

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL

PHA 3513 – Sustentabilidade no Setor Produtivo

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) – Parte 2

Luiz Kulay

ACV: Enfoque geral

- ACV é uma técnica de suporte à tomada de decisão que:
Gera informações (Diagnóstico);
NÃO resolve problemas
- ACV avalia impactos associados ao ciclo de vida de um produto
- Fornece dados objetivos, não baseados (apenas) em paradigmas e senso comum:

“Xícaras de plástico são piores do que de porcelana”

OR

“Biodiesel é melhor do que (petro)diesel”

- É a única que avalia o **desempenho** ambiental do **desempenho** de um produto
- Técnica recente ↔ necessita de consolidação metodológica

ACV: Metodologia**INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA (ICV)**

Identificação de todas as interações entre o ambiente e o ciclo de vida (= Sistema de Produto) em análise (= **cargas ambientais**)

AVALIAÇÃO DE IMPACTO DO CICLO DE VIDA (AICV)

Avaliação dos impactos potenciais associados às cargas ambientais inventariadas

ACV em processos de tomada de decisão

Quem toma decisões:

- Gerentes e/ou planejadores de produtos da empresa
- Compradores
- Consórcios do setor industrial
- Criadores de políticas regionais ou nacionais
- Consumidores, clientes e usuários de produtos

Principais motivações e expectativas com relação a ACV:

- Aprender sobre o desempenho ambiental de produtos e serviços
- Minimização dos custos de produção e regulamentação
- Minimização dos danos ambientais e para a saúde humana
- Compreender os trade-offs entre várias categorias de impacto e fases do produto
- Apoio a distribuição econômica equitativa e às operações lucrativas

(UNEP-SETAC, 2008)

ACV e as empresas brasileiras

Companhias (organizações) brasileiras ou multinacionais instaladas no país que usam ou usaram alguma vez o enfoque de ACV

- BASF (FEE)
- BRASKEM
- DaimlerChrysler S.A.
- Danone
- EMAE (GESP)
- EMBRAER
- EMBRAPA
- Ford do Brasil S.A.
- General Eletric
- GM do Brasil S.A.
- Grupo Boticário
- Grupo Odebrecht
- Grupo Pão de Açúcar
- IHARABRAS
- Ingredion
- Johnson & Johnson

- Mercedes-Benz
- MWM Motores
- Natura Cosméticos
- Nestlé
- Oxiteno
- Petrobras
- Polibrasil
- Real ABN-AMRO
- RL Higiene
- Santhander
- Suzano Papel e Celulose
- Tetra Pak
- Two Sides
- USIMINAS
- Vale Fertil (Vale do Rio Doce)
- VW

Aplicações mais frequentes:

- Indicadores de Sustentabilidade
- EPD: Environmental Product Declaration
- PCR: Product Category Rules (EPD & PCR: Rotulagem ambiental)

Estudo de Caso nº. 1 – Valefertil S.A.

Razão Social: Vale Fertilizantes S.A – Unidade Cajati (SP)

Sector: fertilizantes, nutrição animal, e especialidades químicas

Número de empregados (2013): 490

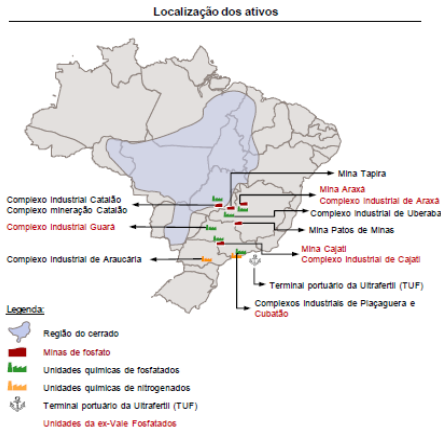
Portfólio de Produtos: 7 (fertilizantes) + 4 (nutrição animal)

Principais clientes: agricultores/pecuaristas e cooperativas agrícolas

Receita bruta(2014): 1.6 biUS\$ (Holding Vale Fertilizantes)



Valefertil: Perfil e Performance

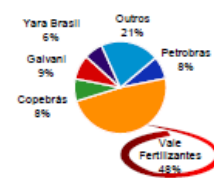


Participação de Mercado (2012)

Por capacidade de produção de nutrientes básicos



No segmento de produtos intermediários



Valefertil: Responsabilidade Ambiental

VALE FERTILIZANTES



Vale Fertilizantes | Fertilizantes | Nutrição Animal | Químico | E-business | Carreiras | Fale Conosco

» Nosso Negócio

Home - Vale Fertilizantes - Sustentabilidade - Responsabilidade Ambiental

» Sustentabilidade

» Política de Sustentabilidade

» Código de Ética

» Direitos Humanos

» Saúde e Segurança

» Desenvolvimento Social

Responsabilidade Ambiental

Temos consciência de que nossas atividades afetam o meio ambiente. Por isso buscamos continuamente novas maneiras para preservar o equilíbrio entre o desenvolvimento humano e o ambiente natural.

Temos uma grande variedade de iniciativas ecológicas pioneiras:

- Melhoria contínua dos processos e procedimentos operacionais;
- Investimento em projetos de mecanismos de desenvolvimento limpo, para geração de créditos de carbono;
- Desenvolvimento de trabalho científico para monitorar o desenvolvimento de fauna de aves em regiões de atuação da empresa;
- Programas de educação ambiental e conscientização ecológica para empregados e comunidades.
- Coleta seletiva, reciclagem de materiais e ações para reduzir a geração de resíduos sólidos.

» Estatuto Social

» Operações e projetos

» Operações

» Projetos

» Notícias

» Visão, Missão e Valores

» Video Institucional

Source: Vale Fertil (2015)
Environmental Liability
www.valefertilizantes.com.br/sustentabilidade/responsabilidade-ambiental.asp
Sustainability Policy
www.valefertilizantes.com/mda/modulos/conteudo/reinvestidores/rifatoRel/docs/politicasustentavel.pdf

Objetivos & Motivação

Fosfato bicálcico (FBC): fonte essencial de P e Ca na alimentação animal

Impactos ambientais da produção:

- Consumo de rocha fosfática
- Consumo de água, aditivos e outros insumos de processo
- Emissões para o ar, a água e geração de resíduos sólidos
- Uso e transformação de terras, remoção de vegetação

Projeto: propor ações para melhorar o desempenho ambiental do processamento do FBG

Interesse da empresa: identificar oportunidades de implementação de ações de melhoria e /ou corretivas no processo

Definição de Escopo

Abordagem geral:

Modalidade da ACV: atribucional

Enquadramento metodológico: ISO 14040 e 14044 (ISO, 2006)

Abordagem da ACV: do berço ao portão

Função:

Produção de FBC micro-granulado (P18)

Fluxo de referência:

Produção de 1,0 t de FBC micro-granulado (P18)

Fontes de dados:

1^{ários}: obtenção de FCB; Produções de H_2SO_4 e H_3PO_4 ; Mineração e concentração de rochas fosfatadas; produção de utilidades industriais; e transportes

2^{ários}: outros processos elementares

Definição de Escopo

Qualidade dos dados:

Dimensão Temporal: 2011

Dimensão geográfica: estado de São Paulo (BR)

Caso específico: 'S' importado de: CA, DE, IT, QT, RU, UAE, US

Alocação:

Mineração: (massa) – material estéril vs minério

Concentração: (massa) – magnetita vs calcário vs lama calcária vs rocha fosfática

Produção de H_2SO_4 : (conteúdo energético) – vapor vs H_2SO_4

Produção de H_3PO_4 : (massa) – fosfogesso vs H_3PO_4

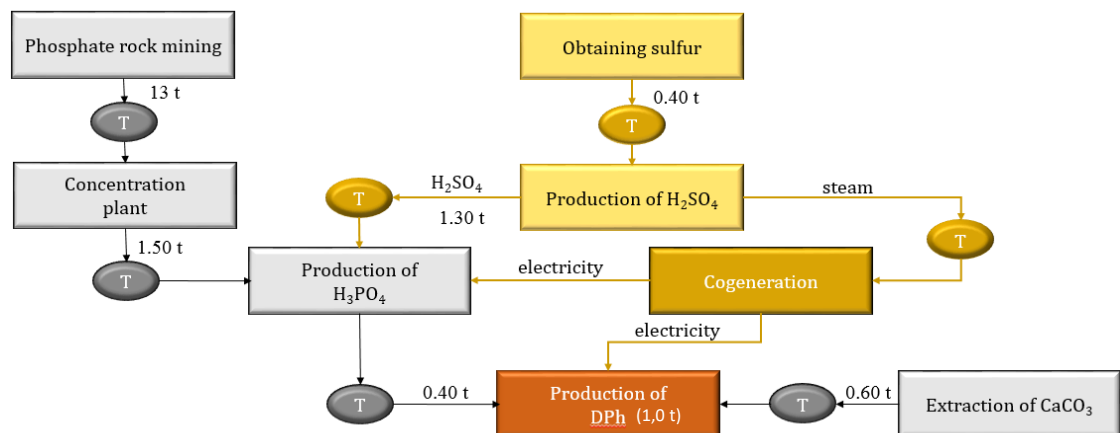
Fosfato bicálcico: (massa) – FBC vs rejeito revalorizado

Avaliação de Impacto:

Método: ReCiPe Ponto médio (H)

Categorias: CC, OLD, TA, FEU, HT, POF, PMF, TEC, FEC, ALO, WD e FD

Definição de Escopo



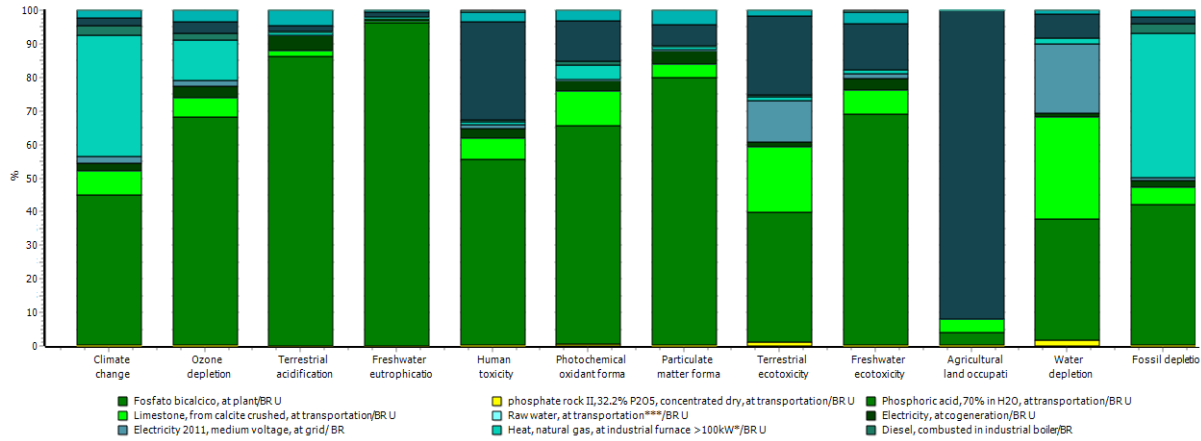
Premissas específicas

- Coletores, depressores e catalisadores foram considerados como fluxos elementares: contribuições acumuladas <1%
- Conversão de energia térmica em electricidade: $\eta = 70\%$
- S transporte: ferroviário (local → porto) + carga (porto → porto) + caminhão (porto → planta FBC: L = 225 km)
- Cenário de disposição final de resíduos sólidos: aterro sanitário
- Balanços de massa e energia foram utilizados para estimar cargas ambientais em casos de indisponibilidade de dados
- As cargas ambientais associadas a bens de capital envolvidos no processo não foram consideradas

Resultados

Categorias de Impacto	Unidade	Total (/ 1.0t FBC)
CC	kg CO ₂ eq	262
OLD	kg CFC-11 eq	2.20E-05
TA	kg SO ₂ eq	6.34
FEU	kg P eq	1.05E-01
HT	kg 1,4-DB eq	52.4
POF	kg NMVOC	1.40
PMF	kg PM ₁₀ eq	1.49
TEC	kg 1,4-DB eq	1.87E-01
FEC	kg 1,4-DB eq	7.56E-01
ALO	m ² a	32.5
WD	m ³	4.72
FD	kg oil eq	54.3

Resultados



Resultados

CC: 262 kg CO₂ eq.
57%: eletricidade (rede brasileira)

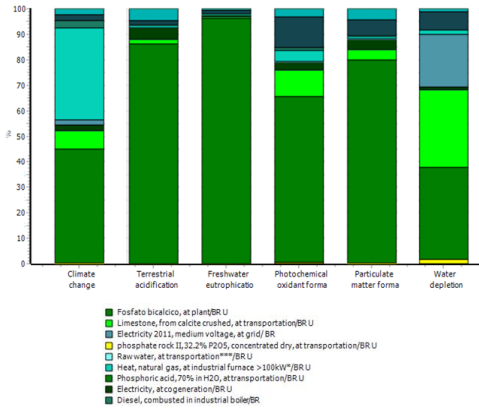
TA: 6.34 kg de SO₂ eq.
Produção de H₂SO₄ (emissões de SO₂)

FEU: 1.05E-01 kg P eq.
Produção de H₃PO₄ (perdas de P)

POF: 1.40 kg de NMVOC
Transporte de longa distância

PMF: 1.49 kg PM₁₀ eq.
Transporte de longa distância

WD: 4.72m³
Moinho + concentração + produção de H₃PO₄:> 66%



Resultados

HT: 52.4 kg 1,4-DB_{eq}

Catalisador na produção de H₂SO₄;

Cultivo da madeira

TEC: 1.87E-01 kg 1,4-DB_{eq}

Cultivo de madeira (pesticidas → 55.8%)

FEC: 7.56E-01 kg 1,4-DB_{eq}

Catalisador na produção de H₂SO₄;

Cultivo da madeira

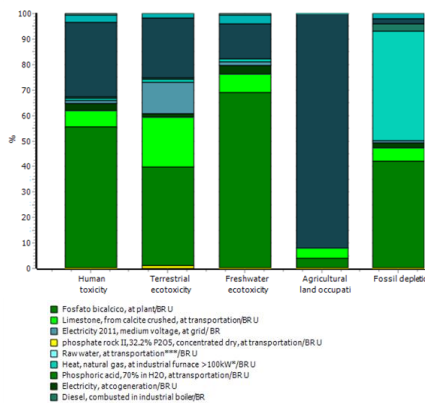
ALO: 32.5 m²a

Cultivo de madeira (> 96%)

FD: 54.3 kg de óleo_{eq}

Transporte de longa distância (diesel);

FBC secagem (gás natural)



Conclusões

- ACV permitiu identificar dos principais focos de impacto ambiental:
 - ✓ importação de enxofre
 - ✓ Consumo de eletricidade na britagem da rocha
 - ✓ Geração de efluentes líquidos (mesmo que de pós-tratamento)
 - ✓ Consumo de água de processo
 - ✓ Consumo de madeira para geração de energia
- Soluções potenciais:
 - ✓ Cominuição do minério com moedores móveis operados a óleo diesel
 - ✓ Recirculação de efluentes de processos industriais
 - ✓ Revisão da logística de importação de S
 - ✓ Proposição de uso de fontes alternativas de energia

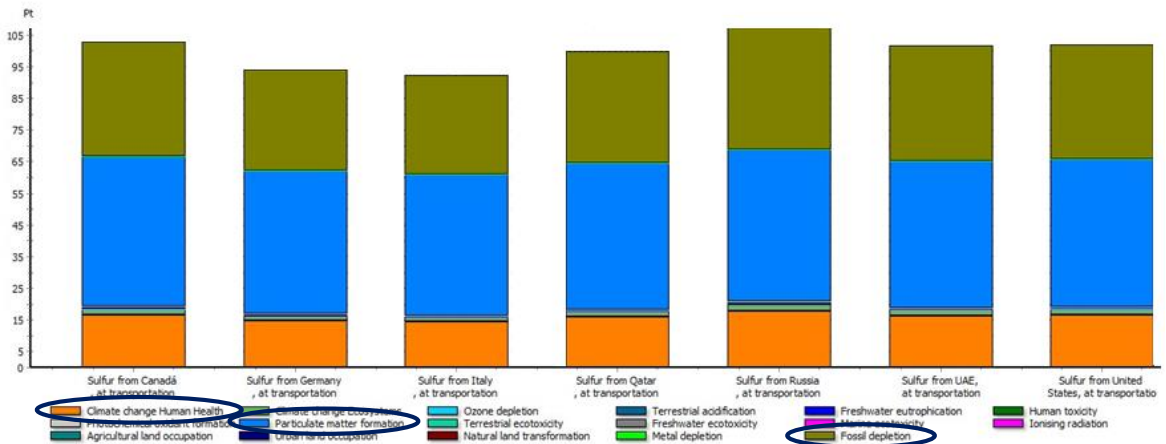
**Processo de tomada de decisão baseado
na variável ambiental**

Country	Extraction technology	Local of extraction	Modal transportation Facility-Port	Port of departure	Modal transportation Port-Port	Port of arrival
Russia	Natural gas sweetening	Astrakhan	Barge + Rail	Kavkas, Kerch, Ust Luga	Transoceanic	Santos-SP
Germany	Petroleum refining	Brake	Rail	Brake	Transoceanic	Santos-SP
United Arab Emirates	Natural gas sweetening	Abu Dhabi	Road by truck	Ruwaiss	Transoceanic	Santos-SP
Canada	Natural gas sweetening	Edmonton + Calgary	Rail	Vancouver	Transoceanic	Santos-SP
Italy	Petroleum refining	Genoa	Road by truck	Genoa	Transoceanic	Santos-SP
United States of America	Petroleum refining	Texas City + Beaumont	Rail	Beaumont + Long Beach	Transoceanic	Santos-SP
Qatar	Natural gas sweetening	Ras Laffan	Road by truck	Ras Laffan	Transoceanic	Santos-SP

**Processo de tomada de decisão baseado
na variável ambiental**

Método: ReCiPe Endpoint (H/H)

Categorias de Impacto: CC, OLD, TA, FEU, HT, POF, PMF, TEC, FEC, ALO, WD e FD



**Processo de tomada de decisão baseado
nas variáveis ambiental & econômica**

Desempenho Ambiental e Custos Unitários de produção e transporte de enxofre

Country	Unitary Cost (C) (US\$/ton)	Environmental Performance (E) (Pt)	$F = (C * E) ^{0.5}$
Russia	227	107	155.85
Germany	227	94.2	146.23
United Arab Emirates	228	102	152.50
Canada	227	103	152.91
Italy	227	92.4	144.83
United States of America	217	102	148.77
Qatar	228	100	151.00

Indicador
Econômico + Ambiental

$$F = \sqrt{C \cdot E}$$

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL

PHA 3513 – Sustentabilidade no Setor Produtivo

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

luiz.kulay@usp.br