

# **1st Workshop**

## **Advances in clear Production**

### **Bottle-to-bottle PET recycling**

Pesquisadores:

**Prof. Ms Alexandre Formigoni  
(Unesp – Guaratinguetá)**

**Prof. Dr. Ivan P. de Arruda Campos  
(ICET - UNIP) Grupo de Fotoquímica e RMN**

# Histórico

---

- 1941 - Foi criado por químicos ingleses;
  - 1970 - Começou a ser utilizado para fabricação de embalagens (garrafas);
  - 1989 - Chegaram ao Brasil as primeiras embalagens de PET;
  - 1993 - As primeiras fábricas instalam-se no Brasil, com crescimento exponencial de produção;
  - 1994 - Iniciaram as primeiras atividades de reciclagem de PET no Brasil, com 16% de uma produção anual de 69 mil toneladas.
-

# Objetivos

---

- Investigar o atual estado da reciclagem de PET no Brasil.
  - Avaliar os problemas associados a essa reciclagem, a saber:
    - contaminação química;
    - contaminação biológica;
    - perda de propriedades do material.
  - Compreender por que tanto desse material ainda é simplesmente descartado e o que deve ser feito para se poder reverter essa situação.
-

# Por que reciclar?

---

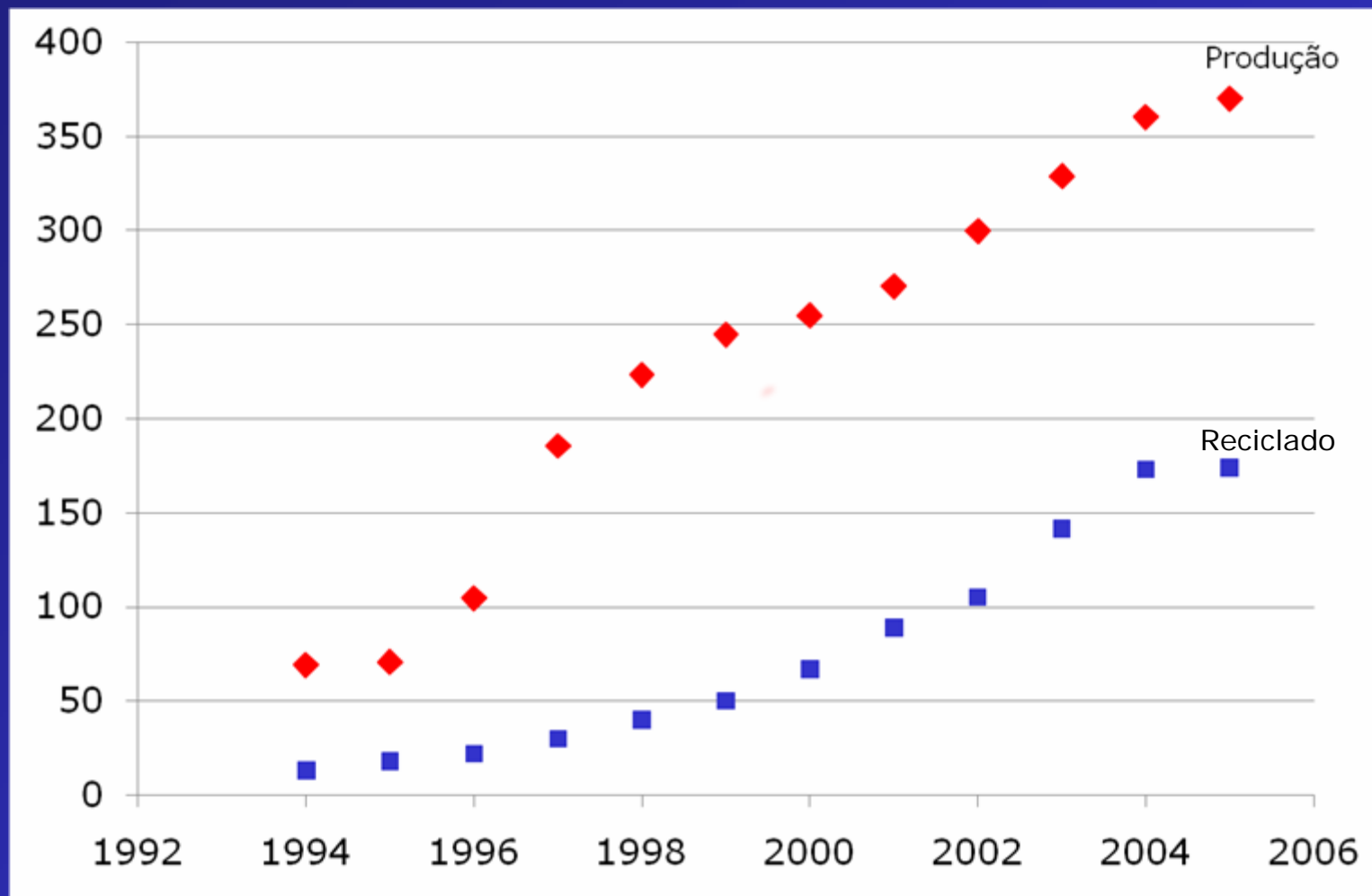
- Grande volume/massa de resíduo sólido para disposição final;
  - Diminuição da vida útil dos locais para destinação do lixo (aterros, lixões, etc.);
  - Longo período de decomposição do PET;
  - Material altamente combustível, podendo originar gases tóxicos como ácido clorídrico e dioxinas;
  - Grande desperdício: descarte de materiais úteis e com valor;
  - Consumo de matérias-primas virgens não otimizando o uso dos materiais.
-

# Tipos de reciclagem

---

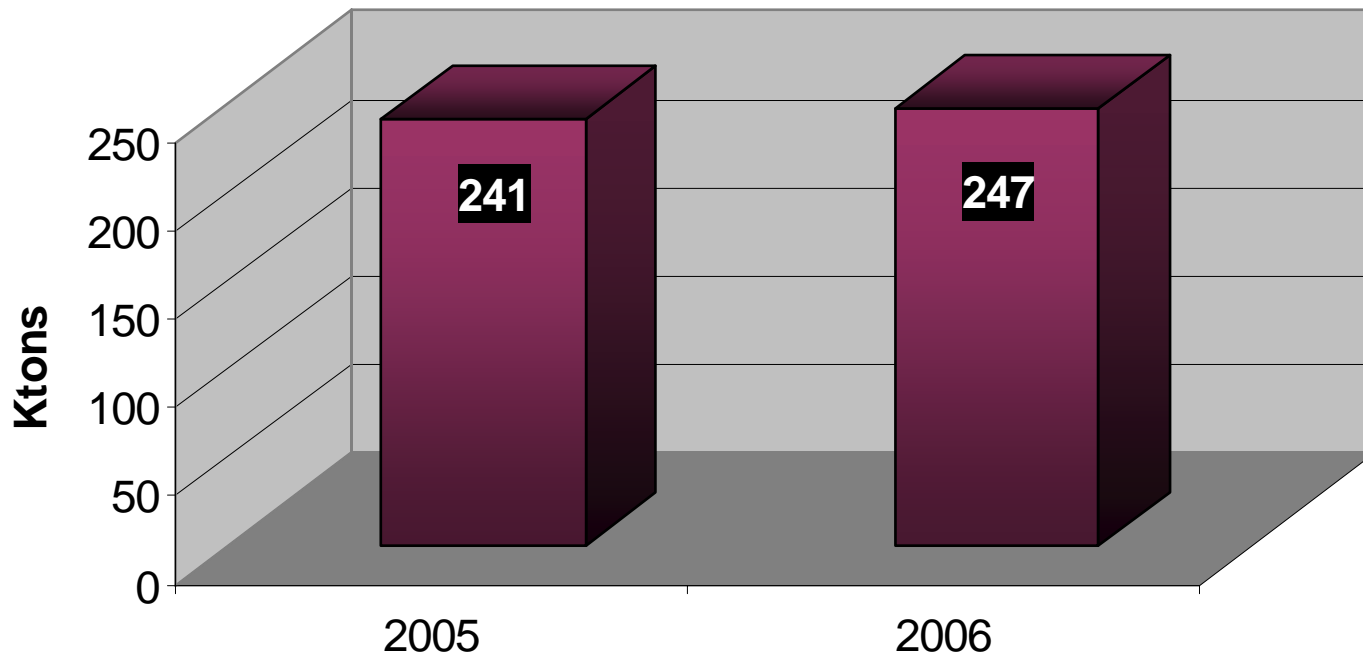
- **Energética**: reduz em até 90% o volume do lixo;
  - **Química**: por hidrólise, despolimeriza o PET regenerando a ácido tereftalato e etileno glicol, pode ser alcalina, gerando sulfato de sódio anidro ou ácida com tempo de processo longo (160h).
    - \* IMT desenvolveu hidrólise ácida sob irradiação de microondas com tempo de processo de 14min.;
  - **Mecânica**: o mais utilizado no Brasil, perde propriedades do PET.
    - \* UFSCar desenvolveu processo de repolimerização.
-

# Gráfico Produção x Reciclagem

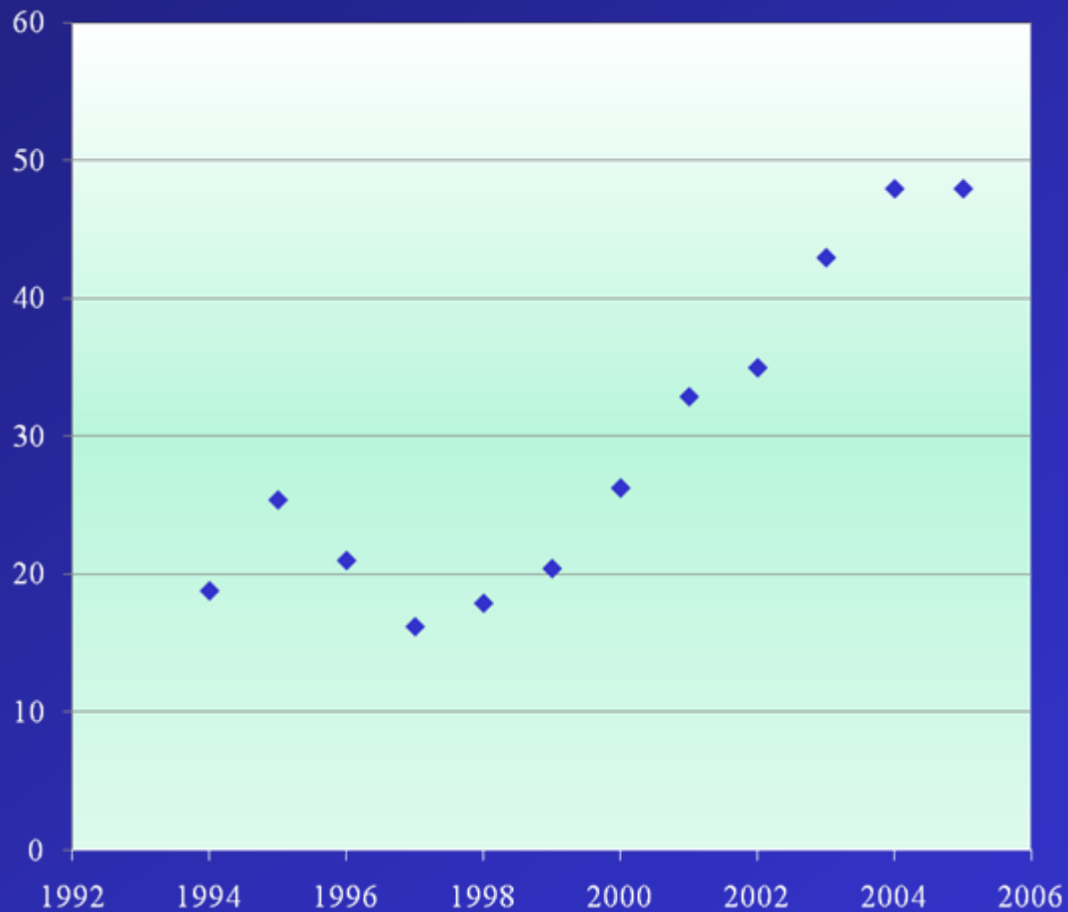


# Capacidade instalada das recicladoras de PET

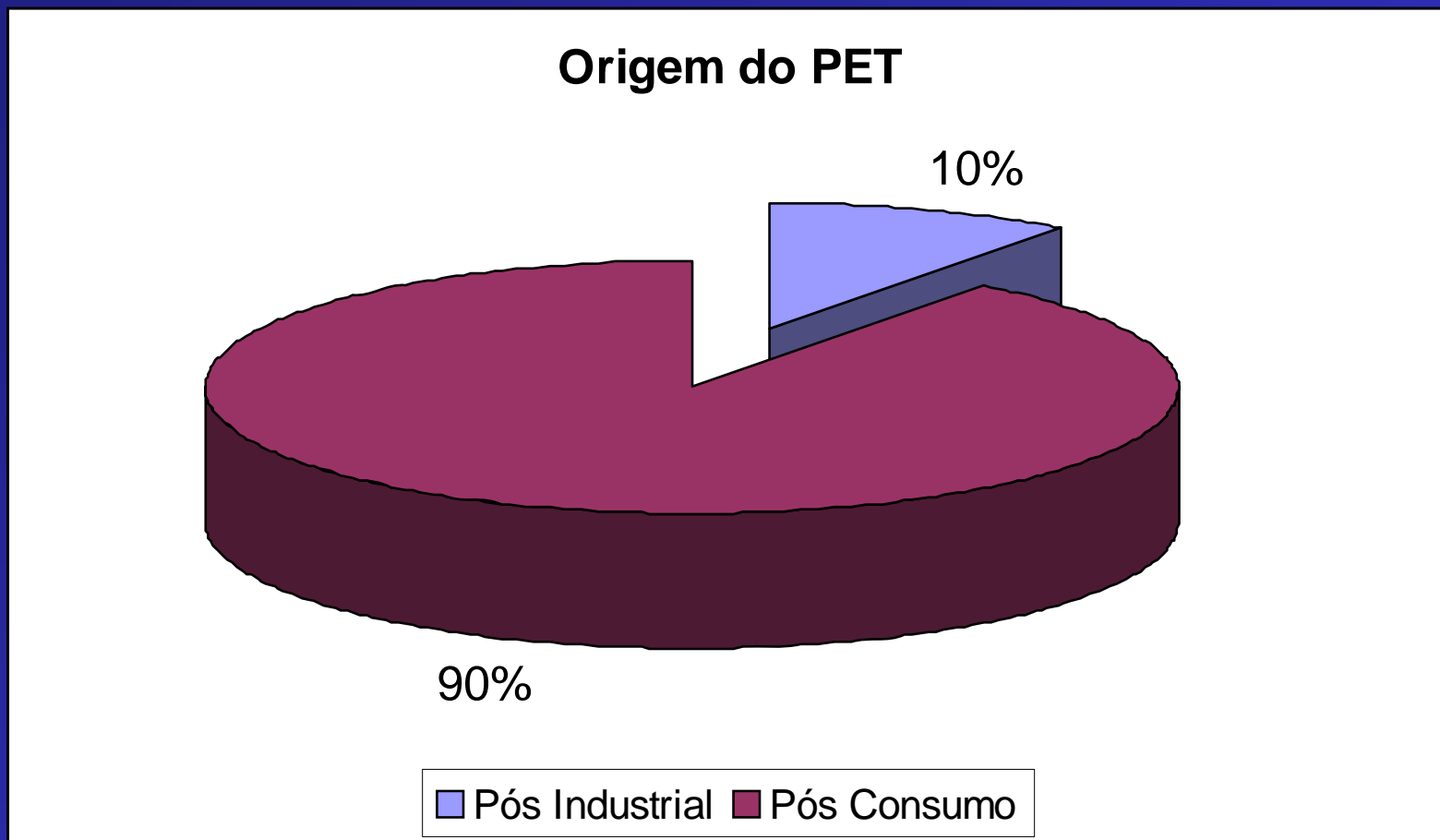
Capacidade Instalada para a Reciclagem de PET  
Brasil



# Gráfico % Reciclado

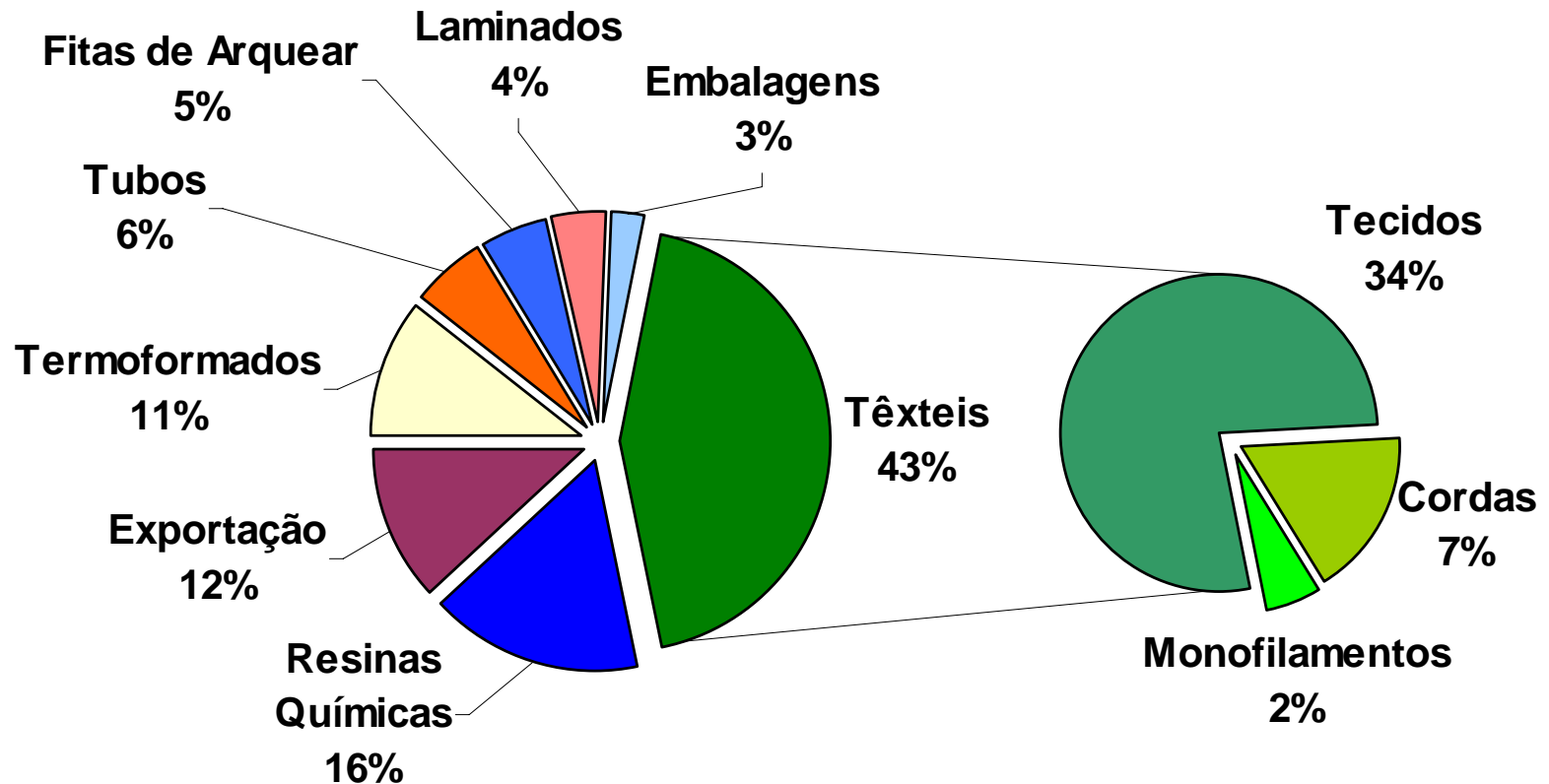


# Origem do PET reciclado



# Produtos manufaturados a partir de PET reciclado

## PET REciclado - Usos Finais - 2005



# Contaminação Química

---

- Migração;
  - Mau uso das embalagens (solventes, agrotóxicos, etc.);
  - FDA (*Food Drugs and Administration*) cria diretrizes experimentais (92 a 95) para processos comerciais – avaliação desafiadora de segurança (*Challenge tests*);
  - Franz e Welle desenvolvem processo de super-limpeza e conseguem carta de não-objeção da FDA;
  - Manrich, na UFSCar, desenvolve processo de super-limpeza economicamente viável.
-

# Contaminação Biológica

---

- Pasteur (séc XIX):

\* Forno a seco (170° por 120min.)

\* Autoclave (121° por 30min. com 2 atm);

- Hipertermófilo:

Linhagem 121 (2004), reproduz de 103° a 121°C e sobrevive a 130°C - anaeróbio;

- O processo de reciclagem (extrusão), trabalha com temperatura na faixa de 200° a 240°C;

- O processo de super-limpeza, trabalha com temperatura na faixa de 130° a 220°C, por 15min.

---

# Legislação

---

- Anvisa através da resolução nº 105 de 1999:  
“Baseada na regulamentação da FDA permite a utilização de embalagens recicladas, porém multicamadas”.
- Resolução nº 23 de 2000:  
“Permite a embalagem de PCR PET, desde que prove a eficiência do processo”.

“O que não é explicitamente aprovado é implicitamente proibido”.

---

# Conclusão

---

- Coleta do PET;
  - Destino do PET reciclado:
    - ✓ Viabilizar o processo econômica e legalmente;
    - ✓ A maior parte do PET virgem é destinado a fabricação de embalagens para alimentos;
    - ✓ O *bottle to bottle*, copiando sucesso do alumínio;
    - ✓ O curto tempo de vida útil da embalagem, se transformando em resíduo muito rápido.
-