



Better  
Plastics





PPS3

## Circularidade pela Reciclagem



### Objetivos específicos

- ❖ Desenvolvimento de sistemas de pré-tratamento para remoção de contaminantes orgânicos, tintas e odores, melhorando a qualidade dos resíduos selecionados para reciclagem mecânica;
- ❖ Desenvolvimento de novos materiais através da reciclagem mecânica a partir de materiais contaminados;
- ❖ Desenvolvimento de soluções de reciclagem química e termoquímica para obtenção de materiais de elevada pureza e aptos para contacto alimentar.



PPS3

Produtos/Serviços ou Processos

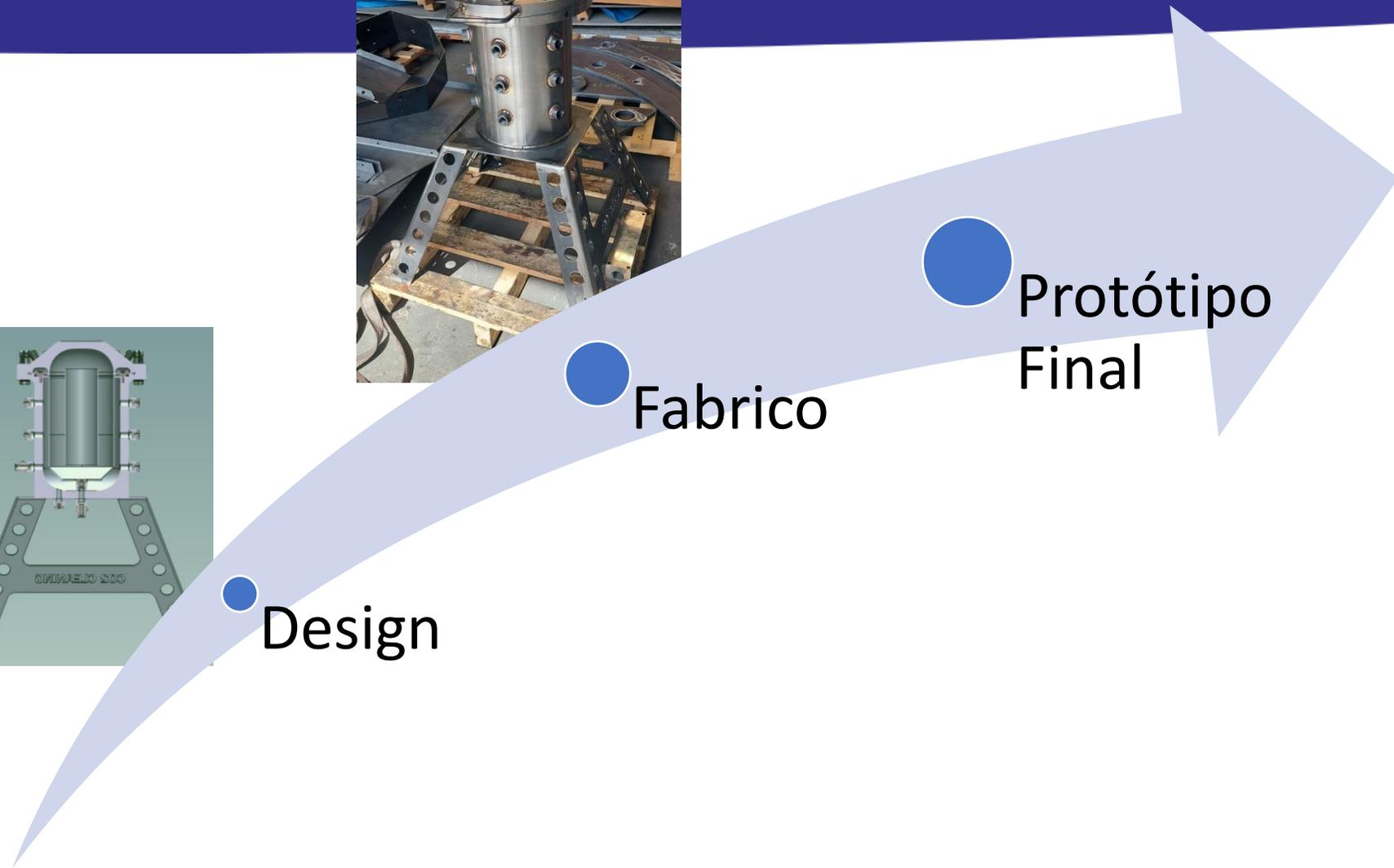
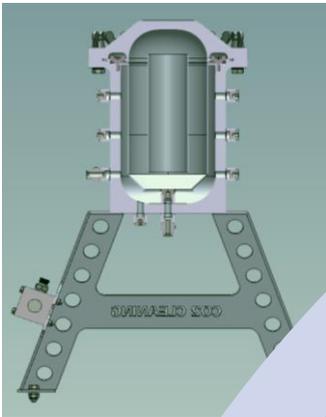
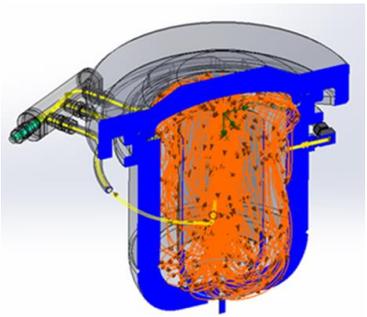
- ❖ CO<sub>2</sub> Cleaning: Desenvolvimento de protótipo para avaliação da capacidade de descontaminação/lavagem de materiais poliméricos com CO<sub>2</sub> no estado super-critico;
- ❖ Paintout: Desenvolvimento de protótipo para avaliação da capacidade de remoção de tintas aplicadas por flexografia em filmes plásticos.





Better  
Plastics

CO<sub>2</sub> Cleaning



Design

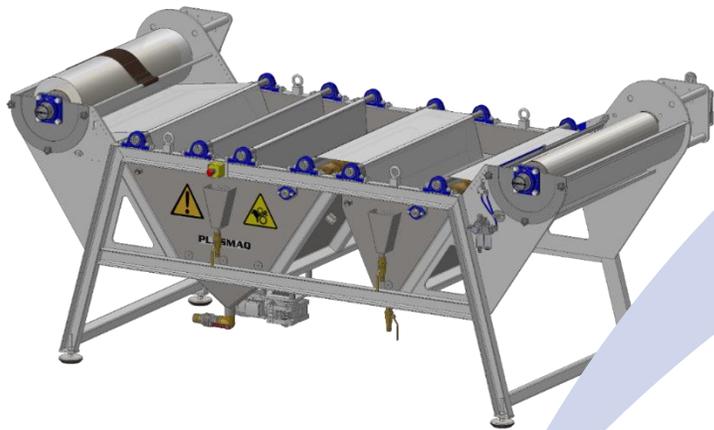
Fabrico

Protótipo  
Final



Better  
Plastics

PaintOut



Fabrico

Protótipo  
Final e  
Ensaio  
funcionais

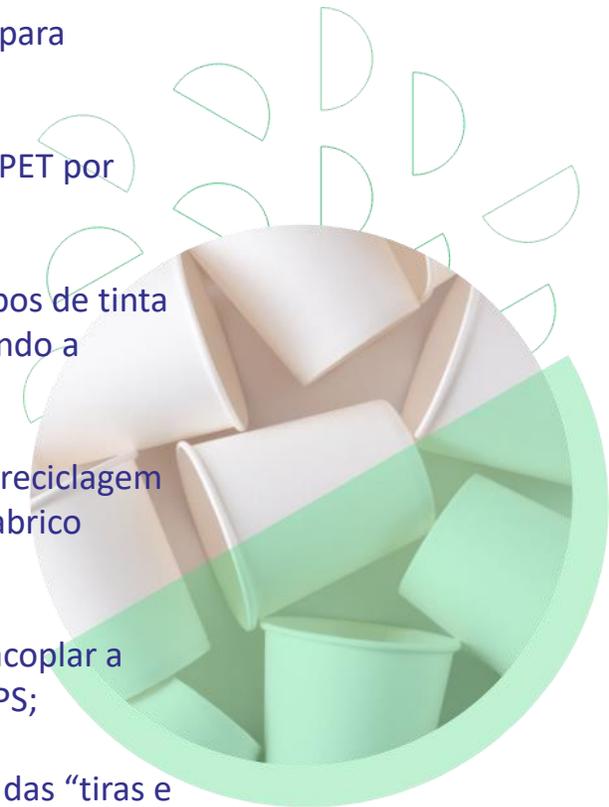
Design



## PPS3

### Produtos/Serviços ou Processos

- ❖ Biorecycling: Densificação de filme de PLA triturado pós-industrial para permitir o seu reprocessamento;
- ❖ Flakes 2 Preforms: Incremento da taxa de recuperação de finos de PET por separação densimétrica;
- ❖ PE R-film: Reincorporação de flocos de LDPE ou filme de LDPE, limpos de tinta e/ou de contaminantes, no processo de extrusão de filme, eliminando a pelletização;
- ❖ New PP: Funcionalização de flocos de PP, oriundos do processo de reciclagem mecânica de produto não-conforme do processo de injeção para fabrico aditivo;
- ❖ Coffee-Cup: Desenvolvimento de *add-on* de *reverse vending* para acoplar a máquina de *vending* de café, visando a recuperação dos copos de PS;
- ❖ Yogurt: Análise do impacto ambiental do processo de recuperação das “tiras e estrelas” resultantes do processo de *Form-Fill-Seal*.





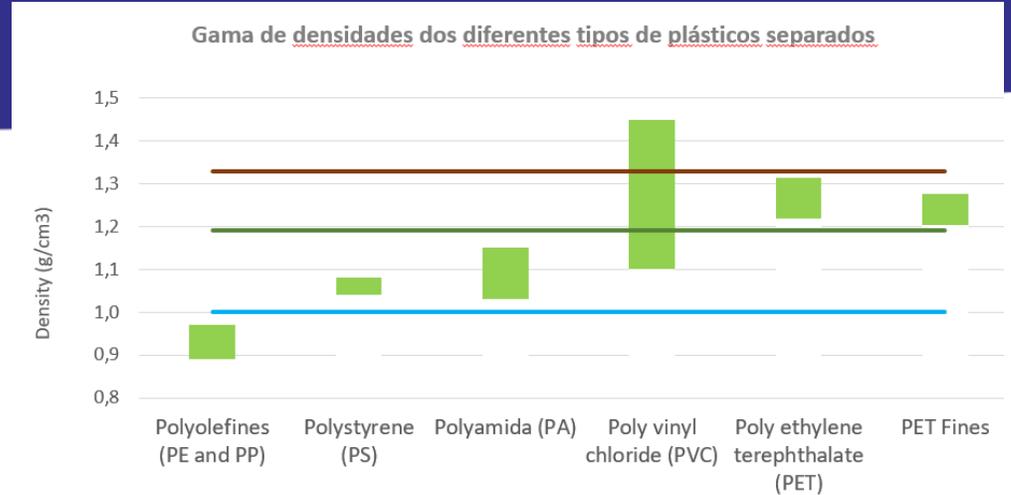
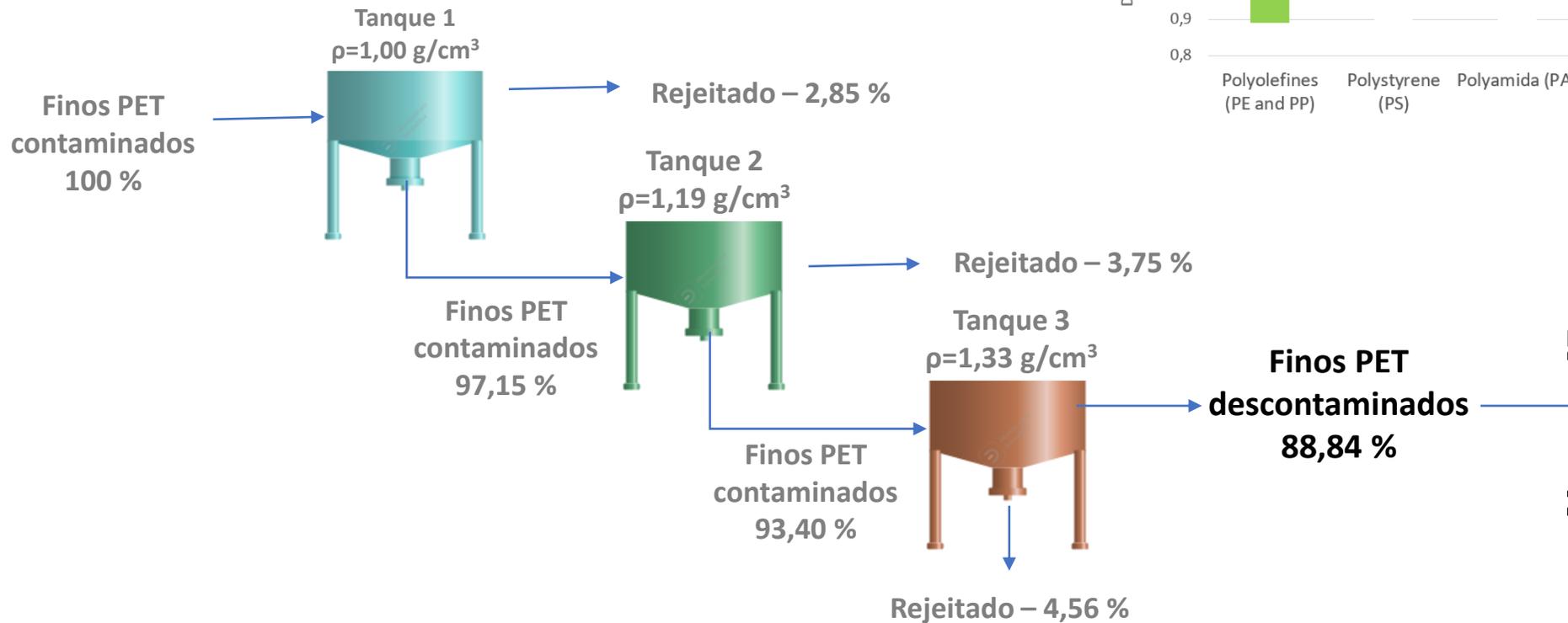
Better  
Plastics

## Biorecycling

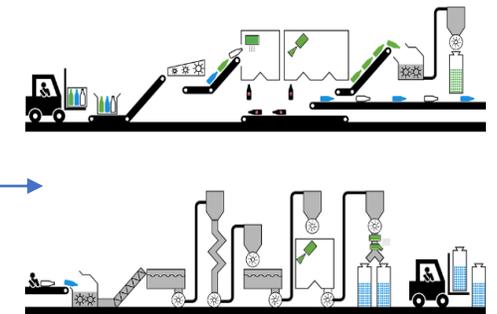




## Flakes 2 Preforms



## Processo de Reciclagem

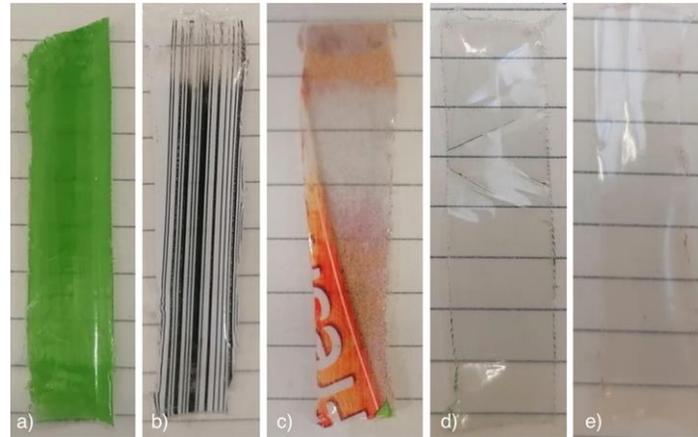




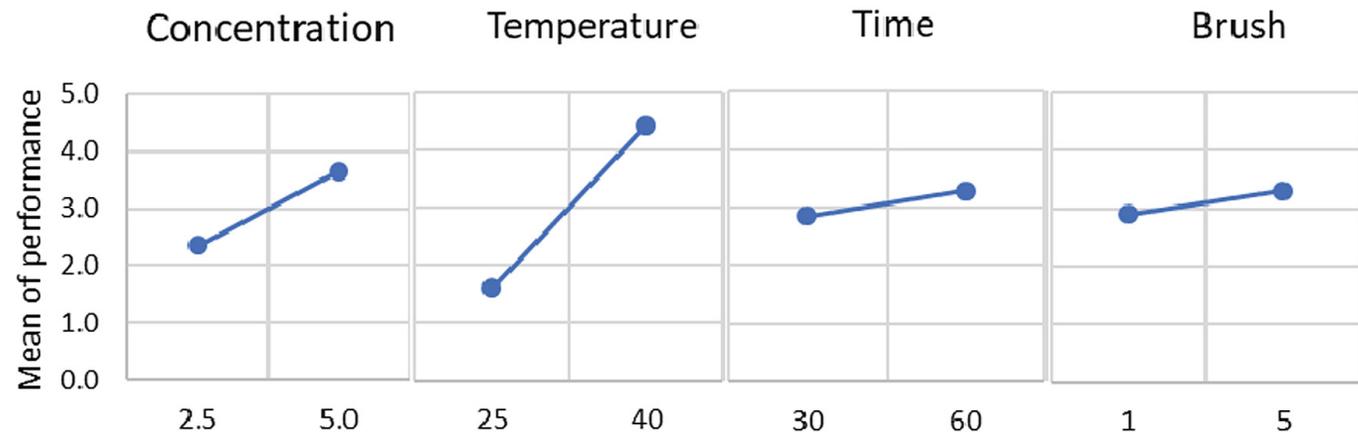
## PE R-film

### Design of Experiments (DoE):

- Concentração de surfactante (2,5% ou 5%);
- Temperatura do banho (25°C ou 40°C)
- Tempo de permanência no banho (30s ou 60s);
- Escovagem (1 ou 5 iterações)



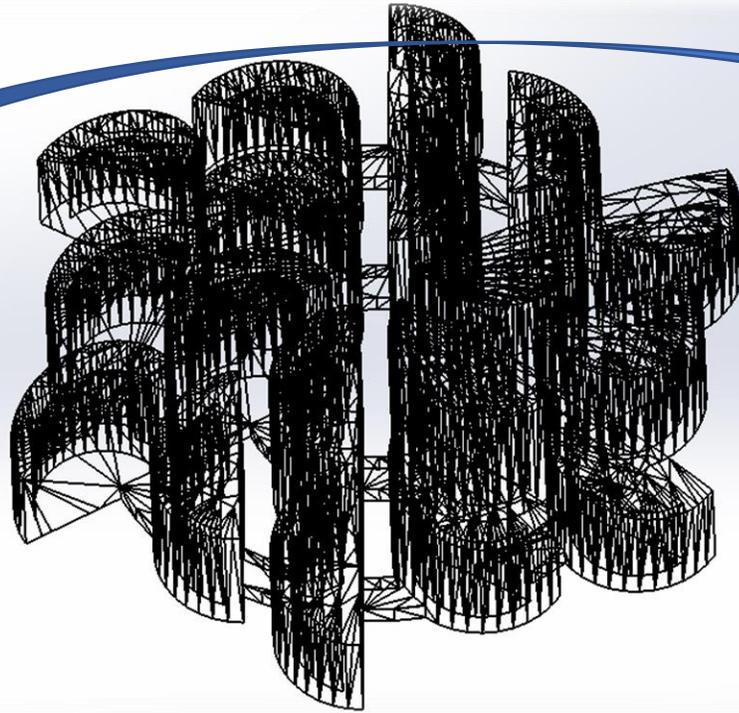
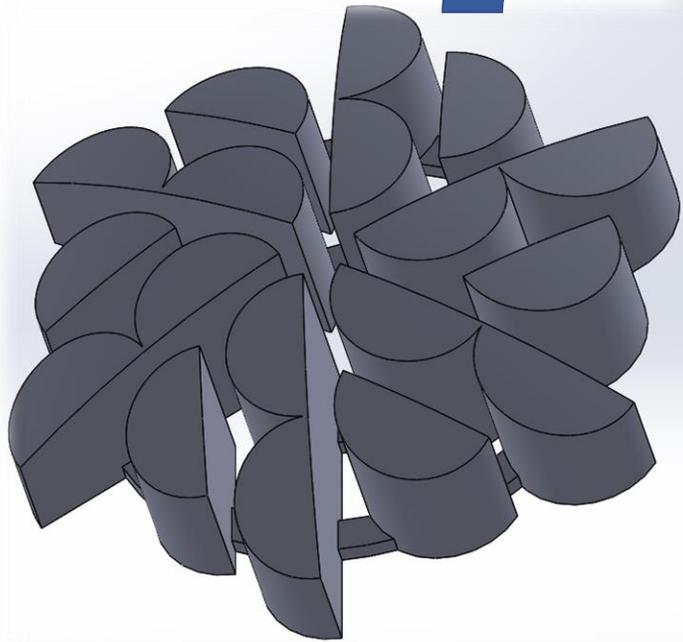
- a) Sem efeitos do surfactante;
- b) Pouco efeito do surfactante;
- c) Efeitos visíveis da ação do surfactante;
- d) Efeitos evidentes da ação do surfactante;
- e) Remoção total com sucesso.





Better  
Plastics

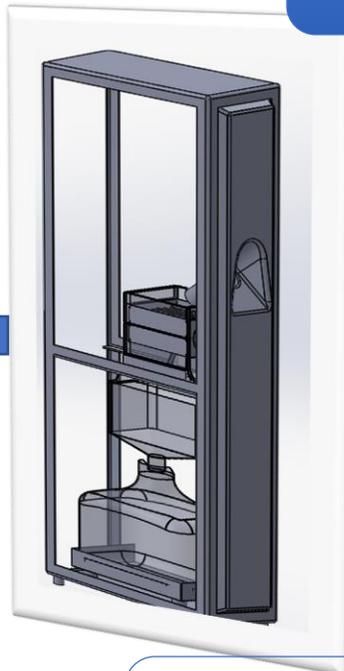
## New PP





# Better Plastics

## Coffee-Cup



Reintrodução de copos com material reciclado

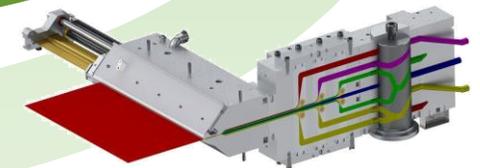
Recolha na origem e trituração de copos e colheres pós-consumo

Transporte

Armazenamento

Lavagem e reciclagem mecânica

Pelletização



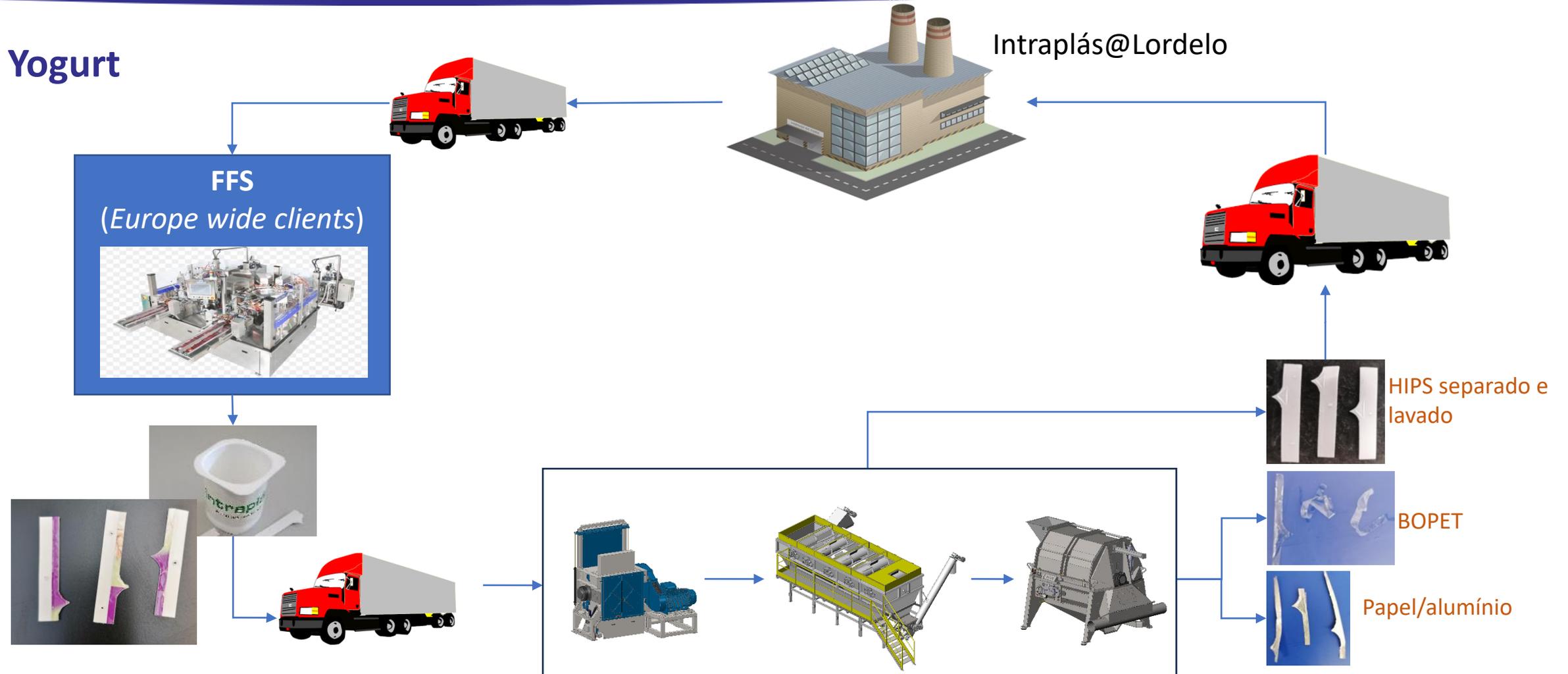
Coextrusão de material reciclado em camada intermédia





# Better Plastics

## Yogurt





PPS3

Produtos/Serviços ou Processos

- ❖ Smart Solvent: Desenvolvimento de solução de reciclagem química por intermédio de agentes físicos (*smart solvents*) para recuperação de materiais altamente contaminados
- ❖ Depol/Repol: Despolimerização de materiais contaminados através de pirólise e a sua posterior reutilização após repolimerização.

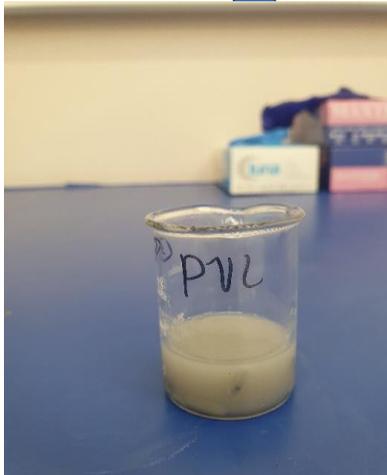




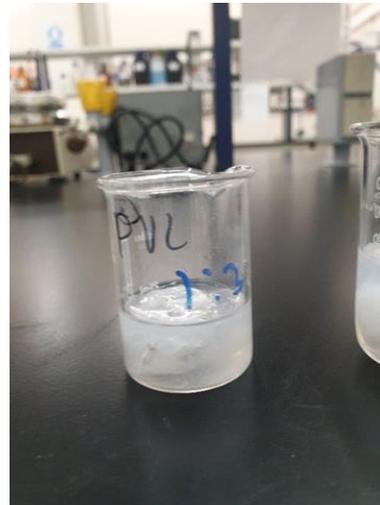
# Better Plastics

## Smart Solvent

PVC → 2METHF



2METHF+METANOL 1:3



2METHF+ÁGUA

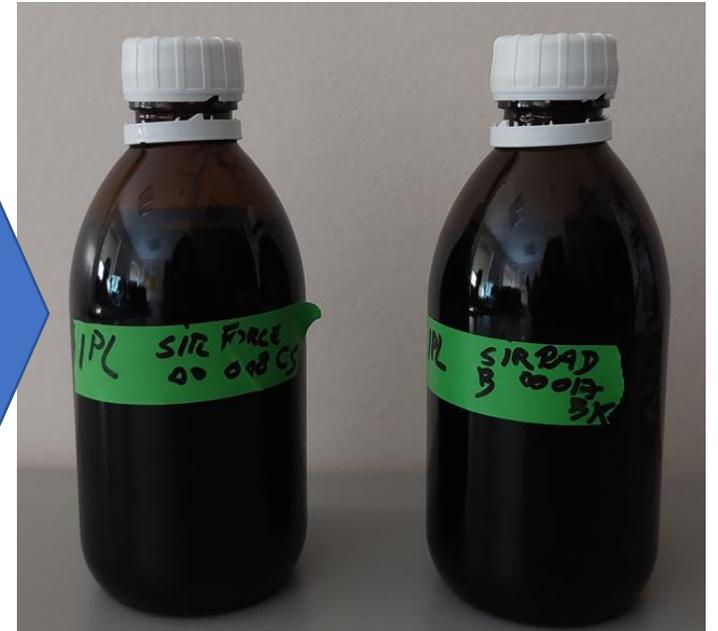
Solvente / Polímero	p-cymene (para-cimeno) 2 L	2MeTHF (metil tetrahidrofurano) 200 mL	DMI (Dimetil Isossorbida) 1 L
PS	Dissolve a 30°C	Dissolve Tamb (solução) Precipita bem em metano Demora 1 h a 30°C a dissolver. A 45°C leva só 30 min	Dissolve a 45°C em 30 min
LDPE	Dissolve a 70°C em 30 min	Dissolve a 30°C	Não dissolve
HDPE	Não dissolve	Não dissolve	Não dissolve
PP	Não dissolve	Não dissolve	Não dissolve
PET	Não dissolve	Não dissolve	Não dissolve
PVC	Não dissolve	Dissolve Tamb (solução) Precipita bem em metanol	Não dissolve



Better  
Plastics

## Depol/Repol

	Fração	Líquidos	Gases	Sólidos
<b>LDPE</b>		95	5	0
<b>HDPE</b>		96	4	0
<b>Mix polímeros + celulose</b>		0	4	96





## PPS3

### *Life cycle Assessment*

- ❖ CO<sub>2</sub> Cleaning
- ❖ PaintOut

- ❖ Biorecycling
- ❖ Flakes 2 Preforms
- ❖ PE R-film:
- ❖ New PP:
- ❖ Coffee-Cup
- ❖ Yogurt

- ❖ Smart Solvent
- ❖ Depol/Repol

### ❖ Metodologia

- ❖ Análise de Ciclo de Vida: ISO 14040-14044
- ❖ Avaliação de Impacte de Ciclo de Vida: *Environmental Footprint* 3.1 (março 2023)
- ❖ Software/base de dados: LCA for Experts (Sphera) / Ecoinvent 3.9.1

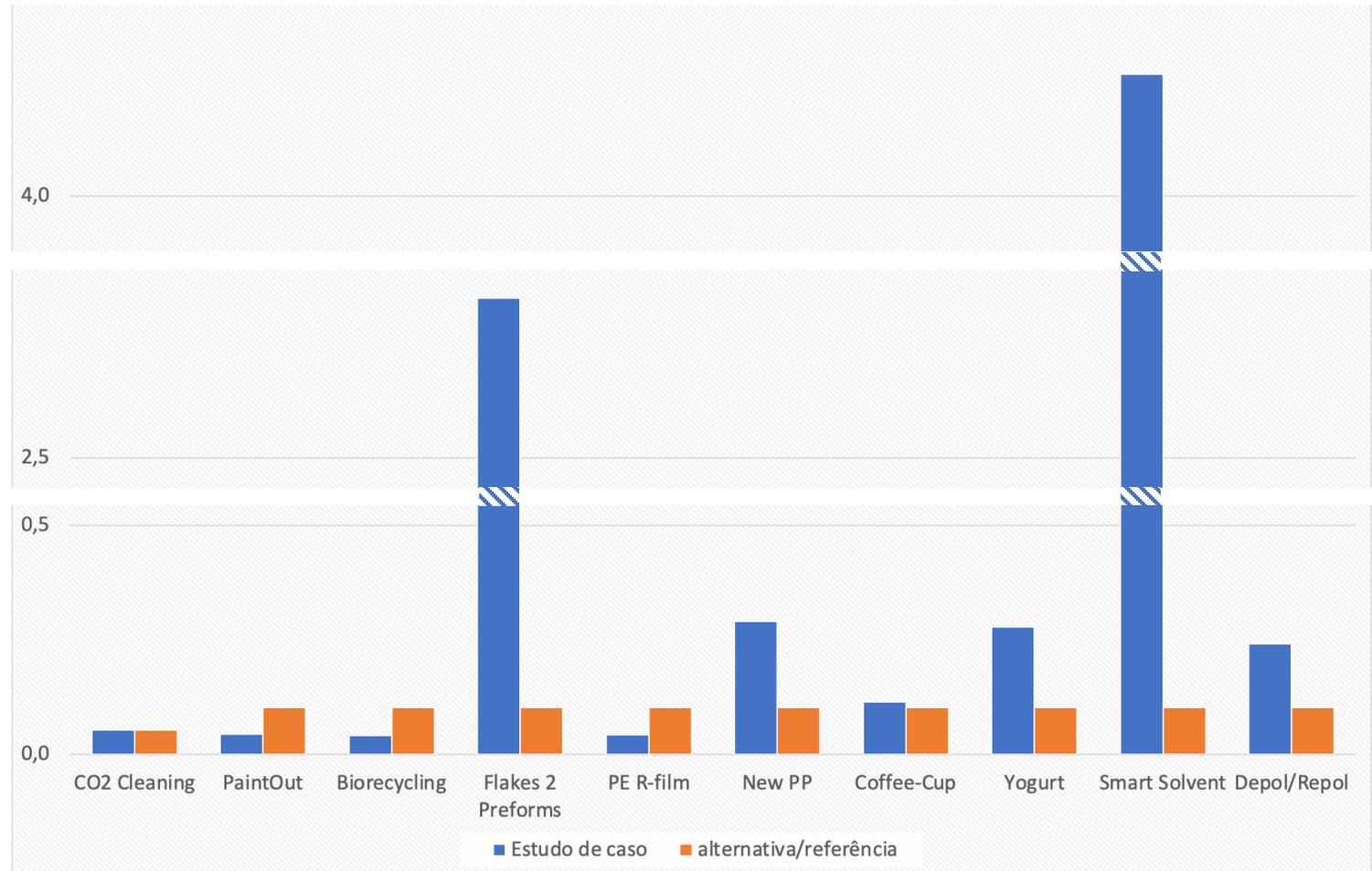
### ❖ Principais limitações:

- ❖ Falta de dados de consumo específico de energia por equipamento. Consumos de energia baseados no cálculo da potência máxima e do tempo de utilização
- ❖ Nível de tecnologia: as tecnologias desenvolvidas são protótipos e comparadas com tecnologias industriais existentes de referência: Reciclagem mecânica simples
- ❖ Ausência ou insuficiente informação na literatura e na base de dados *Ecoinvent* sobre os alguns processos específicos muito relevantes para alguns estudos de caso, tais como, surfactante *eco-friendly e biobased*, solventes orgânicos renováveis ou *biobased*, ...



## Environmental Footprint 3.1 Climate Change – total kg CO<sub>2</sub>eq.

- ❖ Verifica-se um incremento significativo deste indicador nos casos de estudo onde reagentes químicos são necessários;
- ❖ As maiores fragilidades de cada caso de estudo foram identificadas, requerendo novas iterações de melhoria de desempenho assim como novos estudos que validem estas melhorias em novos produtos, materiais e protótipos.

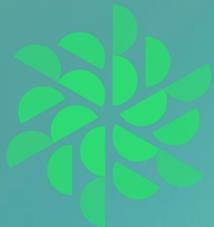




# Better Plastics

Innovation Ecosystem | PPS 3





Better  
Plastics

# Plastics in a Circular Economy