Oficina Prática de Reciclagem Mecânica de Plásticos

Oficina Prática de Reciclagem Mecânica de Plásticos, dividida em 4 Estações Independente e Paralelas.

Esta estrutura permite que diferentes grupos de participantes trabalhem simultaneamente em etapas distintas da cadeia de reciclagem e façam rodízio entre os espaços, cobrindo desde a caracterização química e física das resinas até a fabricação digital de moldes e a injeção do produto final.

Estrutura Geral da Oficina por Estações

ESTAÇÃO 1: Identificação e Triagem de Plásticos por Densidade e Chama

Objetivo: Ensinar a identificar visualmente e segregar quimicamente os diferentes tipos de termoplásticos recicláveis (como PP, PEAD, PEBD e PS) contidos em misturas de resíduos, identificando e descartando com segurança materiais como o PVC antes do processamento térmico.

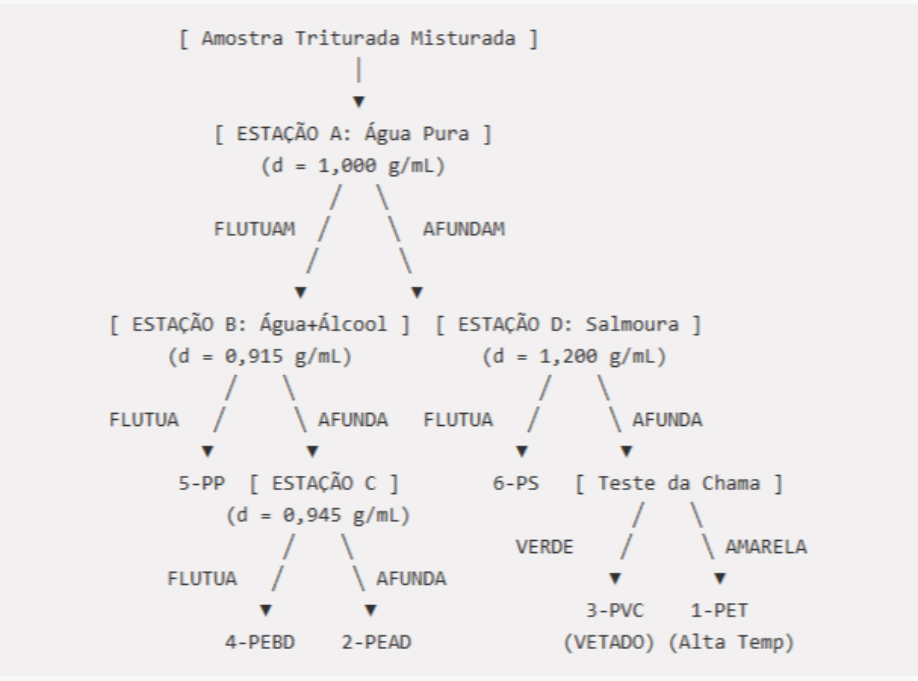
Materiais e Equipamentos

- 4 Banhos/Recipientes de 500mL etiquetados como Estação A, Estação B, Estação C e Estação D.
- Provetas graduadas e balança de precisão.
- Água pura, Álcool comercial 70% (70° INPM) e Sal de cozinha (NaCl).
- Peneiras pequenas, bastões de vidro e pinças metálicas.
- Isqueiro/Bico de Bunsen e área ventilada ou capela (para o teste de chama).

Preparo das Soluções Padronizadas (Volume Total: 400 mL por recipiente)

1. Estação A (Água Pura, d=1,000g/mL): 400mL de água destilada ou de torneira.
2. Estação B (Água + Álcool, d=0,915g/mL): Misturar 296 mL de Álcool 70% + 104 mL de Água pura.
3. Estação C (Água + Álcool, d=0,945g/mL): Misturar 191 mL de Álcool 70% + 209 mL de Água pura.
4. Estação D (Salmoura Saturada, d=1,200g/mL): Dissolver 144 g de Sal (NaCl) em 400 mL de Água pura.

Sequência de Atividades na Estação 1



1. **Passo 1 — Triagem Geral em Água (Estação A):**

- Os participantes depositam a amostra misturada na Estação A (Água Pura).
- Os fragmentos leves que FLUTUAM (d<1,00g/mL) são recolhidos e direcionados para as Estações B e C.
- Os fragmentos pesados que AFUNDAM (d>1,00g/mL) são reservados para a Estação D.

2. **Passo 2 — Isolamento do Polipropileno (Estação B):**

- Os flutuantes da Estação A são colocados na Estação B (0,915g/mL).
- FLUTUA: 5-PP (Polipropileno). Identificado e separado.
- AFUNDA: Os fragmentos que afundam são transferidos para a Estação C.

3. **Passo 3 — Separação PEBD vs. PEAD (Estação C):**

- Os fragmentos vindos da B são submersos na Estação C (0,945g/mL).
- FLUTUA: 4-PEBD (Polietileno de Baixa Densidade).
- AFUNDA: 2-PEAD (Polietileno de Alta Densidade) (resina comum em corpos de canetas de insulina).

4. **Passo 4 — Identificação do Poliestireno (Estação D):**

- Os afundados da Estação A são inseridos na Estação D (Salmoura, 1,200g/mL).
- FLUTUA: 6-PS (Poliestireno).
- AFUNDA: Sobra a mistura densa de 1-PET e 3-PVC

5. **Passo 5 — Trava de Biossegurança pelo Teste de Chama (PET vs. PVC):**

- Com pinça metálica, um fragmento do fundo da Estação D é levado à chama

- Chama Verde e Autoextinguível: 3-PVC. PROIBIDO na injetora e na cortadora a laser por liberar gás clorídrico (HCl) tóxico e corrosivo.
- Chama Amarela/Alaranjada Regular: 1-PET.

ESTAÇÃO 2: Fabricação Digital dos Moldes em Cortadora a Laser

Objetivo: Desenhar, cortar e montar moldes multicamadas e intercambiáveis (em acrílico ou estrutura híbrida acrílico/alumínio) utilizando a cortadora a laser CO2.

Materiais e Equipamentos:

- Cortadora a Laser CO2 (60W a 100W).
- Chapas de Acrílico Transparente (PMMA) de 3mm e 5mm de espessura.
- Chapas de apoio / externas de Alumínio usinadas (para a versão de molde híbrido).
- Kit de 4 parafusos M6 com porcas borboleta e arruelas.
- Paquímetro digital.

Sequência de Atividades na Estação 2

[Placa Frontal (Alumínio/Acrílico 5mm)] ? Furo de Entrada / Sprue (Ø 10-12 mm)

[Placa Central (Acrílico 3-5mm)] ? Cavidade do Objeto + Canal + Vents

[Placa Traseira (Alumínio/Acrílico 5mm)] ? Chapa Sólida Fechada e Lisa

(Unidas por 4 Parafusos M6 nos Cantos)

1. **Passo 1 — Ajuste Vetorial do Design:**

- No software de desenho (Inkscape), os participantes abrem o gabarito padrão do molde (100100mm).
- Desenham a cavidade central desejada (ex: silhueta do patinho ou chaveiro) garantindo uma parede mínima de 25 mm de acrílico ao redor para suportar a pressão mecânica de injeção.
- Adicionam o canal de entrada (runner) de 5mm e os micro rasgos de escape de ar (vents de 0,2 mm) nas bordas.

2. **Passo 2 — Configuração e Corte a Laser:**

- Posicionam a chapa de acrílico na mesa da cortadora a laser.
- Configuram potência e velocidade para um corte limpo e perpendicular das paredes da cavidade.
- Executam o corte da Placa Central (com a cavidade vazada) e das Placas de Fechamento.

3. **Passo 3 — Limpeza e Montagem do "Sanduíche":**

- Removem a película de proteção do acrílico e limpam as faces com álcool isopropílico.
- Alinham a Placa Traseira (fundo), a Placa Central (cavidade) e a Placa Frontal (com furo de entrada/sprue).

4. Passo 4 — **Flangeamento** e Inspeção:

- Inserir os 4 parafusos M6 nos cantos e apertar manualmente as porcas borboleta.
- Medir a espessura com o paquímetro digital e encaminham o molde pronto para a Estação 4.

ESTAÇÃO 3: Trituração e Homogeneização de Flakes

Objetivo: Processar mecanicamente os resíduos plásticos limpos e separados (como corpos de canetas de insulina e sensores do ICD) na trituradora de lâminas do movimento Precious Plastic, gerando grânulos (flakes) homogêneos de 3 a 6mm.

Materiais e Equipamentos

- Trituradora de Plásticos de Lâminas (Precious Plastic Shredder)18.
- Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): Óculos de proteção, protetores auriculares, luvas de raspa e máscara contra poeira.
- Alicates e chaves manuais (para desmonte prévio).
- Balança digital de bancada.
- Potes organizadores identificados por tipo de resina.
- Pincel e aspirador de pó para limpeza de bancada.

Sequência de Atividades na Estação 3

1. **Passo 1 — Desmontagem e Descontaminação Prévia:**

- Os participantes inspecionam o resíduo bruto (ex: canetas de insulina) e removem manualmente molas de aço, agulhas e adesivos de papel com auxílio de alicates.
- Apenas polímeros puros entram na trituradora para não danificar as lâminas de aço.

2. **Passo 2 — Preparação do Maquinário:**

- Verificam a limpeza interna da caixa de corte da trituradora.
- Equipam todos os EPIs de segurança (óculos, luvas e protetor auricular).

3. **Passo 3 — Processamento Mecânico:**

- Ligam a trituradora a vazio e alimentam o funil (hopper) gradualmente com as peças plásticas desmembradas.
- O material é cortado pelas lâminas rotativas até passar pela peneira inferior calibrada (6mm).
- Caso haja fragmentos maiores retidos, recolhem e passam novamente pela boca da máquina.

4. **Passo 4 — Troca de Resina e Limpeza:**

- Desligam a máquina da tomada ao término do lote.
- Com o pincel e aspirador, limpam a câmara de trituração para evitar contaminação cruzada de cores ou pontos de fusão no próximo lote.

5. **Passo 5 — Pesagem e Armazenamento:**

- Pesam a massa total de flakes obtida (Mtriturado), etiquetam o recipiente com o nome da resina (ex: PEAD - Canetas ICD) e disponibilizam os flakes para a Estação 4.

ESTAÇÃO 4: Injeção Plástica Manual no Molde

Objetivo: Plastificar os flakes de plástico reciclado no canhão aquecido da máquina injetora manual e injetar a massa fluida sob pressão dentro do molde de acrílico/híbrido preparado na Estação 2, produzindo um chaveiro ou utilitário final.

Materiais e Equipamentos

- Injetora Plástica Manual de Pistão (Precious Plastic Injection Machine) com controlador PID de temperatura.
- Molde de acrílico ou híbrido montado (da Estação 2).
- Flakes de plástico pesados (PEBD, PEAD, PS ou PP) oriundos da Estação 3.
- Balança de precisão.
- Luvas de proteção térmica resistentes a alta temperatura (>250ºC).
- Spray desmoldante de silicone.

Tabela Parâmetro de Injeção x Limites do Molde de Acrílico

Como o Acrílico (PMMA) possui temperatura de transição vítrea (Tg) de ?100ºC a 105ºC e amolece entre 130ºC e 150ºC, utiliza-se o seguinte controle de bancada:

Polímero Utilizado	Temp. do Canhão da Injetora	Tempo de Aquecimento no Canhão	Tempo de Resfriamento no Molde	Pausa Obrigatória (Resfriar Molde)
4 - PEBD	140°C – 160°C	10 – 12 min	30 – 45 seg	1 minuto
2 - PEAD (Canetas ICD)	170°C – 190°C	12 – 15 min	45 – 60 seg	2 – 3 minutos
6 - PS	180°C – 200°C	15 – 18 min	60 seg	3 minutos
5 - PP	200°C – 220°C	15 – 20 min	60 – 90 seg	3 – 5 minutos

Sequência de Atividades na Estação 4

2. **Passo 1 — Programação e Carga da Injetora:**

- Ligam o painel PID da injetora e ajustam a temperatura para o plástico selecionado (ex: 180°C para o PEAD de canetas de insulina).
- Pesam a quantidade necessária de flakes na balança (ex: 12g da cavidade + 20% de margem do canal de entrada = 14,4 g de flakes).
- Carregam os flakes no tubo superior da injetora e aguardam o tempo de plastificação/fusão.

Passo 2 — Preparação do Molde:

- Aplicam uma leve camada de desmoldante de silicone no interior da cavidade do molde de acrílico.
- Confirmam que o molde está frio (temperatura ambiente) e com os parafusos M6 bem apertados.

Passo 3 — Injeção sob Pressão:

- Acoplam a entrada do molde no bico do canhão aquecido da injetora.
- Vestindo luvas térmicas, puxam a alavanca manual firmemente até sentir que a cavidade preencheu completamente.
- Mantêm a alavanca pressionada por 10 a 15 segundos (pressão de recalque para evitar bolhas ou chupagem no plástico ao esfriar)24.

Passo 4 — Desmolde e Acabamento:

- Desacoplam o molde, aguardam o tempo de resfriamento indicado na tabela e soltam as porcas borboleta.

- Abrem as placas de acrílico e retiram a peça injetada (ex: chaveiro do patinho).
- Cortam o canal de entrada (sprue) com um alicate de corte rente e reservam a sobra para ser retriturada na Estação 3!

Passo 5 — Resfriamento do Molde:

- Aguardam a pausa obrigatória de resfriamento do molde de acrílico antes de iniciar um novo ciclo de injeção.

Revision #2
Created 2026-10-21 00:49:42 UTC by Guest
Updated 2026-10-21 00:57:11 UTC by Guest