




PHA 3203
ENGENHARIA CIVIL E
MEIO AMBIENTE

Aula

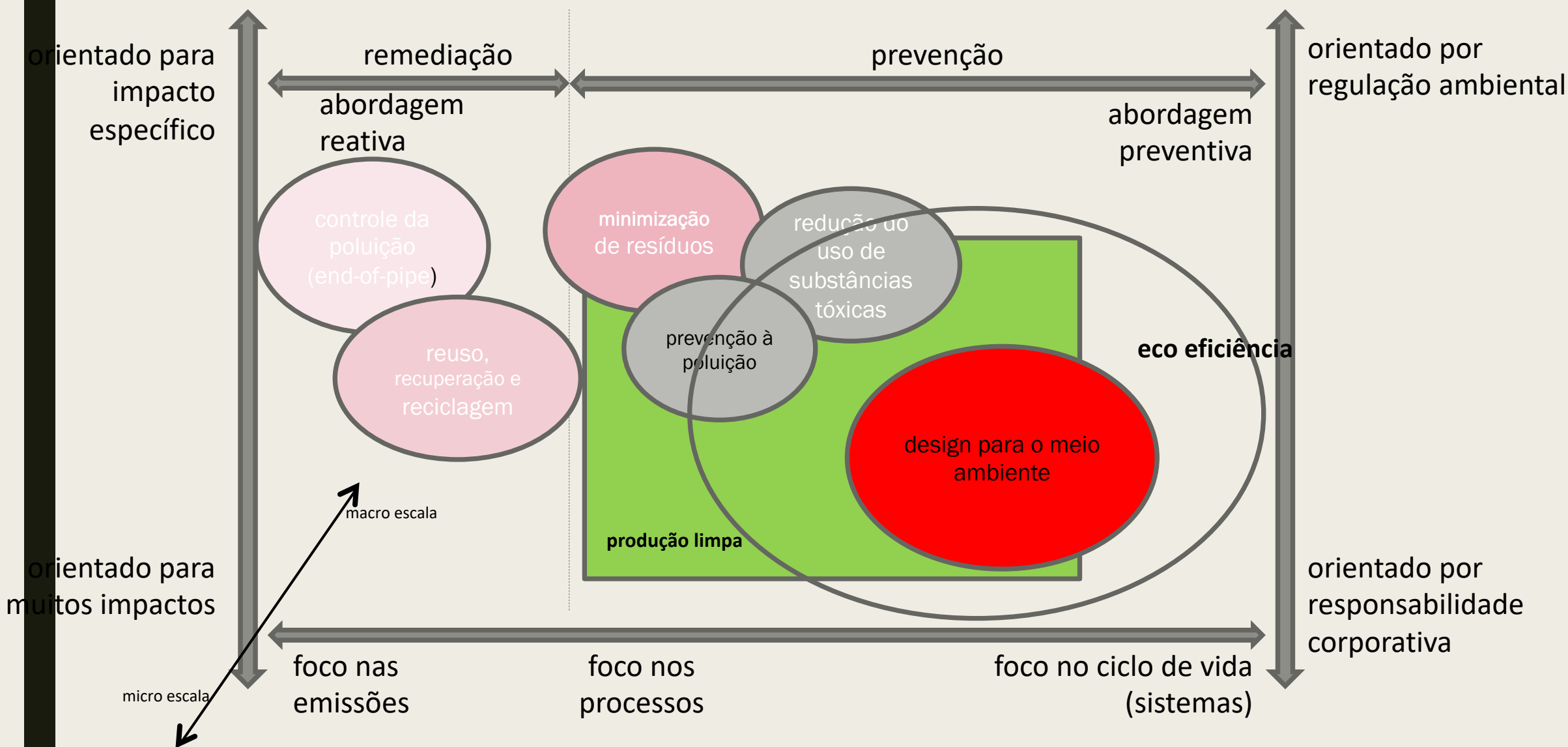
Gestão Ambiental

Profa. Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo

Prof. Joaquin *Ignacio Bonnacarrère Garcia*



Conceitos em gestão ambiental



Fonte: adaptado de Van Berkel, R., E. Willems and M. Lafleur (1997)

Gestão Ambiental na Engenharia Civil:

Caso 1 – aproveitamento de resíduos da
construção civil





Exemplo de valorização de resíduos sólidos urbanos (entulho de demolição)

- Do total de 20 mil tons/dia – 4,3 tons/dia entulho (fonte: Plano municipal de gestão de resíduos sólidos)
- Manejo de resíduos de demolição gerados durante obras da arena de futebol Palestra Itália (Paschoalini Filho et al. 2013)

Exemplo do Resíduo de Construção & Demolição (RCD)

Manejo de resíduos de demolição gerados durante obras da arena de futebol Palestra Itália

2011/2012:

- Resíduos britados in loco em unidade móvel de britagem com capacidade de 400 m³/hora;
- Utilização como base de pavimento;
- Agregado para argamassa e concreto não-estrutural;
- Aterro;
- Obras de drenagem superficial e profunda.

Manejo de resíduos de demolição gerados durante obras da arena de futebol Palestra Itália (Paschoalini Filho et al. 2013)

- 75.200 m³ de resíduo, só 28% foram descartados

| resíduo | Volume total (m3) | Volume reutilizado na obra | % de volume reutilizado | Volume descartado | % volume descartado |
|------------------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|---------------------|
| papel | 210 | 0 | 0 | 210 | 100 |
| madeira | 130 | 0 | 0 | 130 | 100 |
| metal | 478 | 0 | 0 | 478 | 100 |
| solo | 70.880 | 51.415,4 | 72,6 | 19.464,6 | 27,4* |
| Cimentícios (argamassa e concreto) | 3.495 | 2.920,8 | 83,6 | 574,2 | 16,4* |

- *Foram reutilizados em outras obras localizadas na proximidade

Fonte: Paschoalini Filho et al. (2013)

Manejo de resíduos de demolição gerados durante obras da arena de futebol Palestra Itália

■ Economia gerada pelo reaproveitamento de solo

| resíduo | Massa total gerada (ton) | Massa de resíduo reutilizado (ton) | Massa de resíduo descartado (ton) | Redução de custo com destinação final | Economia devido ao reuso (R\$/ton) |
|---------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| solo | 85.056,0 | 61.698,5 | 23.357,5 | 27% | 55,0 |

▶ Redução de custo da caçamba pela segregação de material cimentícios

| resíduo | Volume total de material descartado (m3) | Quantidade de caçambas de material descartado | Economia com segregação de material em caçamba (R\$/m3) |
|-------------|--|---|---|
| cimentícios | 574,2 | 115 | 44,00 |

▶ Redução de custo com reciclagem e reutilização em obra

| resíduo | Volume total de material reutilizado (m3) | Quantidade de caçambas de material descartado | Economia com reciclagem e reutilização em obra (R\$/m3) |
|-------------|---|---|---|
| cimentícios | 2920,8 | 584 | 55,00 |

Quais impactos ambientais foram reduzidos com a gestão ambiental nesse caso?

ABORDAGEM CONVENCIONAL EM GESTÃO AMBIENTAL - FIM DE TUBO

* Resíduo é gerado!

* Como tratar e dispor?

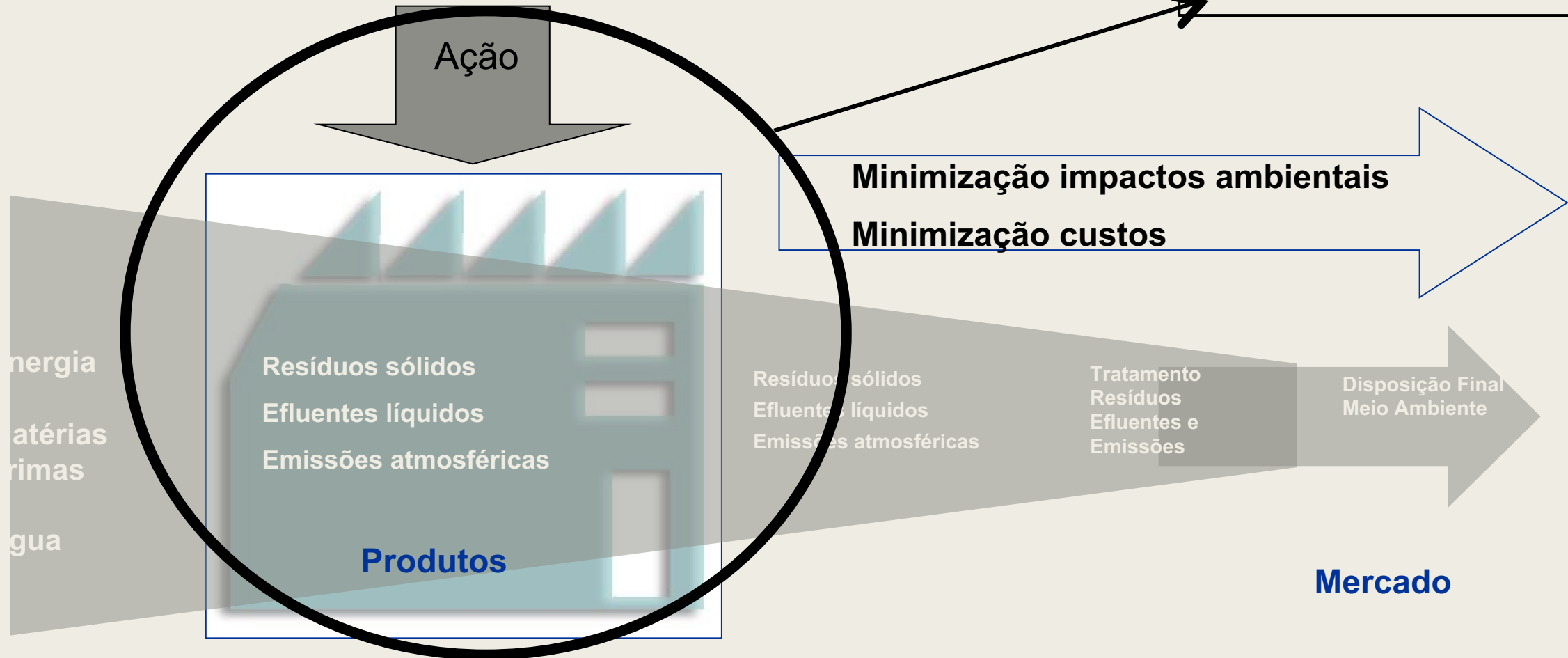


ABORDAGEM PRODUÇÃO MAIS LIMPA

* Resíduo é gerado!

* Porque? Onde? Como? Quanto? e Quando?

Caso Palestra Itália



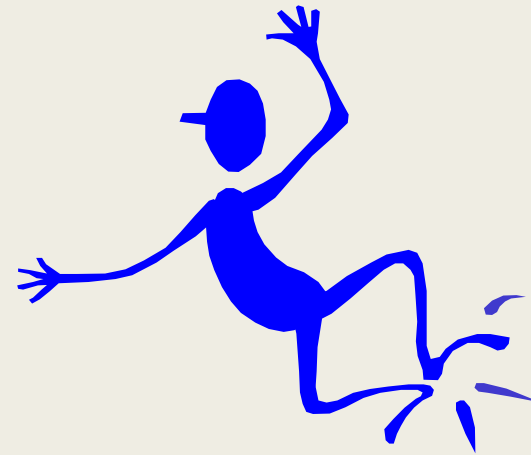
DIFERENÇAS DE ABORDAGEM

ABORDAGEM CONVENCIONAL: FIM DE TUBO

- ➔ RESÍDUO É GERADO!
- ➔ ONDE DEVO DISPOR O RESÍDUO?

ABORDAGEM DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA:

- ➔ RESÍDUO É GERADO!
- ➔ COMO O RESÍDUO É GERADO?
- ➔ ESSE RESÍDUO PODE SER UTILIZADO?
- ➔ COMO REDUZIR O RESÍDUO A DISPOR?



O que eu faço com o meu resíduo?



Lógica em gestão ambiental

Resíduos da construção civil

- ▶ Resíduos de construção e demolição (RCD)
 - ▶ Geração depende do gerenciamento e eficiência das obras civis
 - ▶ 41 a 70% da massa dos RSU em cidades de médio e grande porte (John e Agopyan, 2001)
 - ▶ 510 kg/hab.ano no Brasil (John e Agopyan, 2001)
 - ▶ Podem ser reciclados, com uso atualmente preponderante na produção de pavimentação



Leitura complementar:

“Reciclagem de resíduos da construção”
(John e Agopyan, 2001)

http://www.globalconstroi.com/images/stories/Manuais_tecnicos/2010/reciclagem_residuos/CETESB.pdf

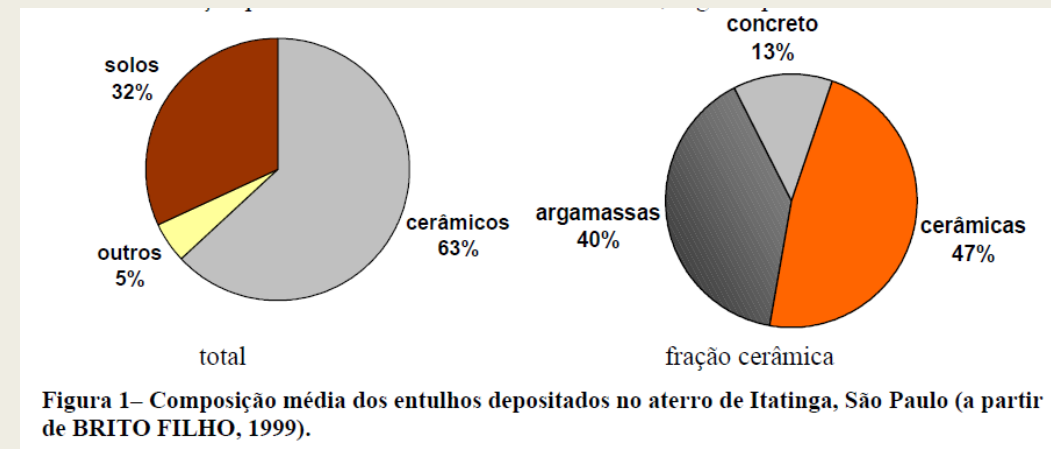


Figura 1– Composição média dos entulhos depositados no aterro de Itatinga, São Paulo (a partir de BRITO FILHO, 1999).

Caso 2 - Exemplo de valorização de resíduos sólidos industriais

- Resíduos como material geotécnico (Valorização de Resíduo da Reciclagem do Papel como material geotécnico)
- fonte: Sergio Angulo e Claudia E. Teixeira (2012)

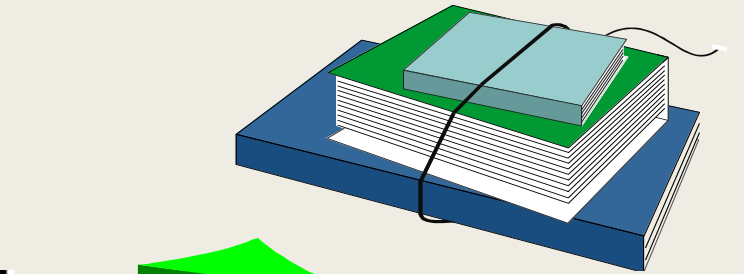
Geração do Resíduo da Reciclagem do Papel



Papel Velho



Emulsão
Depuração
Remoção de tinta
Lavagem



Papel Novo



Resíduo de papel

Objetivos

- Possibilitar a valorização do resíduo de reciclagem de papel como material geotécnico (substituto de materiais tradicionais de impermeabilização – argilas e mantas).
- Avaliar suas propriedades hidráulicas e mecânicas, com definição de procedimentos de aplicação.
- Avaliar o seu comportamento ambiental – degradação.

A valorização de RRP como material geotécnico

- Cobertura final de aterros sanitários – barreiras passivas de oxidação do metano

APLICAÇÃO DO RESÍDUO COMO COBERTURA EM ATERRO SANITÁRIO



Parâmetros Geotécnicos



- Condutividade hidráulica (1×10^{-6} to 1×10^{-7} cm/s)
- Compressibilidade
- Características de compactação
- Sucção

Perfil típico de uma barreira de Resíduo de P



programa de valorização de resíduos

1. Avaliação da viabilidade técnica e econômica

2. Avaliação da viabilidade ambiental do resíduo e/ou do produto

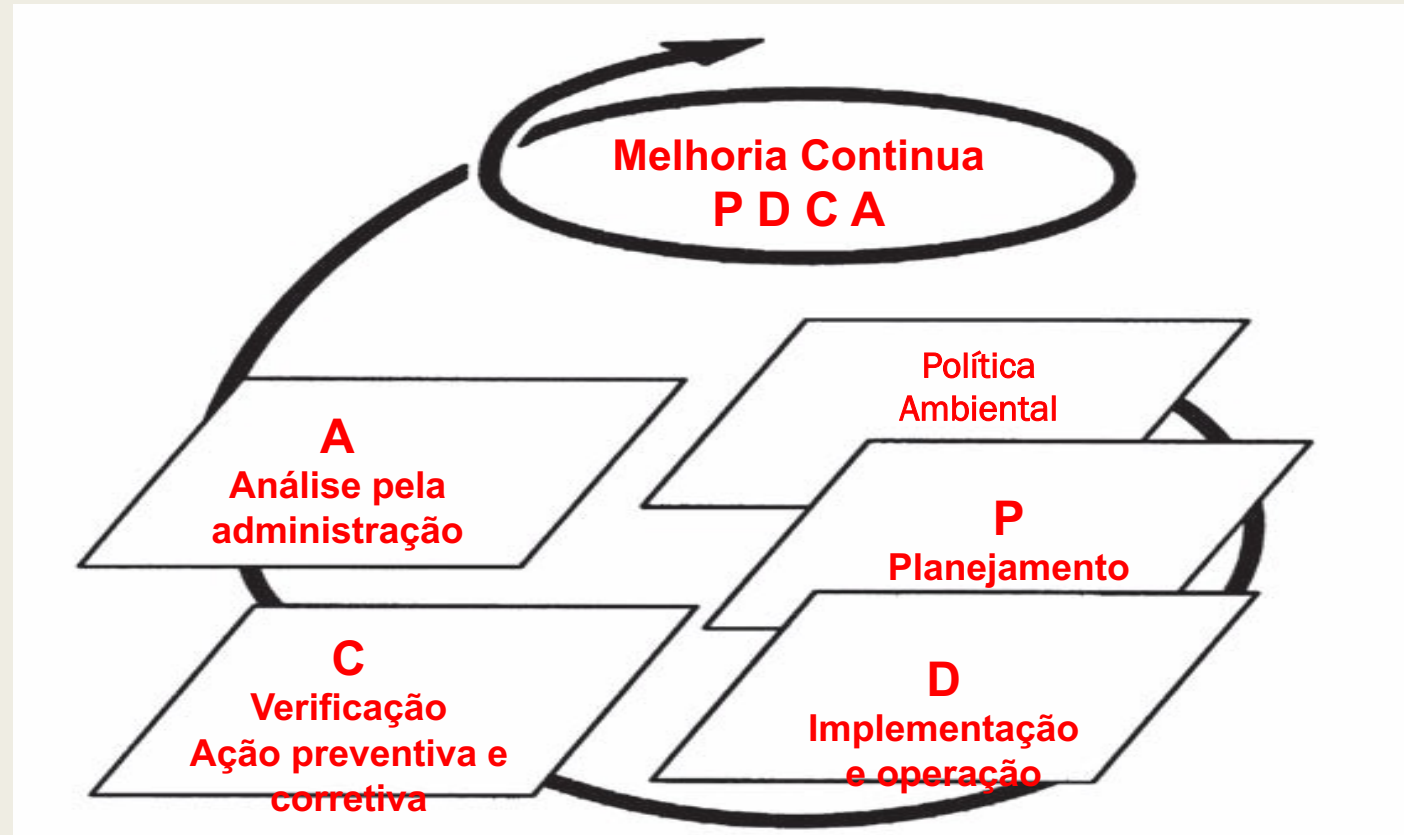
- *Caracterização do resíduo e do produto (antes e depois da aplicação).*
- *Estudar diferentes variáveis ambientais em laboratório e escala piloto.*

3. Transferência de tecnologia e avaliação global

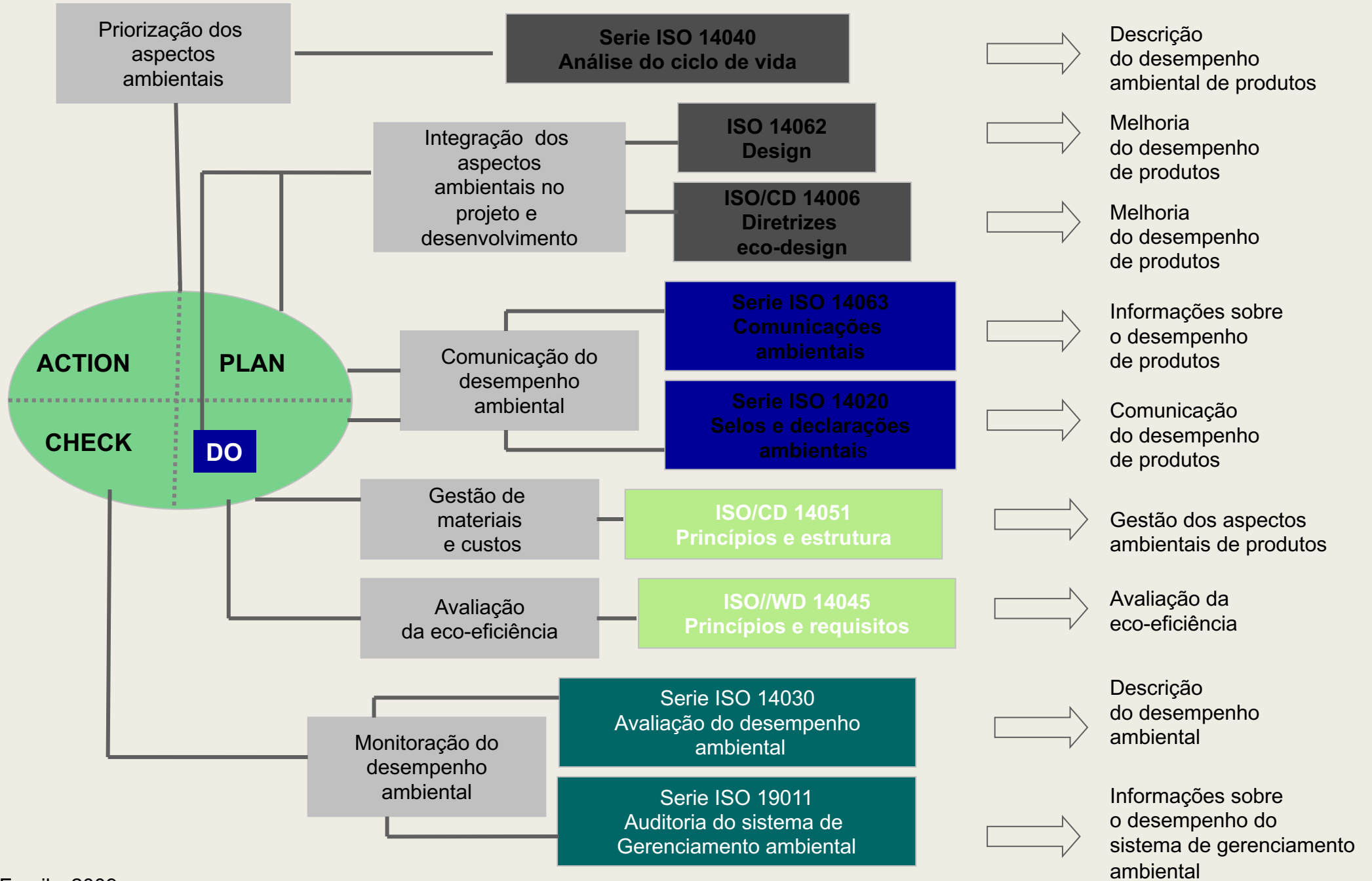
SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL

Marcos regulatórios do sistema de gestão ambiental

- Inglaterra, 1994: BS-7750
- Série ISO 14.000:1994



ISO 14001 e ISO 14004
Sistema de gerenciamento ambiental



Série de Normas de Gestão Ambiental

Família ISO 14000 de Normas



ISO 14.001; ISO 14. 031; ISO 19.011
Várias outras.....

ISO 14.040; ISO 14. 062; ISO 14.006
Várias outras.....

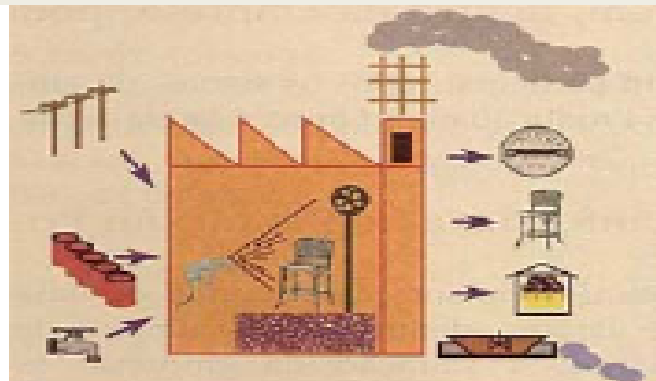
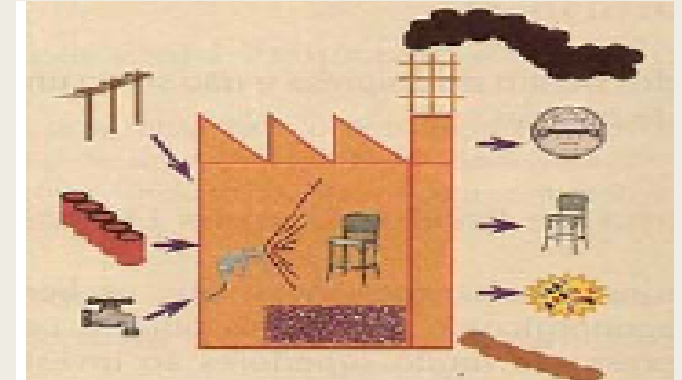
Ecoeficiência

- O que é?

Evolução do pensamento em gestão ambiental

▶ Décadas de 1950 e 1960

- ▶ *Início do desenvolvimento de padrões de qualidade e de emissão;*
- ▶ *Diluição de resíduos e emissões nas água e no ar;*
- ▶ *Inexistência quase total de responsabilidade empresarial com seu impacto ambiental.*



▶ Década de 1970 e 1980

- ▶ Sistema de licenciamento e impacto ambiental;
- ▶ Atitude reativa: cumprimento de normas ambientais;
- ▶ Surge o conceito de impacto ambiental, porém as empresas ainda buscavam mitigar e compensar impactos – tratamentos de fim de tubo;
- ▶ Responsabilidade empresarial isolada;

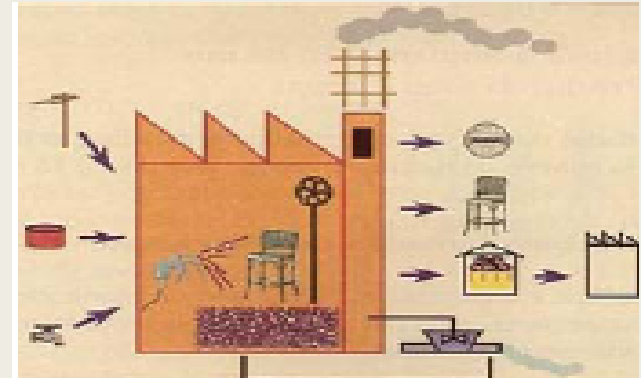
Evolução do pensamento em gestão ambiental

▶ Década de 1990

▶ *Atitude pró ativa: além do cumprimento de normas;*

▶ *Controle ambiental deixa de ser o fim dos processos, que passam a ser considerados produtos com valor econômico negativo.*

▶ *Novas abordagens: ecodesign, P+L, prevenção à poluição, tecnologias limpas.*



Evolução do pensamento em gestão ambiental

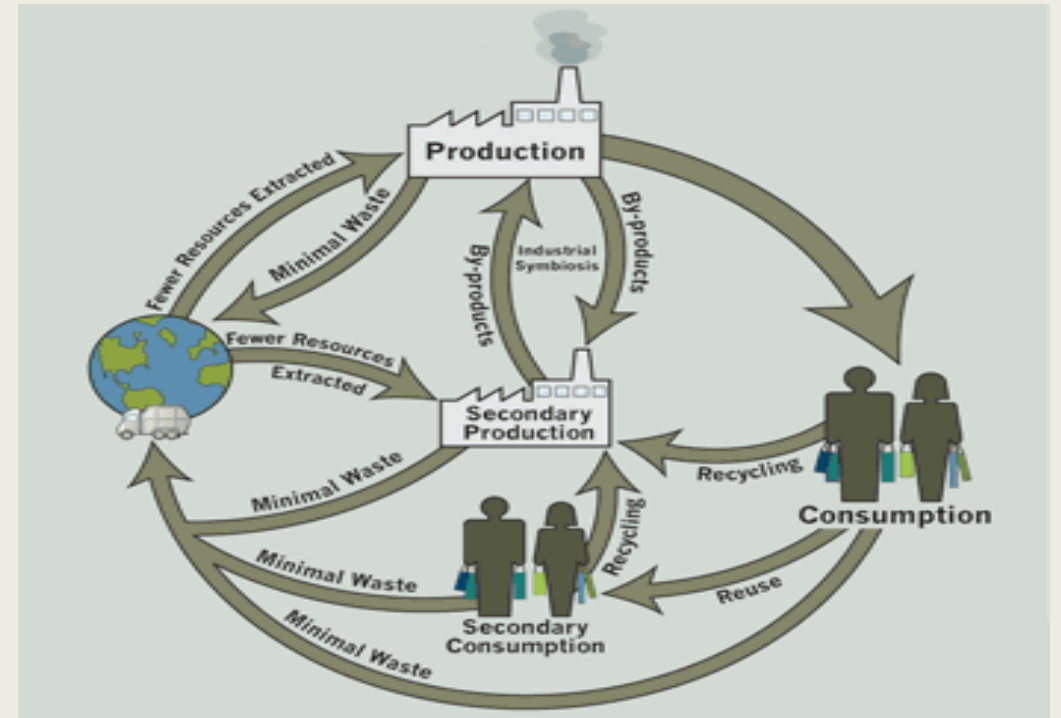
▶ A partir de 2000

- ▶ *Gestão do ciclo de vida.*
- ▶ *Ciclo de vida X gestão compartilhada*
- ▶ *Políticas públicas*

Ciclo de Vida

Série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final .

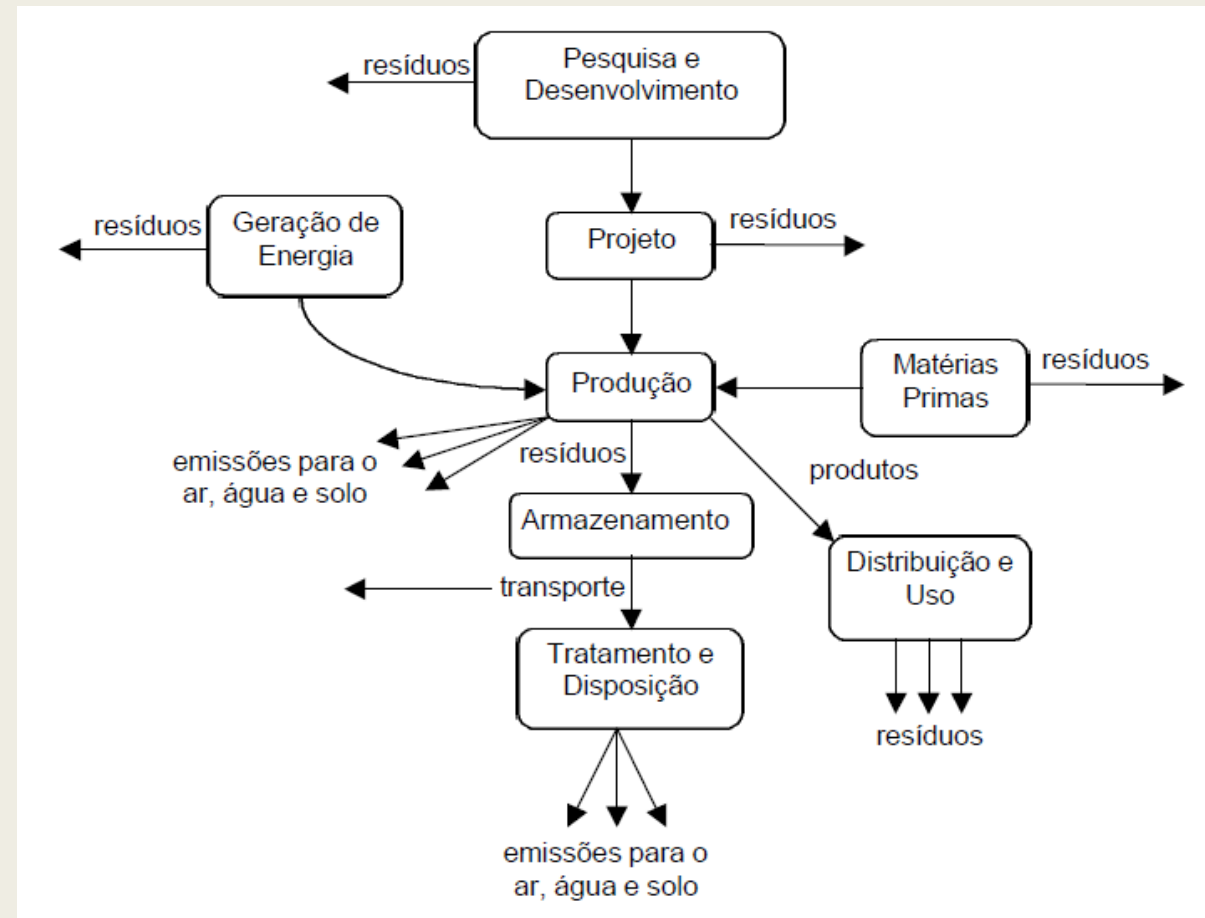
Fonte: Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010.



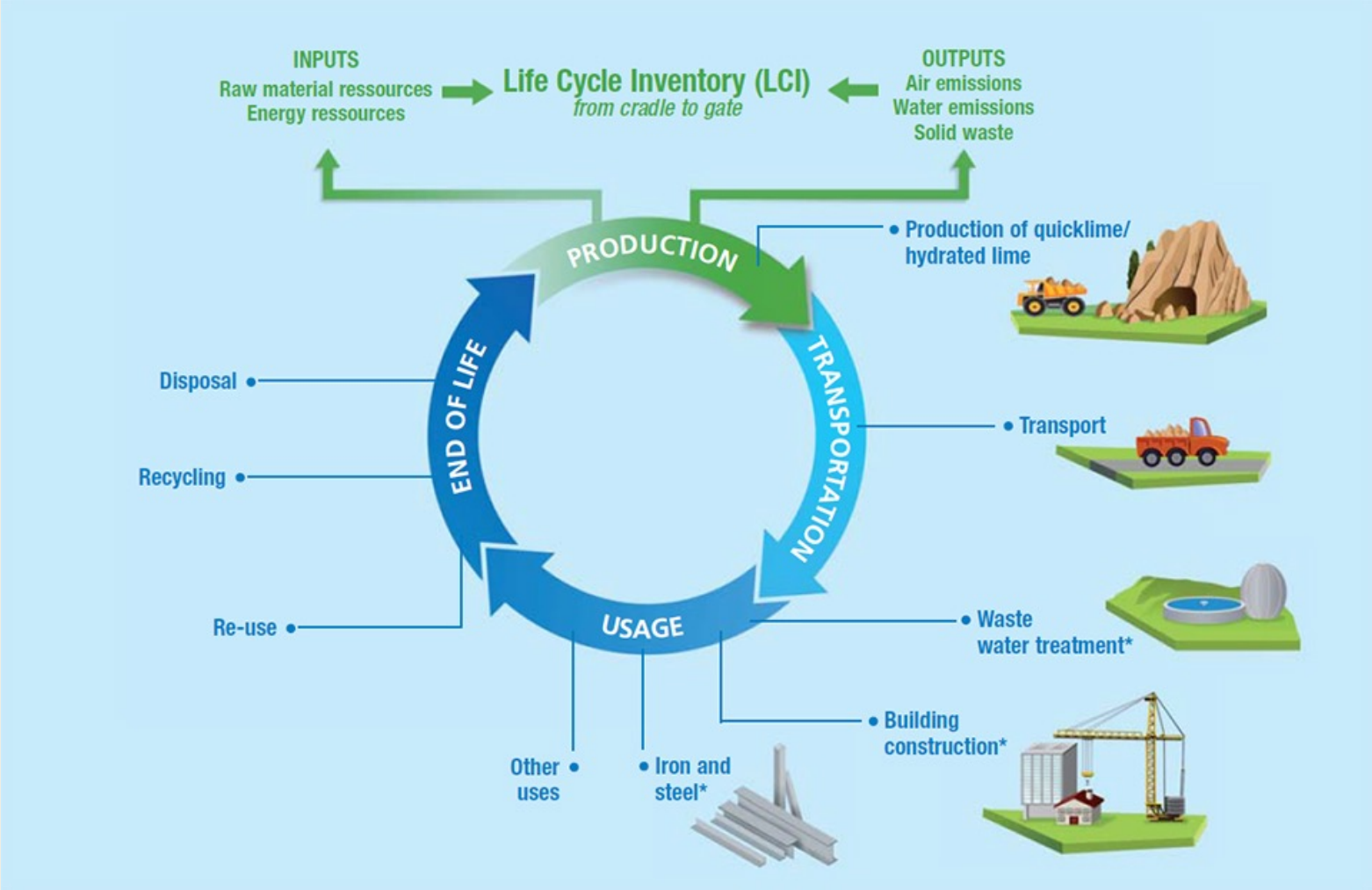
Fonte: ISIE, 2011

Análise de Ciclo de Vida

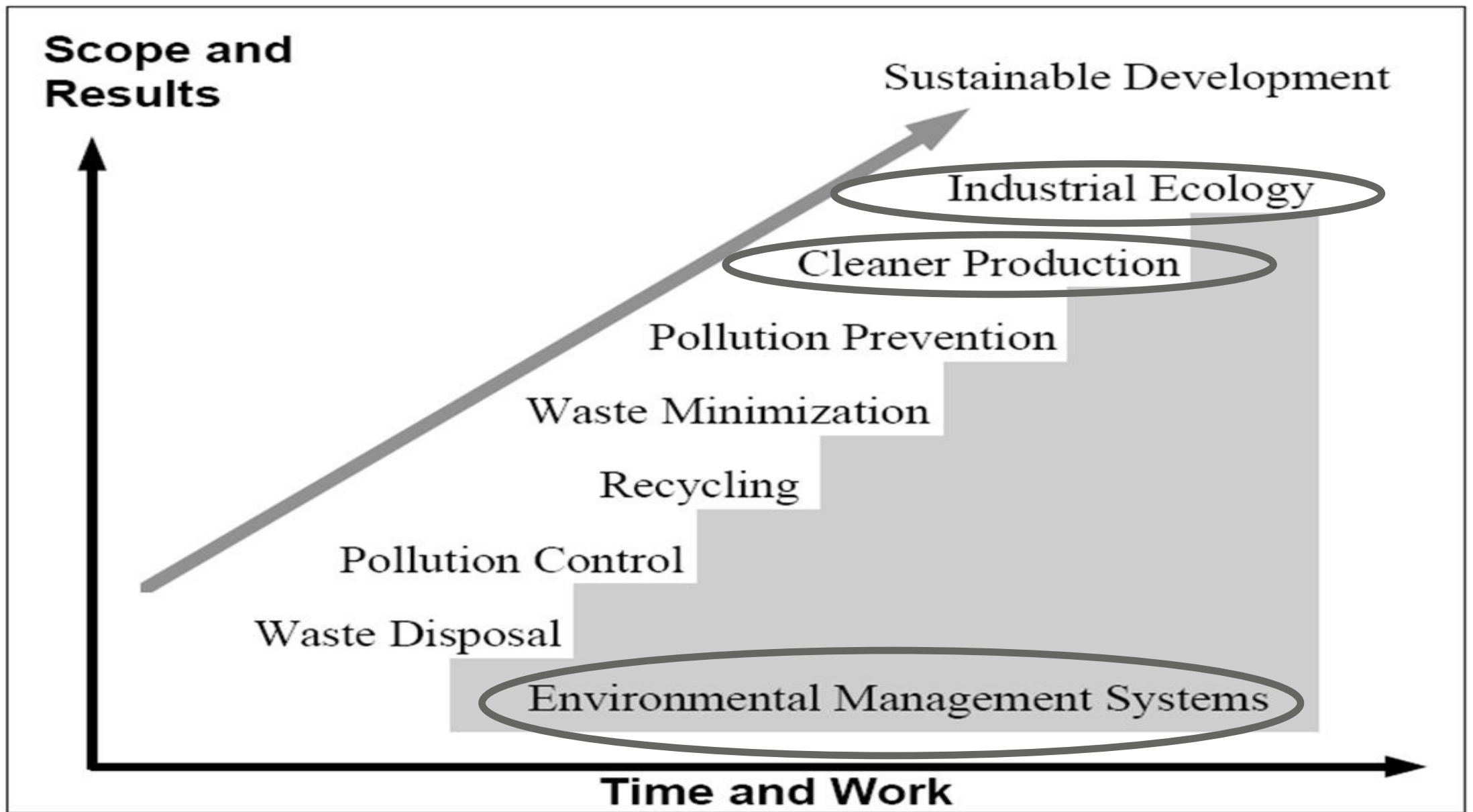
- Geração de resíduos no ciclo de vida de um produto



Análise de Ciclo de Vida



http://www.eula.eu/sites/default/files/the_steps_of_an_lca.jpg



What is the Relationship Among Cleaner Production, Pollution Prevention, Waste Minimization and ISO 14000? W. Burton Hamner

Unep (United Nations Environment Program),
em 1989

Produção mais Limpa é a aplicação contínua de uma estratégia preventiva, econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, com a finalidade de aumentar a eficiência no uso das matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados, com benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômicos.

Ecologia Industrial

- ▶ Objeto de estudo é a interação entre sistema industrial e ecológico, e conseqüentemente seus efeitos ambientais.
- ▶ Ponto crítico da Ecologia Industrial: necessidade de cooperação entre empresas, pela troca de material, energia e, principalmente, informação.

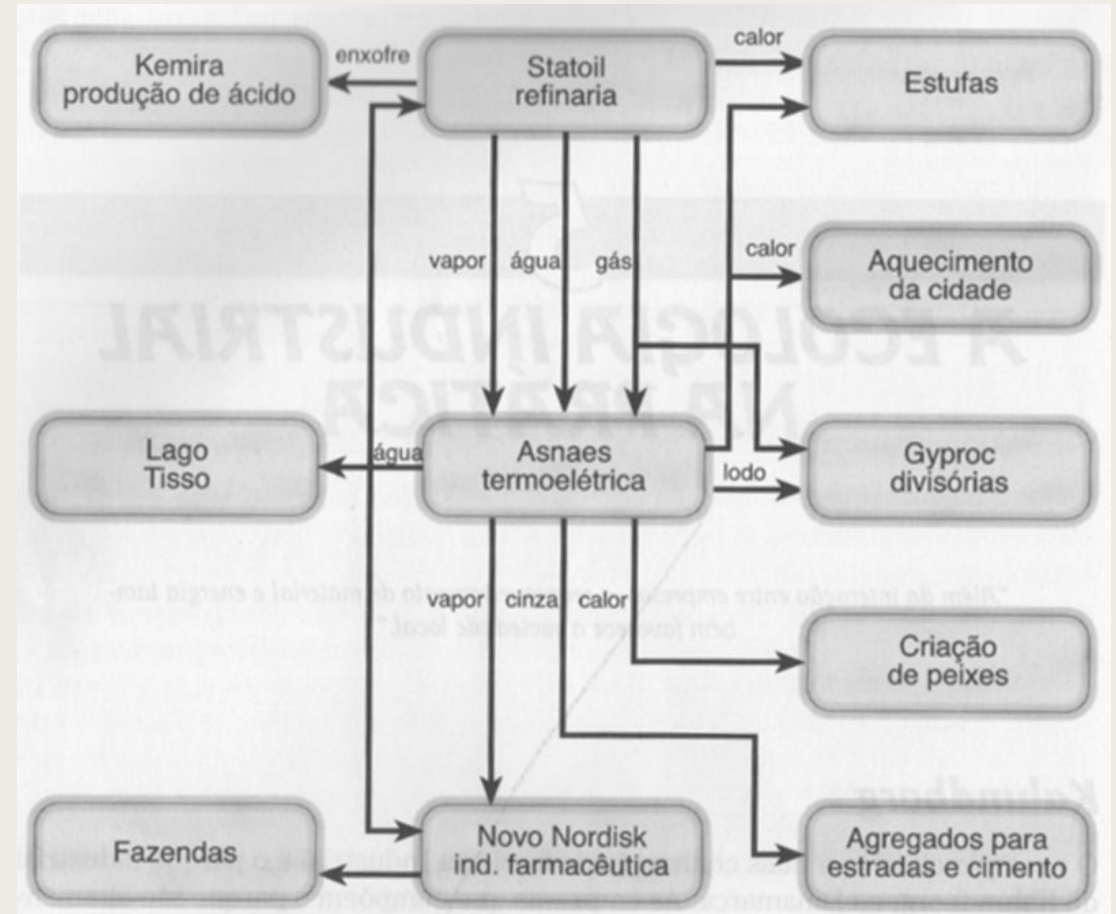
Políticas públicas.

Ecologia industrial

- <https://www.youtube.com/watch?v=kshNWp51xUA>
- <https://www.youtube.com/watch?v=q7GMHqCsc7k>

Exemplo clássico de ecologia industrial: Parque industrial de Kalundborg na Dinamarca

- Empresas altamente integradas;
- Resultante de um gradual desenvolvimento de cooperação entre as empresas e as cidades;
- Participantes: desde grandes empresas – Novo Nordisk (indústria de biotecnologia com 45% do mercado mundial de insulina e 50% de enzimas) a médias – Gyproc – (fabricante de divisórias)



Exemplo clássico de ecologia industrial: Parque industrial de Kalundborg na Dinamarca

- Empresas altamente integradas;
- Utilizam fontes de resíduos umas das outras como fonte de energia e matéria-prima;
- **Lodo** gerado é usado como **fertilizantes** e na **psicultura**;
- **Cinzas** na **pavimentação** de estradas;
- **Fluxos de calor** na **manutenção de estufas e aquecimento urbano**.

Lições:

- empresas diferentes que podem compartilhar fluxos;
- acordo comercial entre empresas;
- benefícios ambientais e econômicos (e sociais) associados;
- cooperação é voluntária, apesar da participação do poder público local;
- as empresas estão situadas fisicamente próximas.

Resultados:

- Redução de **consumo de energia**;
- Redução das **emissões** de CO2 e de SO2;
- Redução do volume de **efluentes líquidos**;
- Reaproveitamento de **resíduos tradicionais, como enxofre, cinzas e lodo**;
- **ARRANJO PODE SER APLICADO A OUTROS SETORES.**

- <https://www.youtube.com/watch?v=RwKUUSJZV4w>

<https://www.youtube.com/watch?v=EZB4qxT0vbc>

ologia Industrial



Fonte: apresentação insitucional:
Schalka e Andrade (2007)
•Diretor Técnico da Votorantim Cimentos

Economia circular

https://www.youtube.com/watch?v=OWxy4PXq2pY&list=PL_4k3Q1Catlrr7EVd40sGemh_qLJQg9Dm&index=3

- https://www.youtube.com/watch?v=AdX-cJAvvz8&list=PL_4k3Q1Catlrr7EVd40sGemh_qLJQg9Dm

