

PRO 3565

SUSTENTABILIDADE E PRODUÇÃO

DESEMPENHO AMBIENTAL DE PRODUTOS

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

(A.C.V.)

Prof. João Amato Neto

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).

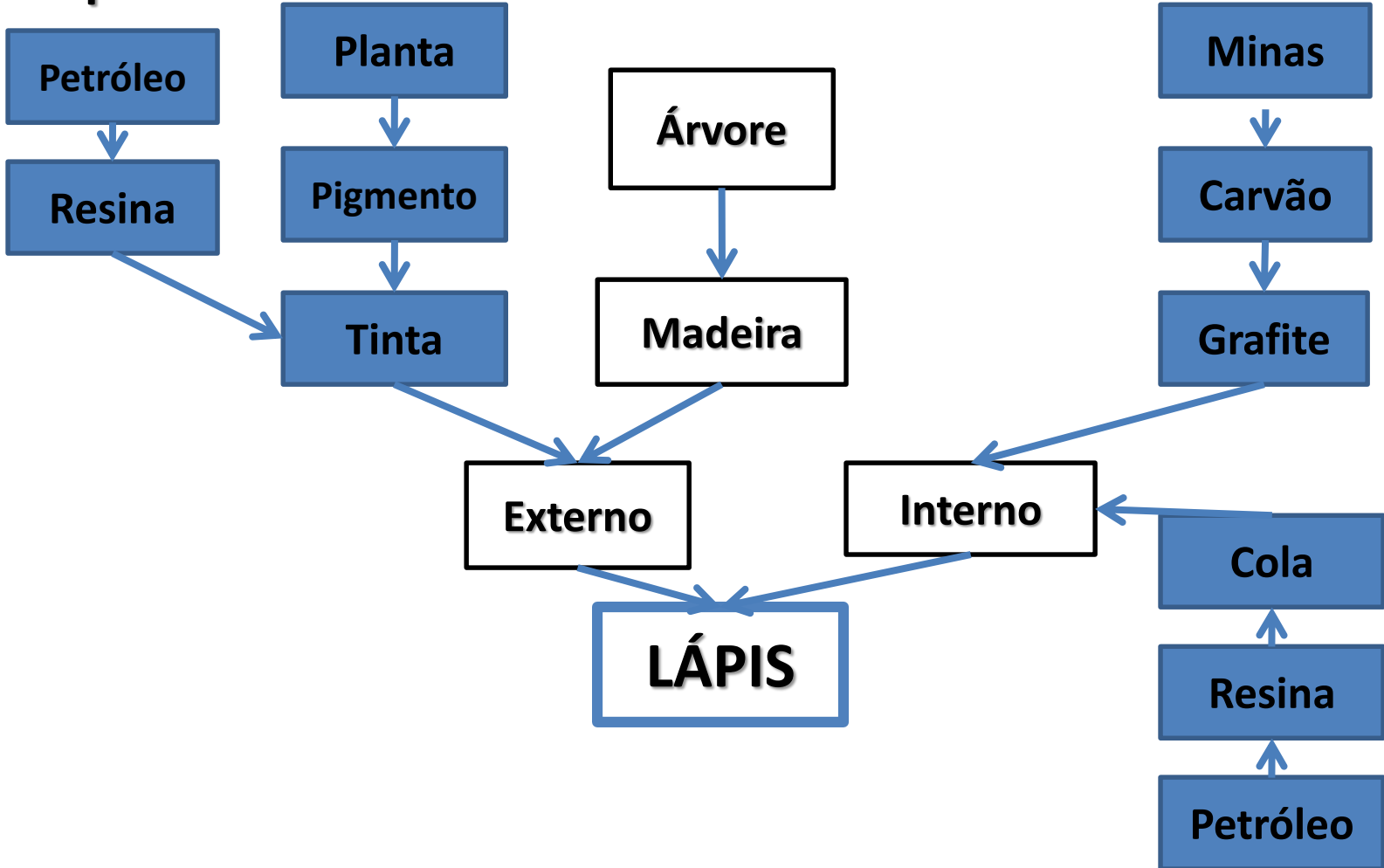
ANÁLISE DO CICLO DE VIDA (ACV)

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 inventário; 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 (O₃) 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 dissolvidos pela umidade atmosférica e retornam à crosta terrestre na forma de ácidos;

ACV – CATEGORIAS DE IMPACTO

- **Eutroficação:** consiste no acúmulo dos nutrientes nitrogênios e fosforo 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 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 par traçar suas *políticas governamentais* na áreas 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-Envirionment* , baseado em critérios desenvolvidos a partir de informações de inventários de ciclo de vida

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA LIMITAÇÕES

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

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

FASES DA ACV

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

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

- 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

- 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) ?

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.

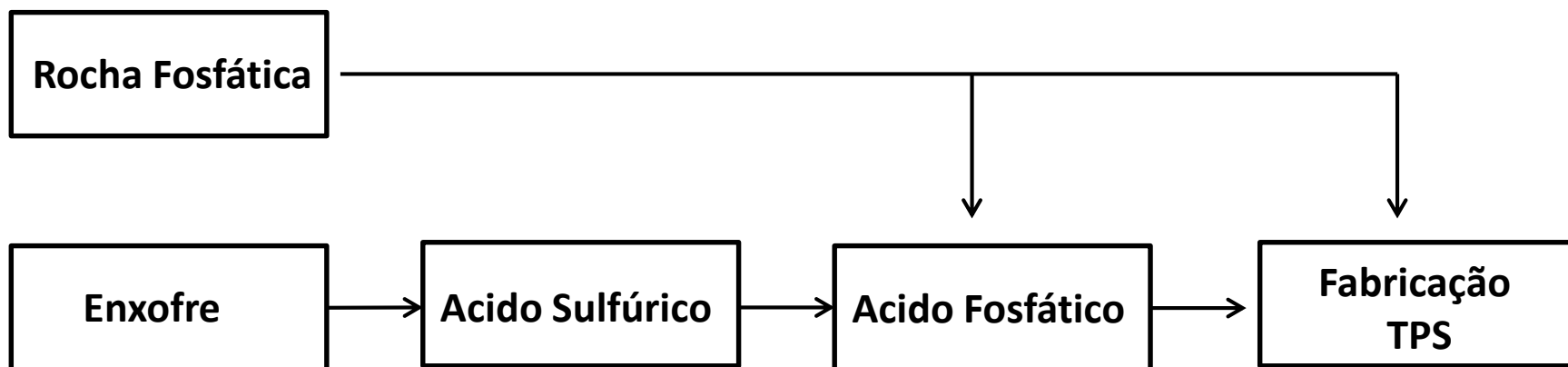
ACV

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.

INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

do Superfosfato Triplo (TPS)

Aspecto Ambiental	Unidade	(Unidade/1.000kg TPS)
Entradas		
Rocha fosfática	Kg	9.950
Enxofre	Kg	331
Água	Kg	23.200
Energia Elétrica	MJ	480
Saídas		
<i>Emissões</i>		
CO ₂	Kg	501
SO ₂	Kg	2,95
<i>Efluentes</i>		
Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Kg	1,90
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)		0,106
<i>Resíduos</i>		
Enxofre	Kg	8,67
Catalisador (V ₂ O ₅)	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 ₂)	Kg	32,3
Monóxido de Carbono	Kg	0,020
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Kg	0,526
Óxidos de nitrogênio (NO ₂)	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 ₂	PAG
CO	PTH
SO	PAc*
NO ₂	Pac; Peu*

PAG (potencial de aquecimento global); **PTH** (potencial de toxicidade humana); **PAc** (Potencial de acidificação); e **Peu** (potencial de eutrofização - aumento na concentração de nutrientes principalmente fósforo e nitrogênio).

FATORES DE CARACTERIZAÇÃO PARA ALGUMAS CATEGORIAS DE IMPACTO

Aspecto Ambiental	PAG	PTH	PAc	PEu
CO ₂	-	-	-	-
CO	-	0,1	-	-
SO	-	0,096	1	-
NO ₂	-	1,20	0,50	0,13

Fonte: Centre of Environmental Science, Baseline 2000, versão 2.02 (Liden: Universidade de Leiden, 2001)

INDICADORES DE CATEGORIAS DE IMPACTO DE CICLO (superfosfato simples)

Aspecto ambiental		PAG (kgCO ₂ eq/UF)	PTH (kg1,4DHBeq/UF)	Pac (kgSO ₂ eq/UF)	Peu (kgPO ₄ ³ eq/UF)
	Kg mat./UF				
CO ₂	32,3	32,3	-	-	-
CO	0,020	-	0,002	-	-
SO ₂	0,526	-	0,050	0,526	-
NO ₂	0,567	-	-	0,283	0,074
Perfil Ambiental		32,3	0,052	0,809	0,074

NORMALIZAÇÃO DE VALORES

Categoria	Valor Global	Indicadores de Categoria	Valor normalizado (ANO * 10⁻¹²)
	Unidade	Unidade	
PAG	37,7*10 ¹² kgCO ₂ eq/ano	32,3kgCO ₂ eq/UF	0,8567
PTH	1,67* 1Q ¹⁴ kgl,eq/ano	0,052kgl, 4DCBeq/UF	0,0003
PAc	286*10 ⁹ kg SO ₂ EQ/UF	0,809 kg SO ₂ EQ/UF	2,8286
PEu	149*10 ⁹ kg PO ₄ ⁻³ eq/ano	0,074 kg PO ₄ ⁻³ eq/UF	0,4966

ACV – LIMITES DO SISTEMA

- Os limites da ACV são apresentados na forma de fluxogramas (na forma de uma árvore com muitos galhos e raízes), que mostram a sequência principal do produto em estudo. O sistema pode, também, incluir além dos materiais utilizados diretamente no processo de obtenção do produto final, os materiais auxiliares.

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).