



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

## SMM 0407 – INTRODUÇÃO AO PROJETO E MANUFATURA

### PROJETO DE UM PORTA-SABONETE LÍQUIDO

#### Professores

Renato G. Jasinevicius

Jaime G. Duduch

#### **NOME**

Christopher Bordini  
João Gustavo Pipolo Atauri  
Mateus Goes  
Paulo Leonardo Jacobussi Semeghini  
Pedro Geraldi  
Thiago Fargoni

#### **nº USP**

6516402  
7591073  
8004350  
7170705  
8004047  
6404147

São Carlos, 26 de outubro de 2014

# 1. Introdução

## 1.1 Apresentação do projeto

O objetivo deste projeto é conhecer de forma prática as etapas que envolvem o projeto e a manufatura de um produto. Neste projeto os alunos deverão medir as partes que compõem o produto, gerar um desenho em um software CAD, projetar o ferramental necessário para fabricação de cada uma das respectivas peças deste produto, determinar os materiais e processos de fabricação adequados, e apresentar conclusões e considerações do produto.

## 1.2 Apresentação do produto

O produto estudado neste projeto é um Porta-Sabonete Líquido da fabricante “Plasútil”. Tem como especificações fornecidas pela empresa um volume interno de 250 mL e dimensão 75mm x 75mm x 160mm.



*Figura 1 - Porta-Sabonete Líquido*

A fabricante do produto foi contatada e forneceu ao grupo informações sobre o processo de produção da saboneteira. Foi informado que todas as partes do produto são fabricadas através do processo de injeção e o material utilizado em todos os caso é o polipropileno (PP).

## 1.3 Polipropileno

Polipropileno é um polímero derivado do propileno. É reciclável e pode ser identificado em materiais através do símbolo triangular, com um número "5" por dentro e as letras "PP" por baixo. A sua forma molecular é  $(C_3H_6)_x$ . O polipropileno é um termoplástico, e portanto pode ser moldado usando aquecimento. É caracterizado por baixo custo, elevada resistência química, fácil moldagem, fácil coloração, alta resistência à fratura por flexão ou fadiga, boa resistência ao impacto acima de 15 °C e boa estabilidade térmica.

#### **1.4 Moldagem por injeção**

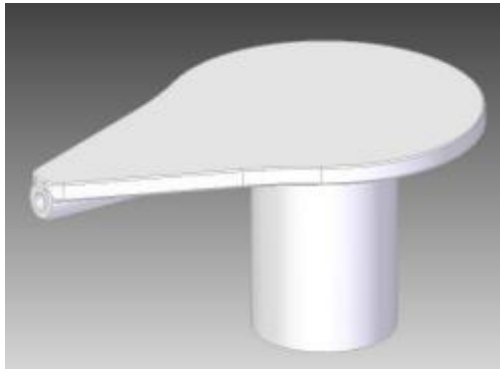
Moldagem por injeção é um processo cíclico de transformação de termoplásticos e abrange as seguintes etapas:

- Transporte do Material
- Aquecimento e fusão da resina
- Homogeneização do material fundido
- Injeção do extrudado no interior da cavidade do molde
- Resfriamento e solidificação do material na cavidade
- Ejeção da peça moldada

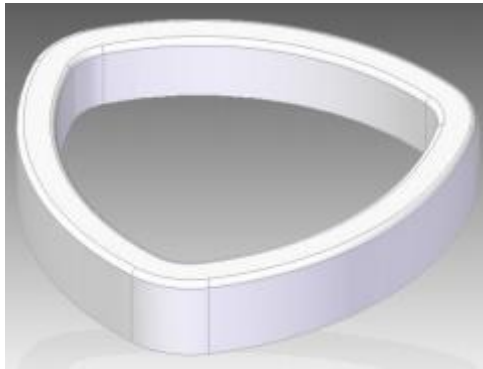
A resina deverá ser isenta de umidade, colocada no funil de alimentação, o qual deve estar constantemente tapado para evitar poeira e outras sujidades. As peças injetadas são separadas do canal de injeção. Os rejeitos dos canais de injeção são moídos e retornados ao processo numa proporção estabelecida. As máquinas injetoras são normalmente classificadas pela Força Máxima de Fechamento, Máxima Pressão de Injeção, Máxima Capacidade de Injeção, e Diâmetro da Rosca.

## **2. Determinação das partes do produto**

O produto foi desmembrado e cada um de suas peças foi projetada utilizando o software CAD "Solid Edge". As peças, bem como o produto como um todo estão apresentadas abaixo.



*Figura 2 – Aplicador*



*Figura 3 - Base do copo*



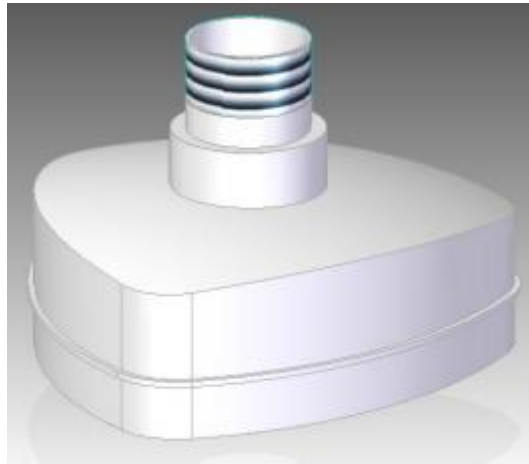
*Figura 4 – Canudo*



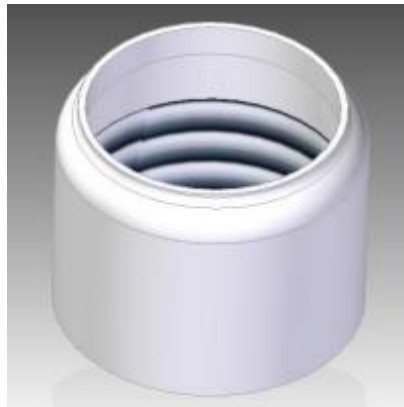
*Figura 5 – Copo*



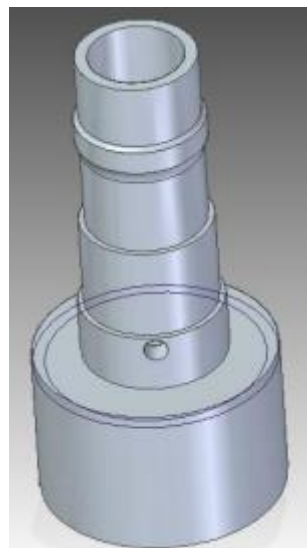
*Figura 6 - Acoplamento externo*



*Figura 7 - Tampa maior*



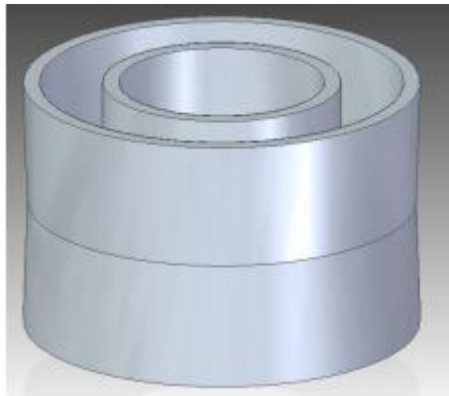
*Figura 8 - Tampa menor*



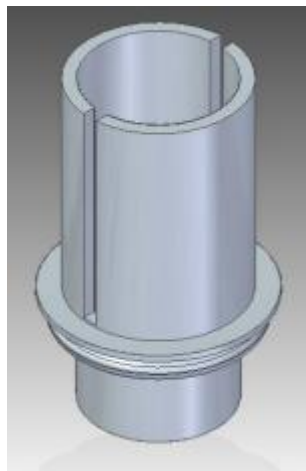
*Figura 9 - Válvula 1*



**Figura 10 - Válvula 2**



**Figura 11 - Válvula 3**



**Figura 12 - Válvula 4**



*Figura 13 - Esfera da válvula*



*Figura 14 - Parte interna da saboneteira*





*Figura 15 - Porta-Sabonete Líquido*

### **3. Determinação das operações de usinagem/moldagem**

Descritas no “Anexo 1”.

### **4. Determinação do ferramental de usinagem/moldagem**

Todo o produto é feito através do processo de moldagem por injeção, portanto a ferramenta utilizada será uma máquina injetora. Um modelo adequado as necessidades deste projeto é a injetora “Romi Prática 80”, cujas características estão discriminadas abaixo.



Figura 16 - Romi Prática 80

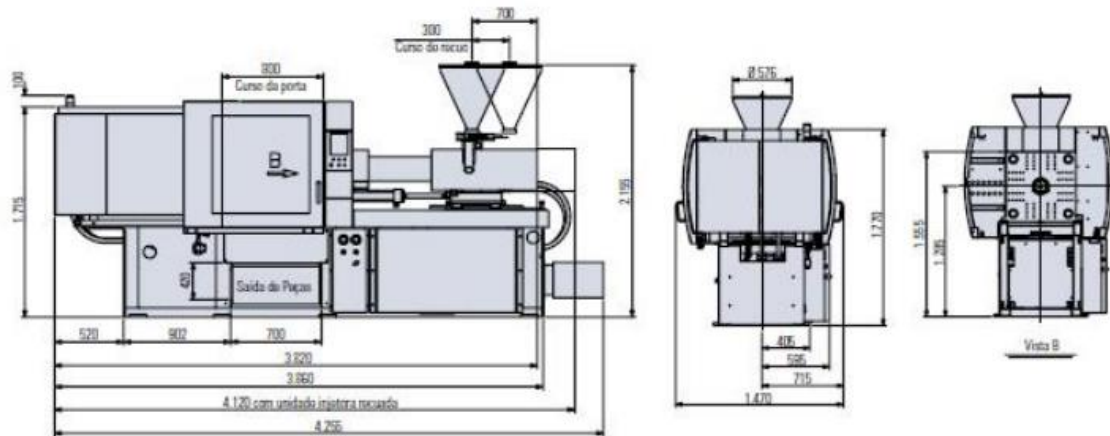


Figura 17 - Dimensões da injetora

Tabela 1 - Característica técnicas da injetora

Curso máximo de abertura (mm):	360
Tamanho máximo do molde (mm):	540 x 360
Tamanho das placas (horizontal x vertical)( mm):	540 x 540
Espaço entre colunas (mm):	360 x 360
Diâmetro das colunas (mm):	60
Abertura livre máxima (mm):	720
Extrator Hidráulico Força de Extração(t):	3,5
Curso (mm):	100
Classificação EUROMAP:	370

Diâmetro do parafuso (mm):	35; 40; 45
Razão do parafuso (L/D):	22; 20; 18
Curso máximo de injeção (mm):	180; 180; 180
Volume máximo de injeção (cm <sup>3</sup> ):	173; 226; 286
Peso máximo de injeção (PP) (g):	163; 212; 269
Pressão máxima de injeção @190 bar (bar):	2130; 1630; 1290
Razão de injeção (cm <sup>3</sup> /s):	67; 88; 112
Capacidade de plastificação (1) (g/s)	17; 25; 35
Velocidade do parafuso (RPM):	400
Torque no parafuso (kgf.m)	30
Curso da Unidade Injetora (mm):	300
Volume do funil (dm <sup>3</sup> ):	70
Diâmetro máximo do bico (2) (mm):	17; 19; 22
Pressão do sistema hidráulico (bar):	190
Capacidade do reservatório de óleo (l):	150
Motor principal (cv):	15 (Fs = 1,15)
Zonas de aquecimento (inclusive bico)	4
Potência de aquecimento (kW):	9
Ciclo em vazio (EUROMAP 6) (s):	1,8
Dimensões da máquina (C x L x A) (3) (m):	4,26 x 1,47 x 2,16
Peso da máquina (aproximado) (kg):	4.500

## 5. Cálculos do custo

O estudo da produção de saboneteiras por injeção de polipropileno (PP) reciclado dimensiona a produção para escala de um lote de 500 (quinhentas) peças visando melhor aproximação aos gastos reais de fabricação.

*Tabela 2 - Características do material*

Quantidade de peças por lote	500
Material	Polipropileno (PP)
Densidade do Material	960 kg/m <sup>3</sup>
Preço (material reciclado granulado)	R\$ 4,90/kg

A peça foi pesada em uma balança com precisão de 0,0001g. Através de cálculos triviais foi obtido o volume de material usado na injeção das saboneteiras e o custo da matéria prima envolvida.

*Tabela 3 - Gasto e custo de matéria prima*

<b>CONJUNTO SABONETEIRA</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>LOTE</b>
<b>PESO (g)</b>	40,79	20395
<b>VOLUME DE MATERIAL USADO (cm<sup>3</sup>)</b>	42,48958333	21244,79167
<b>CUSTO (R\$)</b>	0,20	99,94

O preço final da saboneteira, R\$4,99, foi registrado na aquisição do produto. Mediante estudos de caso, foi concluído que o preço final de um produto é, em média, duas a duas vezes e meia maior que o custo de fabricação do produto. Isso por que além do custo de fabricação, o consumidor arca com os custos de tributação, transporte, defeitos de qualidade entre outros custos embutidos no preço final. Com a adoção desta hipótese, foi possível prever numericamente o custo de fabricação do produto.

*Tabela 4 - Relação custo e preço*

		Unidade	Lote
<b>PREÇO</b>		R\$ 4,99	R\$ 2.495,00
<b>CUSTO</b>	Custo da matéria prima	R\$ 0,20	R\$ 99,94
	Custo de Fabricação*	R\$ 1,80	R\$ 898,06

\*Matéria prima, processo de fabricação, operador, projeto, manutenção...

## **6. Propostas de alterações do projeto**

### **6.1 Alteração no material utilizado para a fabricação do produto**

#### **6.1.1 Descrição**

A mudança proposta consiste em substituir o polímero utilizado na fabricação do produto por outro proveniente de fontes renováveis e que seja biodegradável, de forma a reduzir o impacto ambiental gerado na produção da saboneteira.

O material presente no atual projeto é o polipropileno (PP), o qual é reciclável, mas não biodegradável. Este ponto deve ser levado em consideração visto que no Brasil menos de 20% dos resíduos plásticos produzidos são reciclados. A maioria dos artigos plásticos vendidos, especialmente as embalagens e outros bens não-duráveis, torna-se resíduo em menos de um ano. Este fato, somado ao de que o polipropileno é agressivo ao meio-ambiente quando descartado de forma inadequada faz com que a biodegradabilidade seja mais interessante que a capacidade do material ser reciclado.

Além disso o polipropileno origina-se de uma resina termoplástica produzida a partir do gás propileno que é um subproduto da refinação do petróleo, uma fonte de energia não renovável. O material sugerido na mudança do projeto deve ser proveniente de uma fonte de energia renovável.

### **6.1.2 Motivação**

O uso de matéria-prima sustentável pode ser muito vantajoso para a empresa. Em primeiro lugar a imagem de um produto ambientalmente correto é vista como positiva para um grande número de consumidores. Pode-se esperar que uma marca que seja reconhecida por seus esforços em reduzir o impacto ambiental gerado em suas indústrias seja melhor aceita pelo mercado, e venha a ter um aumento em suas vendas. Além disso, possíveis certificados ambientais que podem ser atribuídos a empresa agregam valor ao produto, possibilitando a esse ser vendido por um valor superior. Podemos citar ainda o fato de que empresas que comprovadamente contribuam para um crescimento sustentável da sociedade que as cercam podem receber incentivos fiscais do governo ou financeiros da iniciativa privada.

### **6.1.3 Material**



Figura 18- Polietileno Verde

A proposta é que o polipropileno seja substituído pelo polietileno verde produzido pela Braskem, a maior fabricante de polímeros da América Latina. O polietileno verde é produzido a partir do etanol de cana-de-açúcar, uma matéria-prima renovável, ao passo que o polipropileno utiliza matérias-primas de fonte fóssil, como petróleo ou gás natural. Por esta razão, o polietileno verde captura e fixa gás carbônico da atmosfera durante a sua produção, colaborando para a redução da emissão dos gases causadores do efeito estufa.

O polipropileno possui propriedades muito semelhantes às do polietileno, mas com ponto de amolecimento mais elevado. O polietileno verde mantém as mesmas propriedades, desempenho e versatilidade de aplicações dos polietilenos de origem fóssil - o que facilita seu uso imediato na cadeia produtiva do plástico. Por este mesmo motivo, também é reciclável dentro da mesma cadeia de reciclagem do polietileno tradicional.

Além disso, o cuidado com a sustentabilidade está presente na relação da Braskem com os seus fornecedores do etanol. Desde a plantação da cana-de-açúcar até a produção de etanol, os fornecedores devem atender a princípios de desenvolvimento sustentável presentes no "Código de Conduta para Fornecedores de Etanol" elaborado e implementado pela Braskem e que cobre aspectos como respeito à biodiversidade e boas práticas ambientais

## **6.2 Alteração no design do produto**

### **6.2.1 Descrição**

A saboneteira possui um encaixe conforme mostrado na imagem abaixo.



*Figura 19 - Encaixe entre a tampa e a base*

Esse encaixe mostrou-se problemático. Percebeu-se que se o recipiente caísse ao solo, esta tampa se soltava. Uma vez que alguém esbarrasse acidentalmente na saboneteira e está tombasse, o líquido em seu interior seria vazado para fora.

Duas soluções são pensadas aqui. A primeira seria eliminar essas partes e fabricar um “corpo” único, mantendo somente o furo do topo. Dessa forma, já que o pressurizador possui um enroscamento no topo, as peças não se desmontariam e o líquido não transbordaria caso houvesse uma queda.



*Figura 20 - Saboneteira em corpo único*

A segunda solução seria manter essas duas partes, porém fazer um encaixe entre elas por roscamento. A primeira solução se mostra mais viável economicamente, uma vez que somente uma operação de injeção seria necessária.

Outra possibilidade de melhoria do produto seria criar um relevo na parte superior do “corpo”, permitindo que este pudesse ser alçado em um suporte. Na imagem abaixo temos a solução do corpo único junto com o suporte:





*Figura 21 - Solução do corpo único juntamente com o suporte*

## **7. Conclusões e considerações sobre o projeto**

A realização para o projeto da saboneteira foi de fundamental importância para experienciar com clareza as etapas do desenvolvimento de um produto cotidiano.

Mesmo dada a simplicidade do produto, a composição do projeto possui certa complexidade já que demanda do conhecimento de diversas fases para a produção final, que envolvem da medição das dimensões do produto, determinação de todas as partes do produto, material a ser utilizado, ferramental necessário para cada etapa de manufatura, estimativa de preço para fabricação, etc.

Além disso, ao fim do desenvolvimento do projeto, foi possível implementar melhorias ao produto já existente, que no caso para a saboneteira, foi discutido dois tipos de melhoria, uma referente ao material a ser utilizado para o produto e a outra em relação ao formato geral do produto. Para o material a ser utilizado, a substituição do polipropileno por polietileno resulta numa redução do impacto ambiental, agrega maior valor ao produto, melhor aceitação do produto no mercado e pode fornecer incentivos fiscais para sua produção. Já no

campo da forma do produto, a sugestão é motivada pela fragilidade entre o encaixe da base e parte superior da peça, o que poderia gerar desperdício de líquido. A melhoria seria de produzir uma saboneteira sem encaixe, o que geraria economia de fabricação por reduzir etapas de manufatura, acoplar um suporte ao produto, ou criar um encaixe do tipo rosca para a peça.

Portanto, o desenvolvimento do projeto proporcionou a capacitação para realizar com coerência todas as fases para projetar um produto competitivo em seu mercado de vendas, além da projeção de melhorias para viabilizar um produto com maior valor agregado e sustentável ao meio ambiente.

## 8. Referências

[1] OLIVEIRA, Maria Clara Brandt Ribeiro de. GESTÃO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS PÓS-CONSUMO: PERSPECTIVAS PARA A RECICLAGEM NO BRASIL. 2012. 91 f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

[2] SANTANA, Marylin Cipollini. IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO PELO DESCARTE DE EMBALAGENS PLÁSTICAS: GERENCIAMENTO E RISCOS. 2009. 90 f. Tese (Tecnólogo) - Curso de Tecnologia em Produção, Faculdade de Tecnologia da Zona Leste - Fatec, São Paulo, 2009.

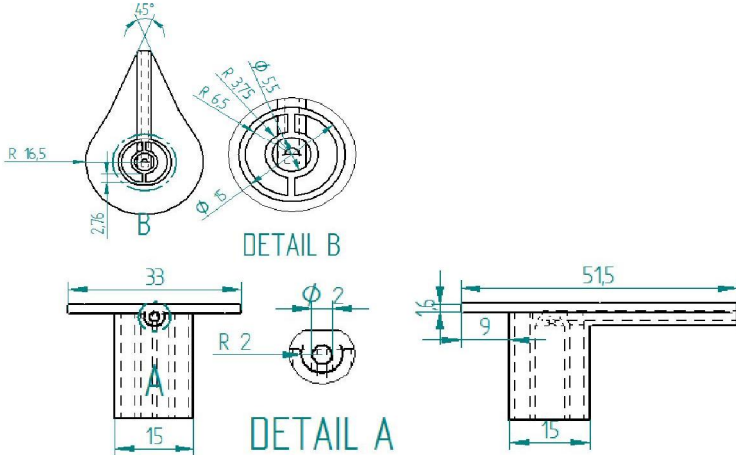
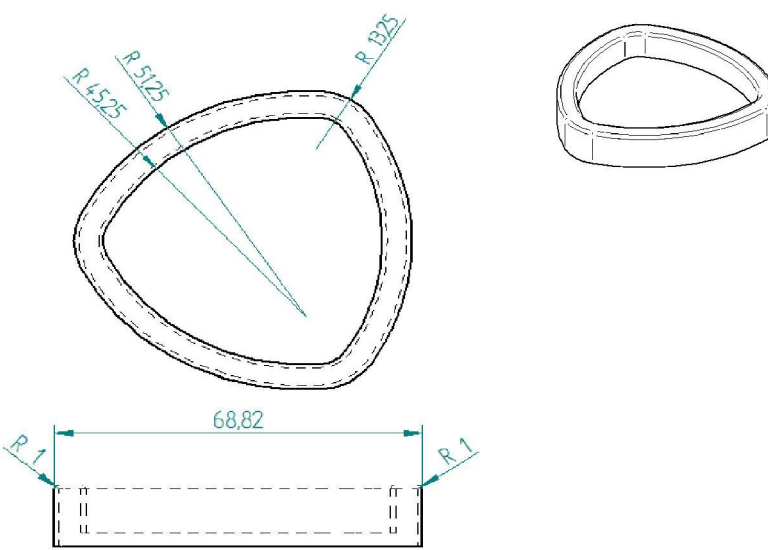
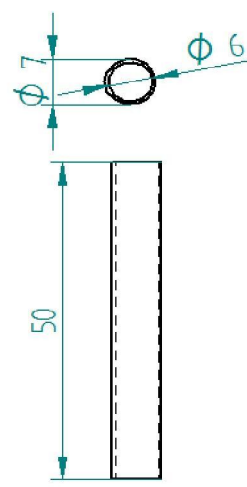
[3] <http://www.braskem.com.br/site.aspx/PE-Verde-Produtos-e-Inovacao>  
<acessado em 18/11/2014>.

[4] HARADA, Júlio, 1948 – **Moldagem por injeção - Projetos e Princípios básicos**, São Paulo: Medialdéa, 1991.

[5] ROMI. Detalhes técnicos: Série Prática. Santa Bárbara D'oeste-SP, 2012. 12 p. Disponível em:  
[http://http://www.romi.com.br/fileadmin/Editores/IP/Catalogos/Portugues/dspratica\\_po\\_aa.pdf](http://http://www.romi.com.br/fileadmin/Editores/IP/Catalogos/Portugues/dspratica_po_aa.pdf)>. Acesso em: 13 oct. 2014

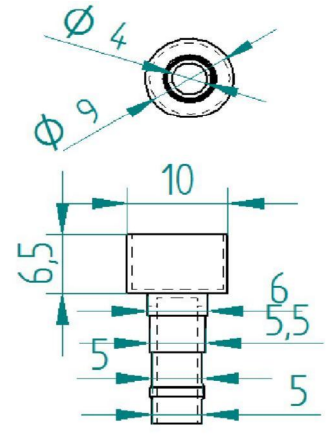
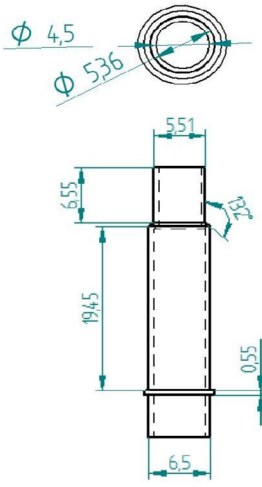
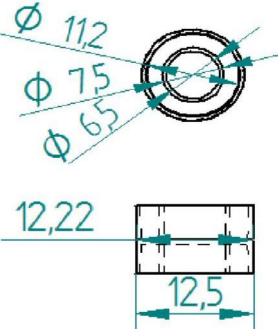
[6] PORTO, A.J.V; FORTULAN, C.A.; DUDUCH, J.G.; MONTANARI, L. Aula 04 - Processos de fabricação. 2008. Notas de Aula.

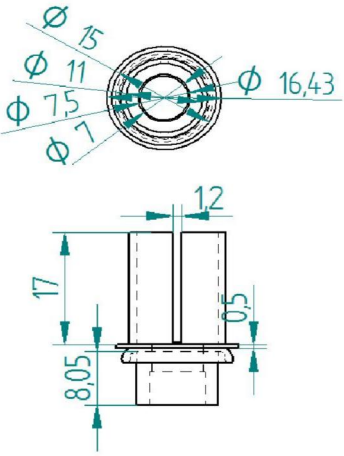
ANEXO 1 - Operações de Moldagem

OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO	MÁQUINA	
10	Injetar o polímero no molde respectivo a peça	Injetora ROMI Modelo: Prática 80	 <p>Technical drawing of a T-shaped part. The top view shows a teardrop shape with a 45° angle at the top, a radius of R 15.5, and a width of 27.6. The bottom view shows a T-shape with a top width of 33 and a bottom width of 15. Details include: DETAIL B (top view of the teardrop tip with dimensions R 3.75, R 6.5, and Ø 5.5); DETAIL A (cross-section of the stem with dimensions Ø 2 and R 2); and a side view of the T-shape with a top width of 51.5, a stem width of 15, and a stem height of 9.</p>
20	Injetar o polímero no molde respectivo a peça	Injetora ROMI Modelo: Prática 80	 <p>Technical drawing of a ring-shaped part. The top view shows a teardrop-shaped ring with radii of R 4.525, R 5.125, and R 13.25. The bottom view shows a rectangular ring with a width of 68.82 and radii of R 1 at the corners. A 3D perspective view of the ring is also shown.</p>
30	Injetar o polímero no molde respectivo a peça	Injetora ROMI Modelo: Prática 80	 <p>Technical drawing of a small cylindrical part. The top view shows a circle with a diameter of Ø 6 and a height of 7. The side view shows a cylinder with a height of 50.</p>

<p>40</p>	<p>Injetar o polímero no molde respectivo a peça</p>	<p>Injetora ROMI Modelo: Prática 80</p>	
<p>50</p>	<p>Injetar o polímero no molde respectivo a peça</p>	<p>Injetora ROMI Modelo: Prática 80</p>	

<p>60</p>	<p>Injetar o polímero no molde respectivo a peça</p>	<p>Injetora ROMI Modelo: Prática 80</p>	
<p>70</p>	<p>Injetar o polímero no molde respectivo a peça</p>	<p>Injetora ROMI Modelo: Prática 80</p>	

<p>80</p>	<p>Injetar o polímero no molde respectivo a peça</p>	<p>Injetora ROMI Modelo: Prática 80</p>	
<p>90</p>	<p>Injetar o polímero no molde respectivo a peça</p>	<p>Injetora ROMI Modelo: Prática 80</p>	
<p>100</p>	<p>Injetar o polímero no molde respectivo a peça</p>	<p>Injetora ROMI Modelo: Prática 80</p>	

<p>110</p>	<p>Injetar o polímero no molde respectivo a peça</p>	<p>Injetora ROMI Modelo: Prática 80</p>	
<p>120</p>	<p>Injetar o polímero no molde respectivo a peça</p>	<p>Injetora ROMI Modelo: Prática 80</p>	