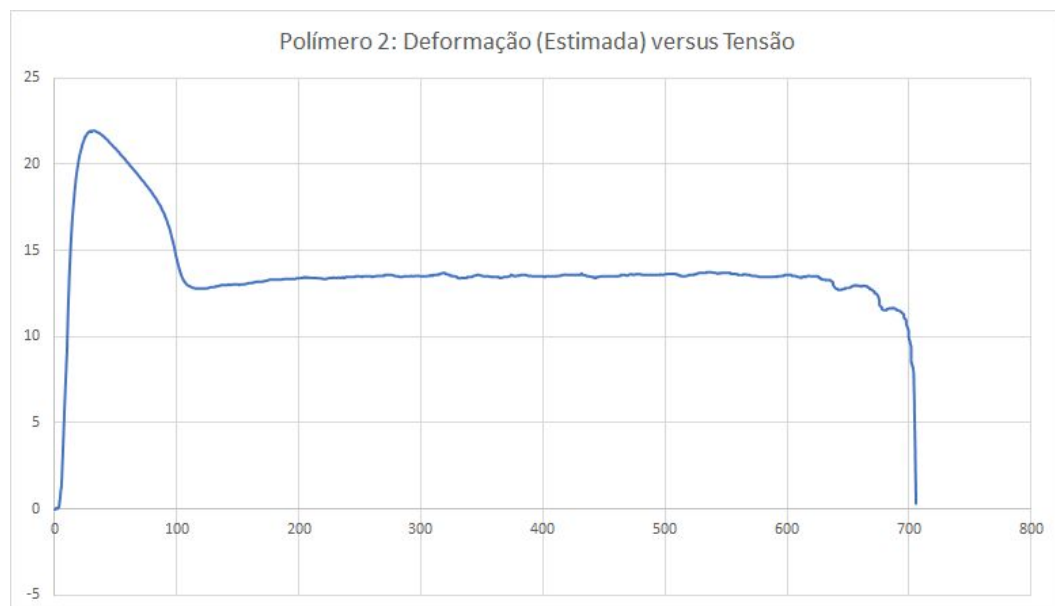
(Equação 2 - Cálculo da deformação a partir da posição)

Sendo  $\varepsilon$  a deformação,  $P$  a posição [mm] e  $L_0$  o comprimento inicial (representado na figura 1). Dessa forma cria-se uma nova coluna que representa a deformação estimada:

Position (mm)	Force (N)	Strain (%)	Time (min)	Tensão	Deformação Estimada
0	-1,67	-0,00183	0,00268	-0,039075753	0
0,0135	-1,67	-0,00183	0,00557	-0,039075753	0,027
0,0279	-1,67	-0,002	0,00847	-0,039075753	0,0558
0,0426	-1,67	-0,00217	0,0114	-0,039075753	0,0852
0,0575	-1,67	-0,00233	0,0142	-0,039075753	0,115
0,0718	-1,67	-0,00233	0,0171	-0,039075753	0,1436

(Tabela 3 - Adiciona-se a coluna de Deformação Estimada)

A partir da coluna de deformação estimada, é possível gerar o gráfico de deformação versus tensão do ensaio completo:



(Gráfico 6 - Deformação versus Tensão do Ensaio Completo)

Portanto, é possível determinar o limite de escoamento, representado pelo primeiro pico do gráfico 6.

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Espectroscopia no Infravermelho

Os dados, gráficos e/ou imagens obtidas devem não só ser apresentados, mas também ser **descritos** ao leitor. Essa descrição deve garantir que todas as evidências fiquem claras e ajuda a conduzir o leitor à mesma linha de raciocínio que o autor.

É a seção mais importante e, embora esteja fisicamente no meio do relatório, **recomenda-se iniciar a redação por essa parte**. Isso facilita a organização de ideias durante a redação das demais partes, resultando em seções mais coerentes e coesas entre si.

### 4.2 Ensaio de tração

Após o ensaio de tração e a análise dos dados do resultado, obteve-se os seguintes valores para o módulo de elasticidade e o limite de escoamento dos polímeros:

#### 4.2.1 Polímero B2:

Módulo de Elasticidade	0,90947 GPa
Limite de Escoamento	21,94793799 MPa

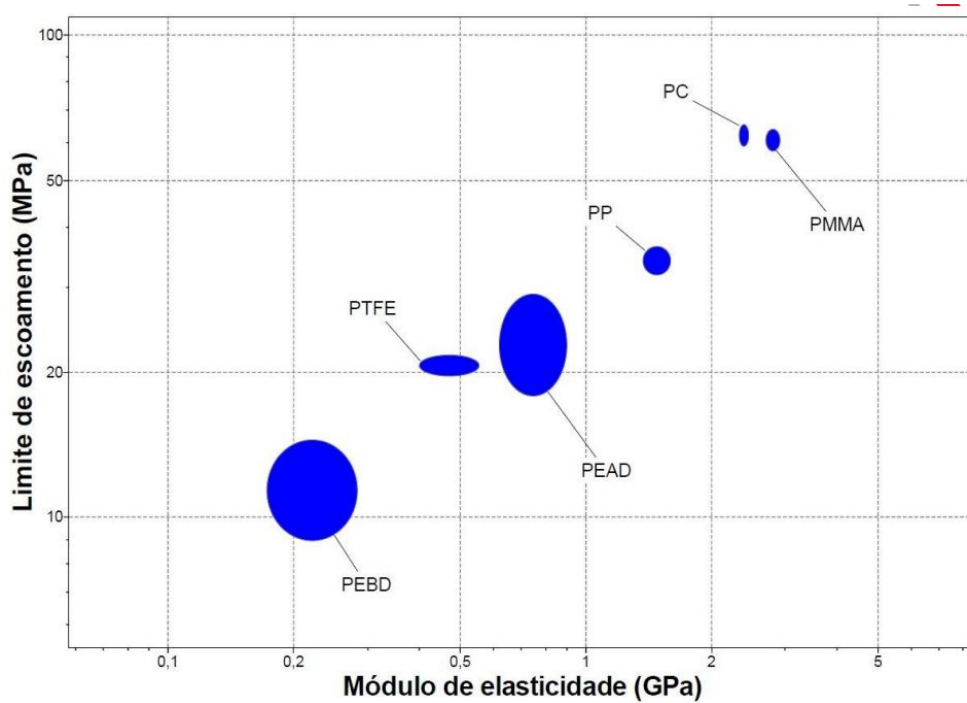
(Tabela 4 - Resultados do Polímero B 2)

#### 4.2.2 Polímero B3:

Módulo de Elasticidade	0,16542 GPa
Limite de Escoamento	9,008789063 MPa

(Tabela 5 - Resultados do Polímero B 3)

#### 4.2.3 Tabela Base:



(Gráfico 4 - Gráfico Base para Comparações)

#### 4.2.4 Resultados do Ensaio de Tração:

Analisando os resultados do ensaio de tração, nota-se evidências de que o polímero B2 seja o polietileno de alta densidade (PEAD) e de que o polímero B3 seja o polietileno de baixa densidade (PEBD).

## 5 Conclusões

Essa seção deve fazer uma síntese do problema apresentado na introdução e responder de acordo com as principais conclusões obtidas das discussões. Essa seção **não deve** apresentar detalhes operacionais, nem apresentar dados ou **discussões novas**.

## 6 Referências Bibliográficas

MIAGAVA, Joice. Insper - Desconstruindo a Matéria - Espectroscopia no Infravermelho. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7ZgPTV-YwdE&feature=youtu.be>. Acesso em: 14/05/2020.

MIAGAVA, Joice. Insper - Desconstruindo a Matéria - LB3 Estudo de caso: Polímeros. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=R-2tUy2DFag&feature=youtu.be>. Acesso em: 14/05/2020

MIAGAVA, Joice. Insper - Desconstruindo a Matéria - LB3 Estudo de caso: Polímeros. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JOgLXSkLXJA&feature=youtu.be>. Acesso em: 14/05/2020

MIAGAVA, Joice. Insper - Desconstruindo a Matéria - LB3 Estudo de caso: Polímeros. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uXealmClqEs&feature=youtu.be>. Acesso em: 14/05/2020

[1] SOBRENOME, NOME do autor. Título do livro/material, Edição, Editora, Ano.