

# PRO 3565

# PRODUÇÃO E SUSTENTABILIDADE

*Prof. João Amato Neto*

**AGOSTO/ 2023**

# **DESEMPENHO AMBIENTAL DE PRODUTOS**

**ANÁLISE DO CICLO DE VIDA ( A.C.V.)**

# ACV – CONCEITOS BÁSICOS

Todo e qualquer produto, independentemente de que material seja produzido (madeira, metal, plástico, vidro, etc. ) provoca algum tipo de impacto ambiental, seja em função do seu processo produtivo, do material que consome ou devido ao seu uso/consumo e posterior descarte (disposição).

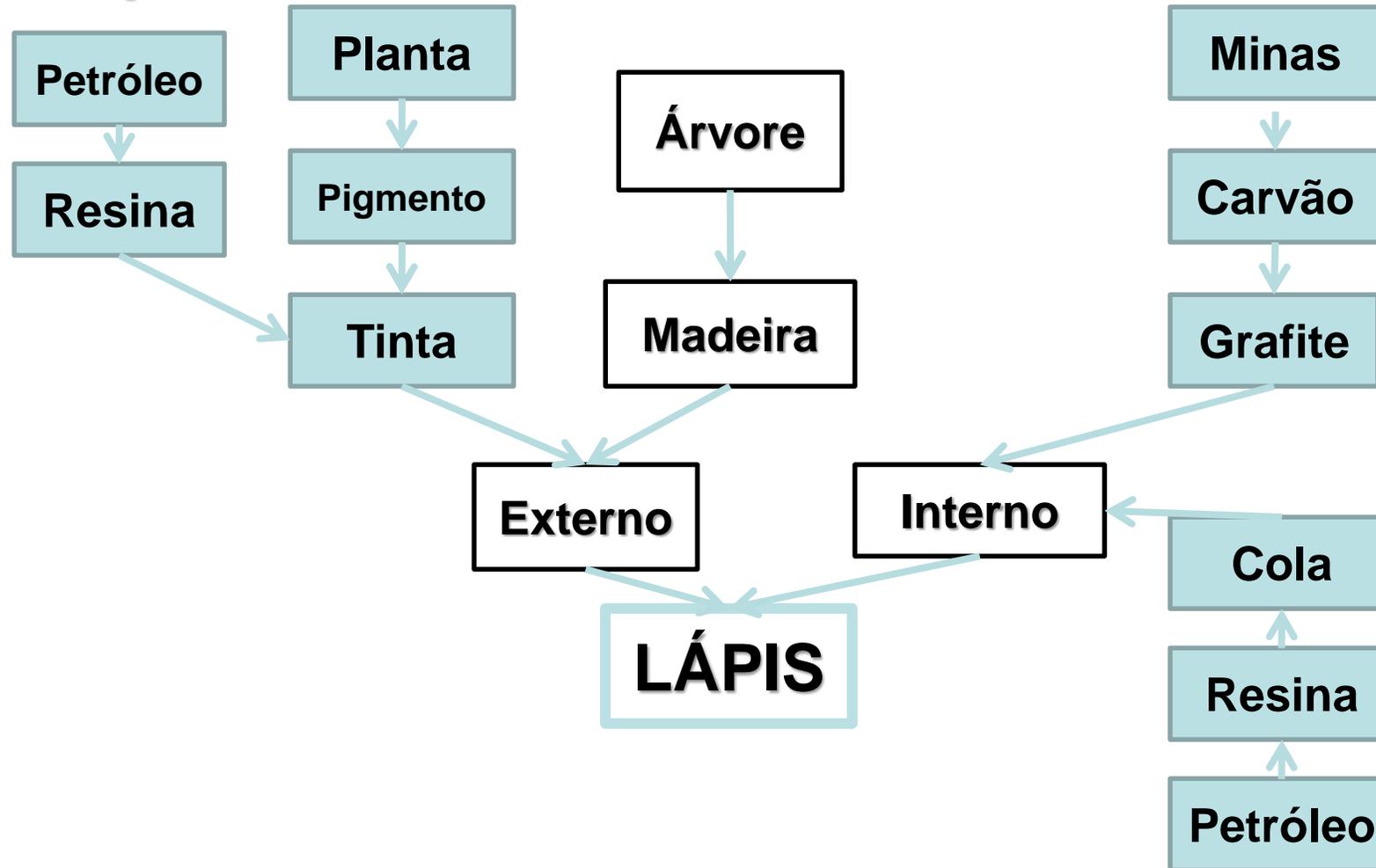
# ANÁLISE DO CICLO DE VIDA (ACV)

**CONCEITO:** Ferramenta técnica, de caráter gerencial, que permite a quantificação das emissões ambientais ou a análise do impacto ambiental de um produto, sistema ou processo.

- Essa análise é feita sobre toda a "vida" do produto ou processo, desde o seu início (por exemplo, desde a extração das matérias-primas no caso de um produto) até o final da vida (quando o produto deixa de ter uso e é descartado como resíduo), passando por todas as etapas intermediárias (manufatura, transporte, uso).

# Análise do Ciclo de Vida

## Exemplo



# ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

## APLICAÇÕES

- O estudo da ACV estimula as empresas a considerarem de forma sistemática as questões ambientais associadas aos sistemas de produção (insumos, matérias-primas, manufatura, distribuição, uso, disposição, reuso, reciclagem).
- ACV serve , também, como subsídio às estratégias de marketing (“marketing verde”), tipo declarações ambientais ou esquemas de rotulagens, evitando declarações simplistas de concorrentes.

# ACV BREVE HISTÓRICO

- **1965** – Coca-Cola contratou estudo comparativo de diferentes embalagens para refrigerantes (*MRI -Midwest Reseach Institute* );
- **1965/1969** – consumo de energia e de materiais e emissões associadas às embalagens. *REPA – Resource and Environmental Profile Analysis.*

# ACV BREVE HISTÓRICO

- **Década de 1980** – *US Environmental Agency (EPA)* e *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)* – contribuições ao desenvolvimento da metodologia.
- **1985**: Comunidade Económica Europeia criou uma diretiva específica para embalagens na área de alimentos (*Liquid Food Container Directive*)

# ACV BREVE HISTÓRICO

- **Década de 1990 – Normas ISO**
- ISO 14040 : Princípios e ferramentas (1997).
- ISO 14041 : Definição de objetivos e escopo e Análise de Inventário (1998).
- ISO 14042 : Avaliação do impacto do Ciclo de Vida (*Life Cycle Impact Assessment*) (2000).
- ISO 14043 : Interpretação do Ciclo de Vida (*Life Cycle Interpretation*) (2000).
- **2006:** Exclusão das ISO: 14041, 14042 e 14043; revisão da 14040 e publicação da **ISO:14044** *Requirements and Guidelines*

Fonte: Chehebe, J.R., 2002

# ACV NO BRASIL

A primeira atividade formal relacionada à ACV, no Brasil, foi a criação, em 1994, do Grupo de Apoio à Normalização (Gana) junto à ABNT; esse grupo nasceu com a missão de viabilizar a colaboração do Brasil no ISO/TC 207, criado no ano anterior.

**Fonte:** Gil Anderi da Silva & Luiz Alexandre Kulay, Avaliação do Ciclo de Vida

# Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (CB38) da ABNT

- **NBR ISO 14041: Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de vida Princípios e Estruturas;**
- **ABNT NBR ISO 14041: Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Definição de objetivo e escopo e análise de inventario; e**
- **ABNT NBR ISO 14042: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Avaliação do impacto ambiental do ciclo de vida**

# ACV – CATEGORIAS DE IMPACTO

- **Consumo de recursos naturais:** inclui recursos materiais e energético, tanto renováveis quanto não renováveis ;
- **Aquecimento global: (também conhecido por efeito estufa):** é provocado pelo acúmulo, na atmosfera, de determinados gases (por exemplo, gás carbônico e metano) que retêm parte da radiação infravermelha emitida pela Terra, provocando o aumento das temperaturas médias globais

# ACV – CATEGORIAS DE IMPACTO

- **Redução da camada de ozônio:** Consiste na *redução da quantidade de ozônio (O) presente na atmosfera*, por reação com alguns gases (como halocarbonos: CFC11, CFC 12, etc.) provocando a diminuição da capacidade que essa camada tem de filtração da radiação ultravioleta proveniente do Sol;
- **Acidificação:** consiste no aumento do teor de acidez da atmosfera provocado pela emissão de gases ácidos, tais como óxido de enxofre e óxido de nitrogênio, que são dissolvido pela umidade atmosférica e retornam à crosta terrestre na forma de ácidos;

# ACV – CATEGORIAS DE IMPACTO

- **Eutroficação:** consiste no acúmulo dos nutrientes nitrogênios e fósforo nos corpos d' água e nos solos, em decorrência da disposição de rejeitos que contem esses elementos químicos;
- **Formação fotoquímica de ozônio:** consiste na formação de ozônio nas camadas baixas da atmosfera por reação químicas entre oxido de nitrogênio e alguns hidrocarbonetos leves (resultantes de emissões), em presença da radiação ultravioletas solar;
- **Toxicidade:** resultante da disposição de rejeitos tóxicos no meio ambiente; em geral, são consideradas em separado a toxicidade humana e assim *ecotoxicidade, que pode ser aquática ou terrestre*

# ACV – SÍNTESE

- ACV fornece um inventário das entradas e saídas de cada produto, que podem ser utilizados em várias frentes:
  - Base de informações sobre as necessidades totais de recursos;
  - Identificação de pontos críticos dentro do ciclo de vida do produto ou dentro de um processo produtivo, onde seja possível consideráveis reduções de recursos e emissões;
  - Comparação das entradas e saídas do sistema associadas com produtos alternativos, processos ou atividades;
  - Ferramenta de auxílio no desenvolvimento de novos produtos

# ACV - APLICAÇÕES:

- *Ecodesign/ DfE - Design for Environment*
- Indicadores de Sustentabilidade:
- Cálculo da pegada de carbono
- Pegada de água
- Pegada ecológica

# QUEM USA O ACV ?

- Vários países vêm utilizando as técnicas de ACV para traçar suas *políticas governamentais* na área ambiental: Áustria, Canadá, Finlândia, França, Japão, Holanda, Noruega, Suécia e Estados Unidos.
- Alemanha e França estabeleceram política muito fortes de responsabilidade dos produtores no que se refere à embalagens (Ex. *Life-Cycle and Waste Management Act* – Alemanha).
- A França concede o rótulo ambiental *NF-Environment*, baseado em critérios desenvolvidos a partir de informações de inventários de ciclo de vida

# FASES DA ACV

- Definição do objetivo e do escopo
- Análise do Inventário do Ciclo de Vida
- Avaliação do impacto

# ACV Objetivos & Escopo

- O escopo refere-se à aplicabilidade geográfica, técnica e histórica do estudo.
  - Origem dos dados que darão subsídios ao estudo, como serão atualizados e como a informação será manipulada e onde os resultados serão aplicados.
  - A Normas ISO 14040 e ISO 14041 estabelecem padrões para o objetivo de um estudo.

# ACV Objetivos & Escopo

- Na definição do objetivo e do escopo do estudo devem ser considerados também:
  - O sistema a ser estudado e a definição dos seus limites
  - A definição das unidades de processo
  - O estabelecimento da função e da unidade funcional do sistema
  - Os procedimentos de alocação
  - Os requisitos dos dados
  - As hipótese e limitações
  - Se será realizada Avaliação de Impacto e a metodologia a ser empregada
  - Se será realizada a fase de Interpretação e a metodologia a ser empregada
  - O tipo e o formato do relatório necessário ao estudo
  - A definição dos critérios para revisão crítica, se necessária.

# ACV Objetivos & Escopo

- A definição do objetivo deve incluir de forma clara os propósitos pretendidos e conter todos os aspectos considerados relevantes para direcionar as ações que deverão ser realizadas.
- Obs.: Com o desenvolvimento do estudo, à proporção que se obtém maior clareza do trabalho, o objetivo pode ser reformulado.

# ACV Objetivos & Escopo

- Nesta fase deve-se especificar o nível de detalhe requerido no estudo.

- Questões a serem respondidas:

- 1ª) O produto sofreu muitas alterações nos últimos anos?
- 2ª) O método de produção se alterou de forma substancial?
- 3ª) O método de produção varia de país para país (de região para região) ?

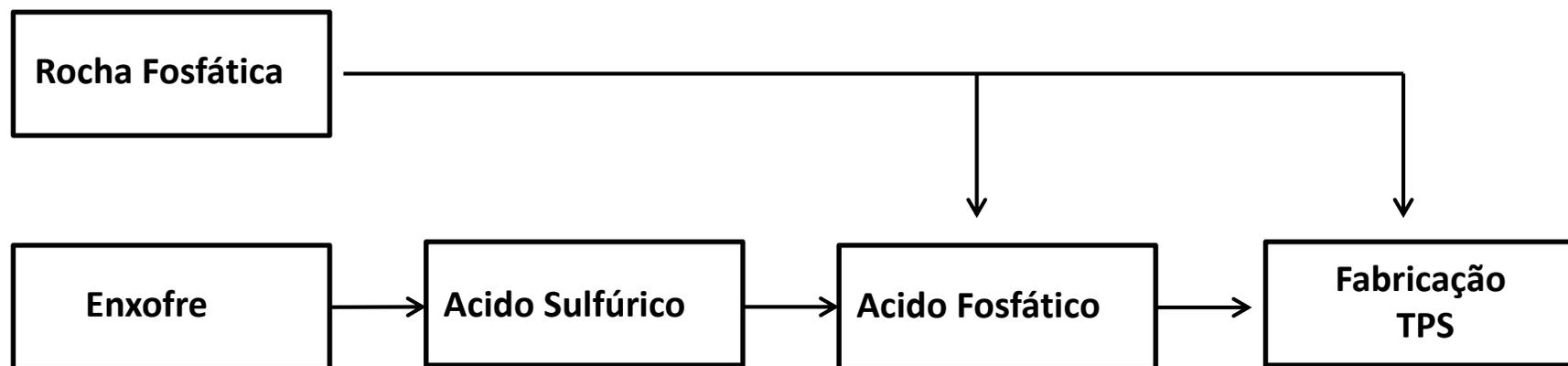
*Fonte: Chehebe, J.R., Análise do Ciclo de Vida dos Produtos, 2002, p.p. 25 a 28.*

# ACV - SISTEMA RELACIONADO AO PRODUTO

- Um sistema relacionado ao produto é uma coleção de operações que representam uma ou mais funções definidas, que deve ser descrito com suficientes detalhes e clareza de forma a permitir a reprodução de suas análises de inventário.
  - A vizinhança age como fonte de todos os insumos que entram no sistema.
  - A descrição física do sistema é uma descrição quantitativa dos fluxos elementares e de produtos que atravessam os limites do sistema.

# SISTEMA DO PRODUTO

Exemplo: superfosfato triplo (TSP)



**Fonte:** Gil Anderi da Silva & Luiz Alexandre Kulay, Environmental Performance Comparison of Wet and Thermal Routes for Phosphate Fertilizer Production Using LCI – a Brazil Experience, conferencia Life Cycle Assessment/ Life Cycle Management: a bridge to a Sustainable Future, Seattle, 22-25 de setembro de 2003.

# INVENTARIO DO CICLO DE VIDA

## do Superfosfato Triplo (TPS)

Aspecto Ambiental	Unidade	(Unidade/1.000kg TPS)
<b>Entradas</b>		
Rocha fosfática	Kg	9.950
Enxofre	Kg	331
Agua	Kg	23.200
Energia Elétrica	MJ	480
<b>Saídas</b>		
<i>Emissões</i>		
CO <sub>2</sub>	Kg	501
SO <sub>2</sub>	Kg	2,95
<i>Efluentes</i>		
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	Kg	1,90
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )		0,106
<i>Resíduos</i>		
Enxofre	Kg	8,67
Catalisador (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Kg	48,3

Fonte: Gil Anderi da Silva & Luiz Alexandre Kulasy, Environmental Performance Comparison of Wet and Thermal Routes for Phosphate Fertilizer Production Using LCI – a Brazilian Experience, cit

# INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

## do Superfosfato Triplo (TPS)

Aspecto ambiental	Unidade	(Unidade / 1.000 Kg SSP)
<i>Emissões</i>		
Gás carbônico (CO <sub>2</sub> )	Kg	32,3
Monóxido de Carbono	Kg	0,020
Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	Kg	0,526
Óxidos de nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	Kg	0,567

**Fonte:** Luiz Alexandre Kulay, Desenvolvimento de modelo de análise de ciclo de vida adequado às condições brasileiras - aplicação ao caso do superfosfato simples, dissertação de mestrado (São Paulo: Escola Politécnica – USP, 2000).

# CLASSIFICAÇÃO DE ASPECTOS AMBIENTAIS NAS CATEGORIAS DE IMPACTO

Aspectos ambiental	Efeitos ambientais
CO <sub>2</sub>	PAG
CO	PTH
SO	PAc*
NO <sub>2</sub>	Pac; Peu*

PAG (potencial de aquecimento global); PTH (potencial de toxicidade humana); PAc (Potencial de acidificação); e Peu (potencial de eutrofização).

# ESTÁGIOS DO CICLO DE VIDA

- Fluxo de materiais e de energia no processo de produção
- Distribuição e transporte
- Produção/uso de combustíveis, eletricidade e calor
- Aquisição primária de energia e o processamento do combustível para uma forma utilizável
- Uso dos produtos
- Disposição dos resíduos do processo e produto

# ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

## LIMITAÇÕES

- Falta (ainda) de metodologia consolidada.
- Critérios subjetivos para tomada de decisões.
- Falta de modelos para avaliação de impactos.

# ROTULAGEM AMBIENTAL

- **Categorias de rotulagem ambiental:**

- **Tipo I**: De caráter voluntário, indica que o produto é considerado *ambientalmente preferível*. Fundamenta-se em critérios múltiplos, podendo considerar o ACV, com base em informações do setor como um todo ( Ex. *produto biodegradável*).

- **Tipo II**: Autodeclaração. Declarações feitas pelo próprio fabricante e colocadas nos rótulos ou anúncios do produto ( Ex. *embalagem reciclável* ou *não contém CFC*)

- **Tipo III**: Rótulos com informações ambientais sobre o processo de fabricação, feito por terceira parte baseado em ACV (sua inclusão na ISO 14.000 ainda está em discussão).