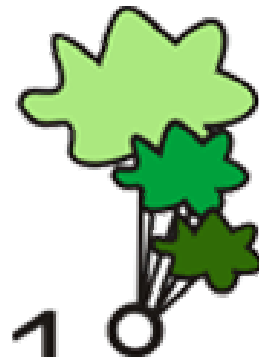




UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA



**fapesb**   
Fundação de Amparo  
à Pesquisa do Estado da Bahia  
SEPLANTEC



**1** FORUM INTERNACIONAL  
DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
o mundo como deve ser visto  
**17 a 19 de maio 2007**  
**Porto Alegre / RS**

# Proposta de Simbiose Industrial para Minimizar os Resíduos Sólidos no Polo Petroquímico de Camaçari

**Armando H. Tanimoto / CEFET-BA**

# Objetivo

---

- Propor a implantação de um sistema de Simbiose Industrial – SI, para os resíduos sólidos industriais no pólo de Camaçari.
- Avaliar o uso e divulgação do inventário de resíduos sólidos para fomentar o intercâmbio entre geradores e consumidores.

# Referencial Teórico

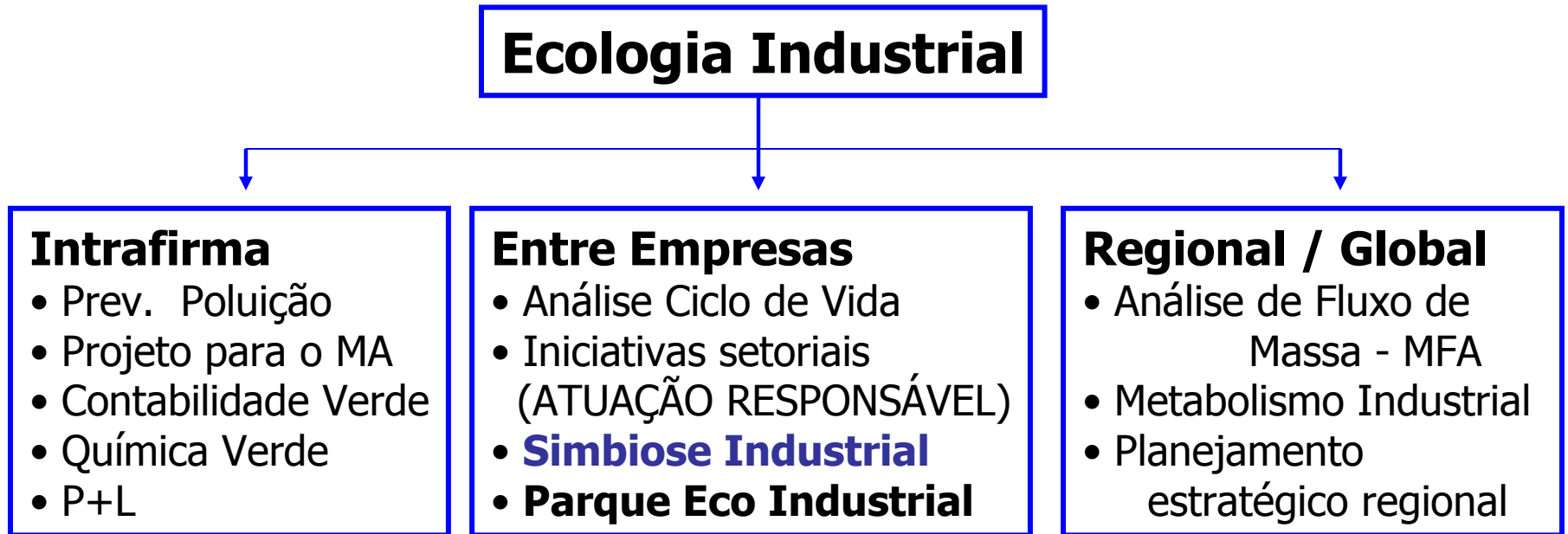
---

- '89 - Robert Ayres difundia o conceito de *Metabolismo Industrial* (uso de matéria e energia pela indústria);
- '89 - Frosch & Gallopoulos, conceito de *Ecossistema Industrial* (analogia entre o ecossistema natural com o antrópico);

ECOLOGIA INDUSTRIAL: Geração zero de resíduo pela indústria ou impacto zero na natureza.

# Níveis de Atuação

---



Fonte: Adaptado de Chertow (2000)

# CASOS DA LITERATURA EM S.I.

---

**Styria – Áustria**

**Triangle J. – NC, USA**

**Jyvaskyla – Finlândia**

**Choctaw – Oklahoma, USA**

**Houston - Tx, USA**

**Chattanooga - Te, USA**

**Baltimore - Mr, USA**

**Brownsville - Tx, USA**

**Cape Charles - Vi, USA**

**Osaka, Japão**

**Porto de Rotterdam, Holanda**

**Rietvelden de Vutter, Holanda**

**Matamouros, México**

**Kokubo EIP - Japão**

**Zaozhuang EIP - China**

**Quzhou EIP - China**

**Nanhai EIP - China**

**Plattsburgh EIP - USA**

**Austrália, Taiwan, Índia,  
Indonésia, Namíbia, África  
do Sul, Tailândia,  
Zimbabwe**

# Kalundborg / Dinamarca = Exemplo S.I.

---

- Início: 1972
- Subproduto: Gás Combustível de refinaria
- Principais parceiras:

Parceira	Tipo	Produção
Asnae	Geradora de Energia	1.500 MW
Statoil	Refinaria de petróleo	4,8 MM m <sup>3</sup> /a
Gyproc	Placas de Gesso	14 MM m <sup>2</sup> /a
Novo Nordisk	Biotecnologia	40 % insulina mundial
A-S Biotek. Jordrens	Remediação de solo	
Kalundborg	Município	20.000 hab.

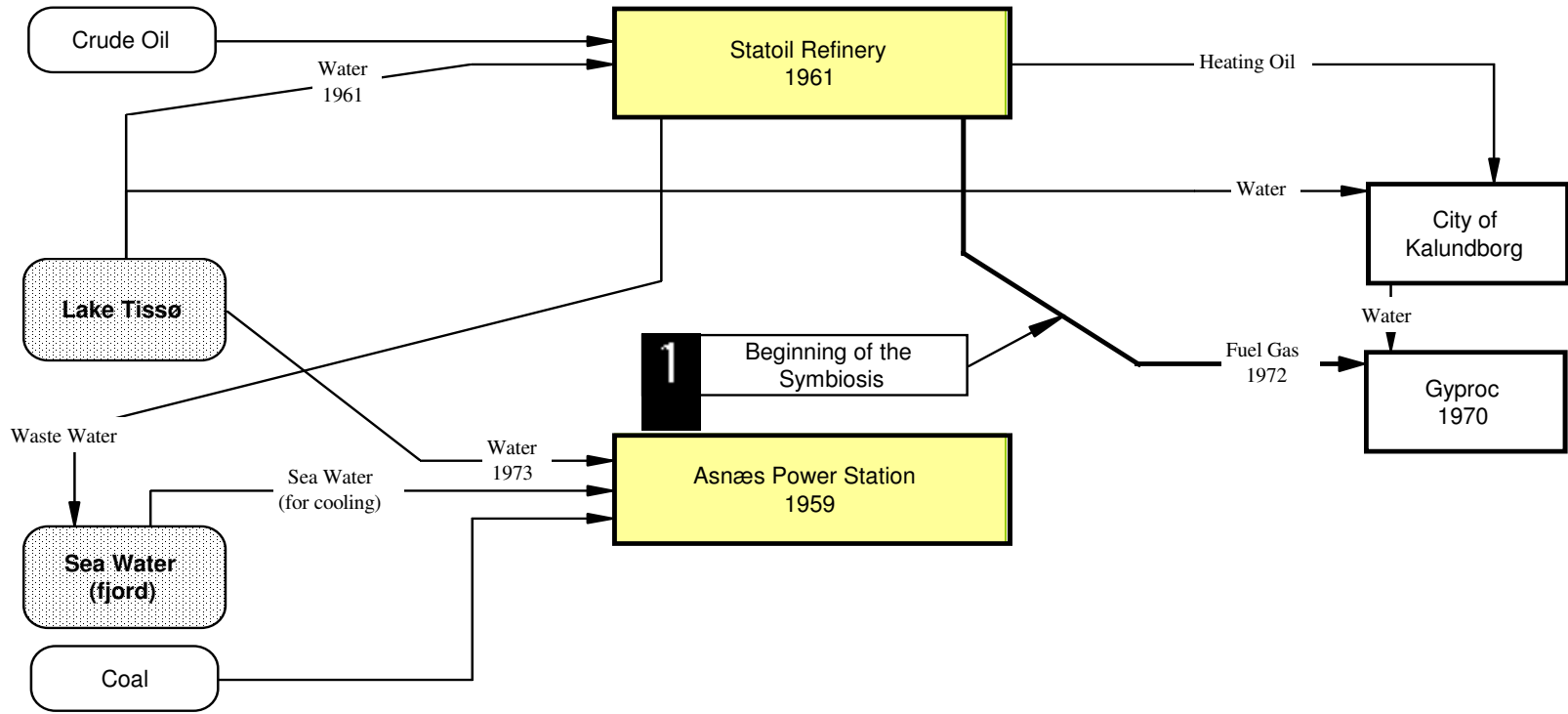
# Intercâmbio de Materiais - Kalundborg

Material	De	Para	Início	Qtde (t/ano)
Gás comb. (v)	Statoil	Gyproc	1972	8.000
Lodo ativado (d)	Novo Nordisk	Fazendas	1976	1.100.000
Cinza de caldeira (v)	Asnaes	Aalborg Portland	1979	200.000
Vapor (v)	Asnaes	Kalundborg	1981	225.000
Vapor (v)	Asnaes	Novo Nordisk	1982	215.000
Vapor (v)	Asnaes	Statoil	1982	140.000
Água de resfriamento(v)	Statoil	Asnaes	1987	700.000
Água quente (mar) (d)	Asnaes	Fazenda de peixe	1989	-
Enxofre (ácido sulfúrico) (v)	Statoil	Kemira	1990	2.800
Água, biotratada (d)	Statoil	Asnaes	1991	200.000
Gás comb. (v)	Statoil	Asnaes	1992	60.000
Gesso (v)	Asnaes	Gyproc	1993	85.000
		Qtde total anual		2.9 milhões

(v) Vendas

(d) Doação

# Kalundborg Industrial Symbiosis Anno 1975



**1** Beginning of the Symbiosis

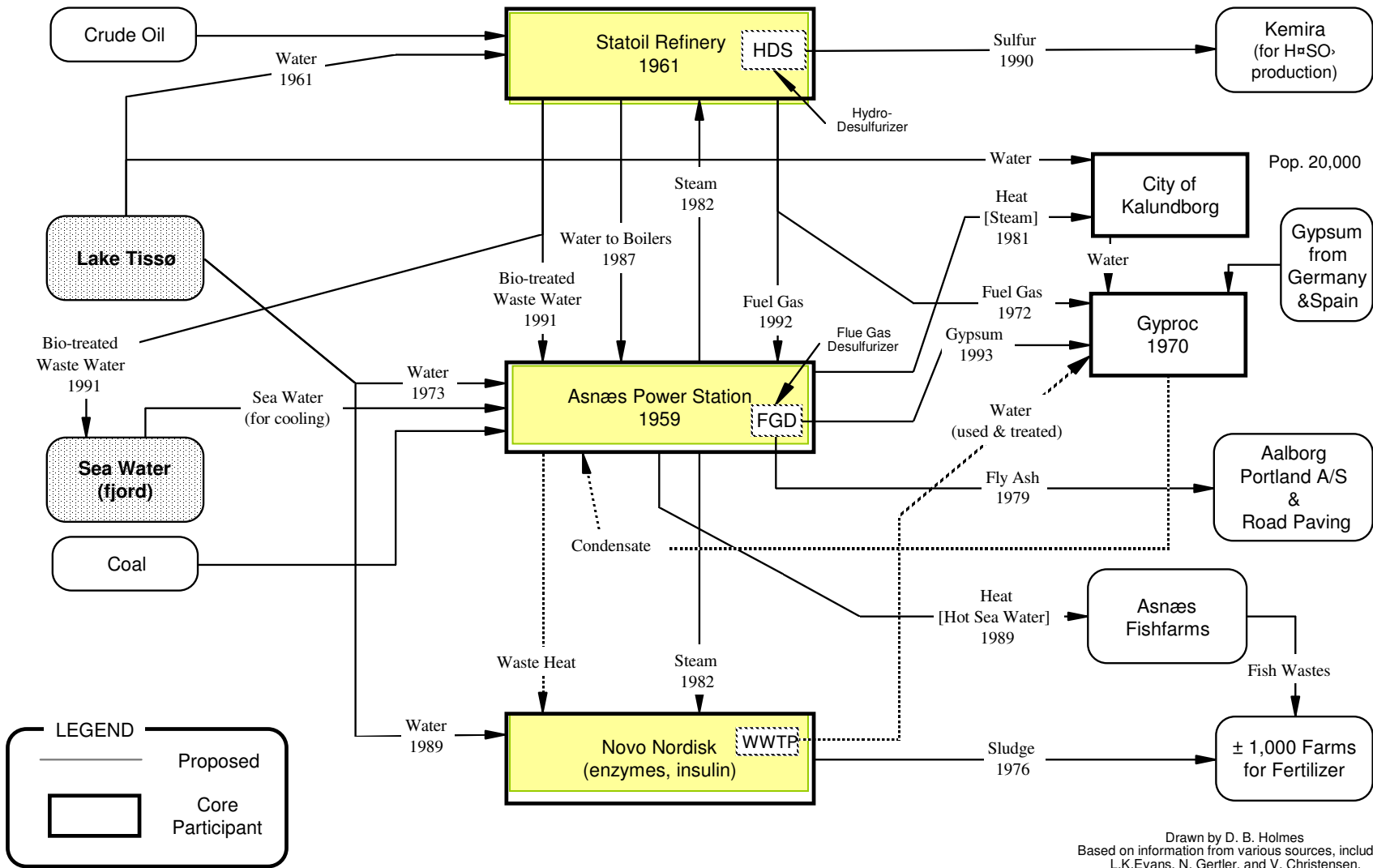
Novo Nordisk  
(enzymes, insulin)

**LEGEND**

- Proposed
- ▭ Core Participant

Drawn by D. B. Holmes  
Based on information from various sources, including  
L.K.Evans, N. Gertler, and V. Christensen.

# Kalundborg Industrial Symbiosis Anno 1995



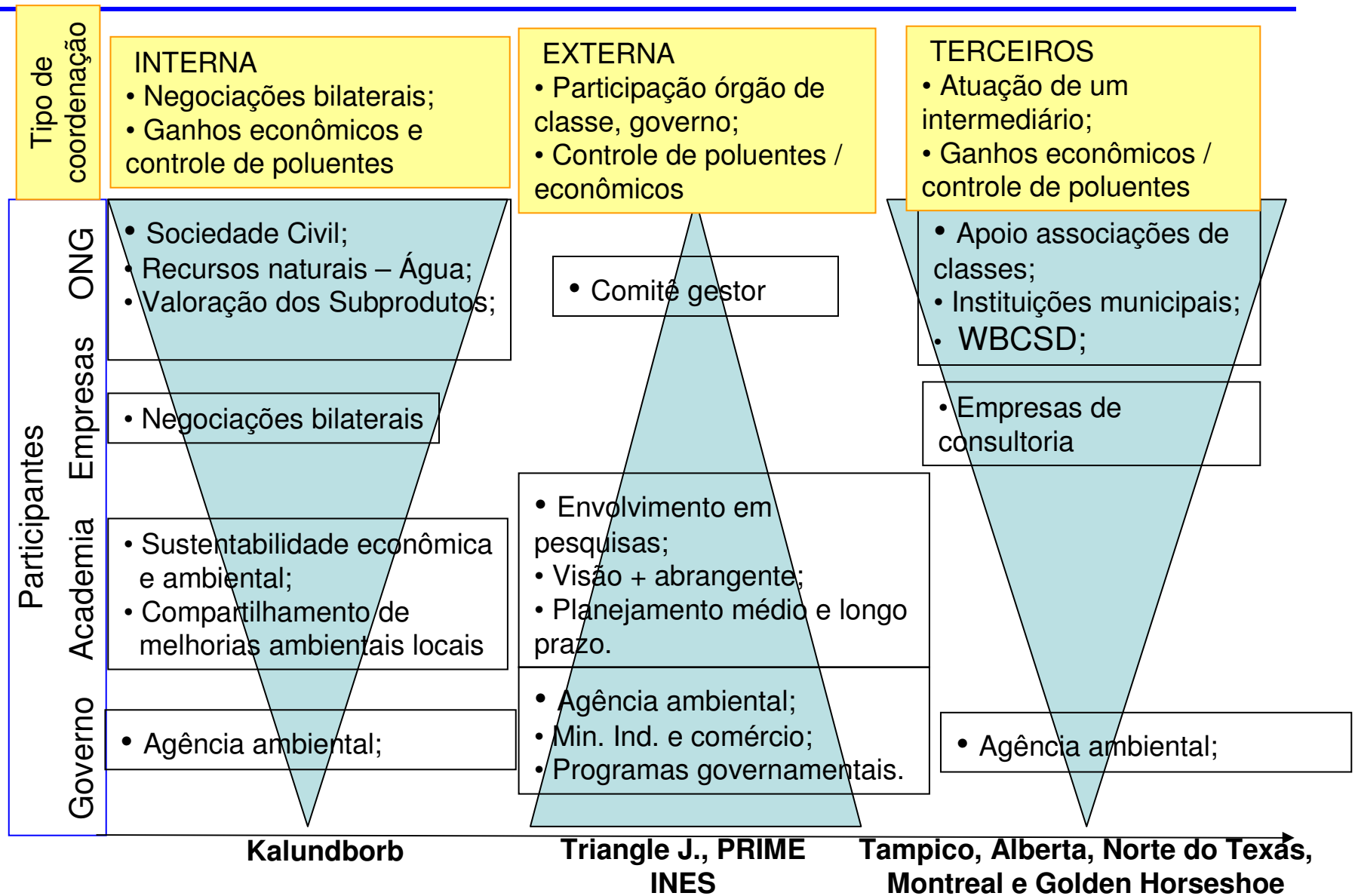
Drawn by D. B. Holmes  
Based on information from various sources, including  
L.K.Evans, N. Gertler, and V. Christensen.

# Estudos de casos

---

- Kalundborg – Dinamarca;
- Projeto INES/Porto de Rotterdam – Holanda;
- Triangle J./Carolina do Norte – USA;
- Projeto PRIME – Filipinas;
- Tampico – México;
- Alberta – Canadá;
- Norte do Texas – USA;
- Montreal – Canadá;
- Golden Horseshoe - Canadá

# Análise comparativa



# Características comuns

---

- Banco de dados de subprodutos;
- Credibilidade entre os parceiros;
- Canais de comunicação abertos entre geradores x consumidores x academia;
- Divulgação de casos de sucesso;
- Flexibilidade na regulamentação ambiental;
- A figura do intermediário (broker);
- Visão gerencial e comercial em prol da coletividade (minha x nossa).

# Análise da estrutura do polo

**Centrais de Matérias-primas e Utilidades;  
Central de Manutenção;  
Central de Tratamento de Efluentes;  
Aterros Industrial e Doméstico**

## **Processos Produtivos**

- Petroquímico
- Químico
- Bebidas
- Metalurgia
- Celulose
- Têxtil
- Automotivo
- Serviços

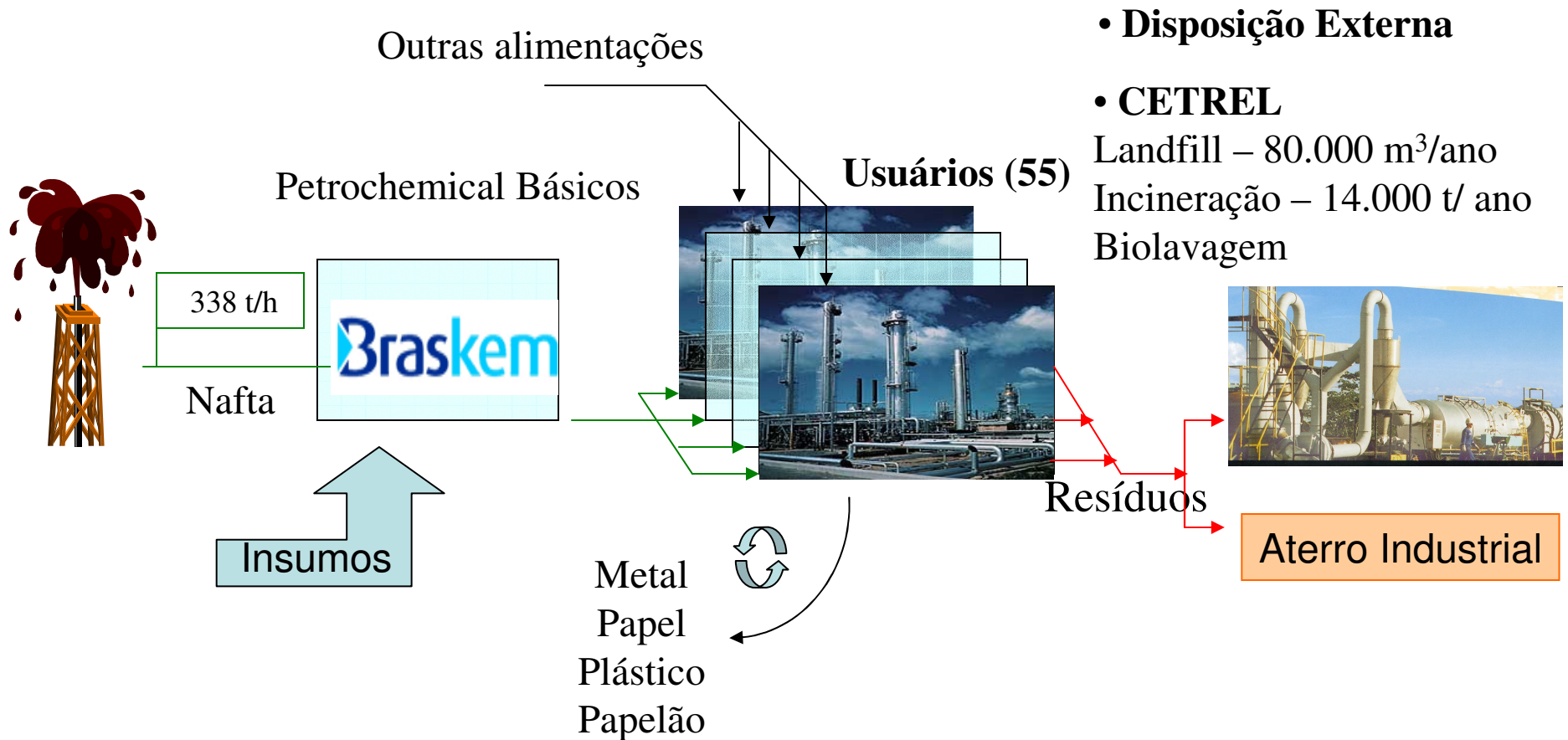
**Estrutura única de distribuição de:**

- Águas e Utilidades;
- Produtos;

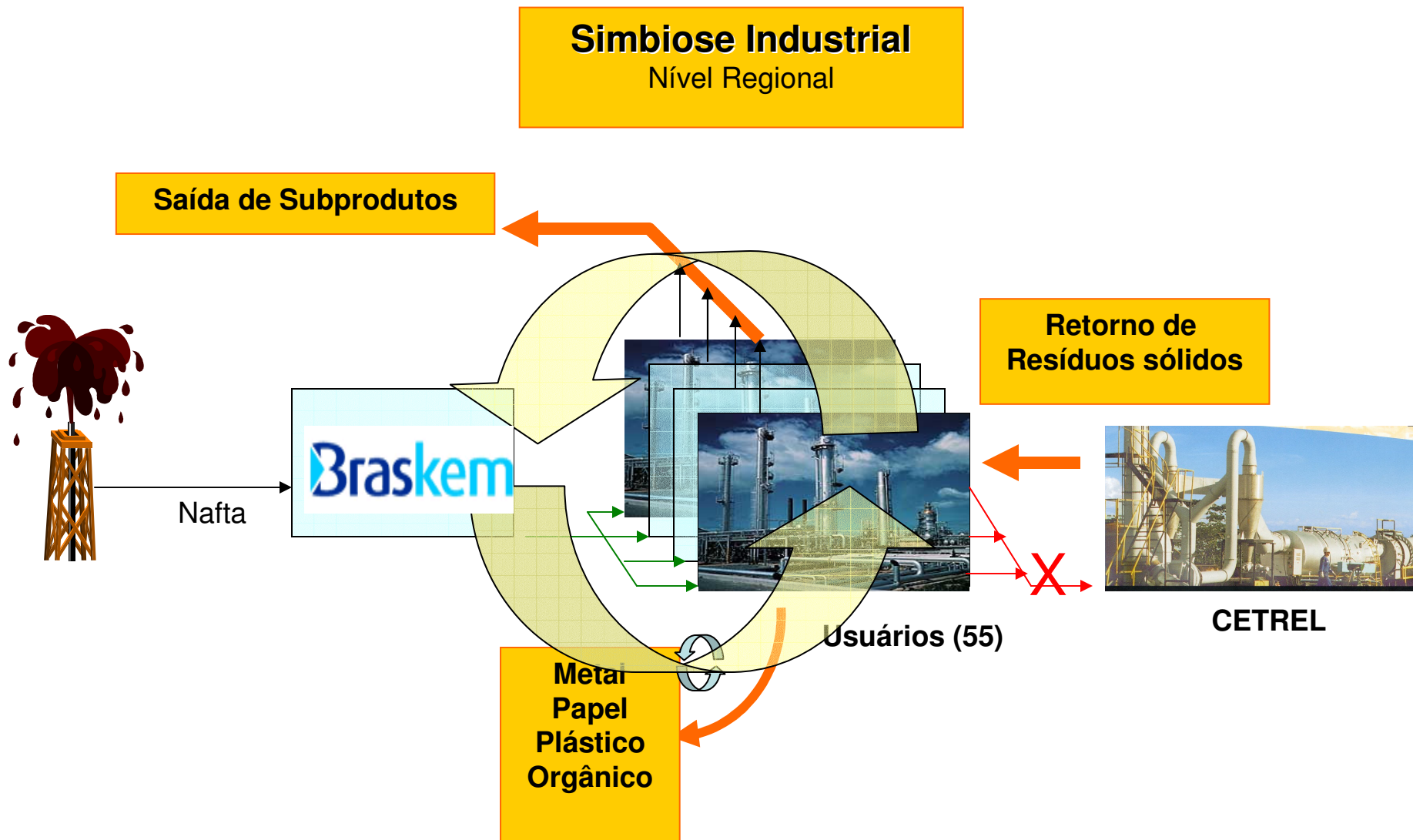
**Serviços compartilhados (transporte, PAM,  
Brigada de Incêndio)**



# Sistema linearizado da geração de resíduos industriais



# Sistema cíclico da geração de resíduos industriais



# Dificuldades Encontradas

---

- Falta de padronização na nomenclatura dos resíduos;
- Classificação pela NBR 10.004 deficiente;
- Ausência de uma codificação para agrupar os resíduos em “famílias”;
- Ausência da caracterização dos resíduos com seus principais contaminantes;
- Unidade de medição não padronizada (kg, L, unid)

# Resíduos com Potencial de Reaproveitamento

---

- Curto Prazo

	Qtde	No Empresas
Embalagens	24.000 unid	3
Papel & papelão	Recilagem externa 31 t Destinação desc. 1.380 t	2 1
Lixo orgânico	1.400 m <sup>3</sup>	5
Borras orgânicas	1.269 m <sup>3</sup>	4
Catalisadores	93 m <sup>3</sup>	4
Lâmpadas fluores.	14.837 unid	5

# Resíduos com Potencial de Reaproveitamento

---

- Médio Prazo

	Qtde	No Empresas
Lama de Gesso	97.000 t	1
Lama de Clarificadores	4.735 t	1
Lama de Bacias de Emergências	603 t	3
Lama contaminada com HC	820 t	3
Alumina	1.296	1
Escória do cobre	304 mil t	1

# Proposições - Etapa I

---

- Formação de um comitê gestor e um fórum de discussão reunindo
  - Empresas do polo;
  - Instituições de pesquisa e academia;
  - Órgãos governamentais.

# Proposições - Etapa I

---

- Formação de Grupos de Trabalho
  - **Gp Técnico - identificar sinergias entre empresas e segmentos produtivos distintos;**
  - Gp Normativo - identificar barreiras legais e propor soluções para a implementação da S.I.;
  - Gp Comunicação - promover seminários para divulgar casos de sucesso e atrair novos parceiros.

# Proposições Etapa II

---

- Ao Comitê Gestor
  - Identificar o tipo de coordenação a ser praticado:
    - Tipo 1 - Interna (por empresas segmentadas / + solto);
    - Tipo 2 - Externa (ONG / Fundação);
    - Tipo 3 - Terceiros (“broker” / mercado);
    - Tipo “X” – Misto (“broker”, classe de resíduo )

# Conclusões (1)

---

- S.I. no polo = Práticas pontuais;
- Necessidade de maior divulgação dos casos de sucesso;
- Pontos (+) para a S.I.
  - Alta diversidade do segmento produtivo da região;
  - Conama 313 – Inventário de Resíduos Industriais / Programa estadual de gerenciamento de resíduos industriais;
  - Lei 10.650 – Acesso público (?) aos dados e informações existentes nos órgãos do SISNAMA;

# Conclusões (3)

---

- Desafios
  - Mobilização das partes interessadas (recursos humanos e materiais);
  - Ganhos coletivos acima dos ganhos individuais;
  - Amadurecimento do termo PARCERIA;
  - Divulgação das informações técnicas e comerciais;
  - Coordenação do processo para se trabalhar no “ponto ótimo” (recursos materiais e humanos);
  - Visão dos órgãos governamentais de **FISCALIZADORES** para **INCENTIVADORES**

## Conclusões (4)

---

A prática da Simbiose Industrial será uma questão de “tempo” (fator de mercado / escassez de recursos naturais) para a sua implantação

# Situação Atual

---

- Discussão no Fórum TECLIM;
- Res. CEPRAM Renovação de Licença de Operação do Pólo – Criação do GTRS do COFIC e CTGA do pólo;
- Jan.07 = Assinado contrato com COFIC (11 empresas envolvidas);
- Mar.07 = Diagnóstico dos PGRS / resíduos gerados pelas parceiras;

## Previsto

- Jul.07 = Estado da arte em SI para complexos industriais e resíduos identificados como prioritários;
- Set.07 = Padrão de banco de dados para atender demanda de informações (CONAMA 313/02; CRA – Inventários estadual; ISO14048; AR; ...);
- Dez.07 = Identificação de cases no pólo; Seminário de divulgação do projeto; Tendência da legislação nacional e estadual sobre resíduos