

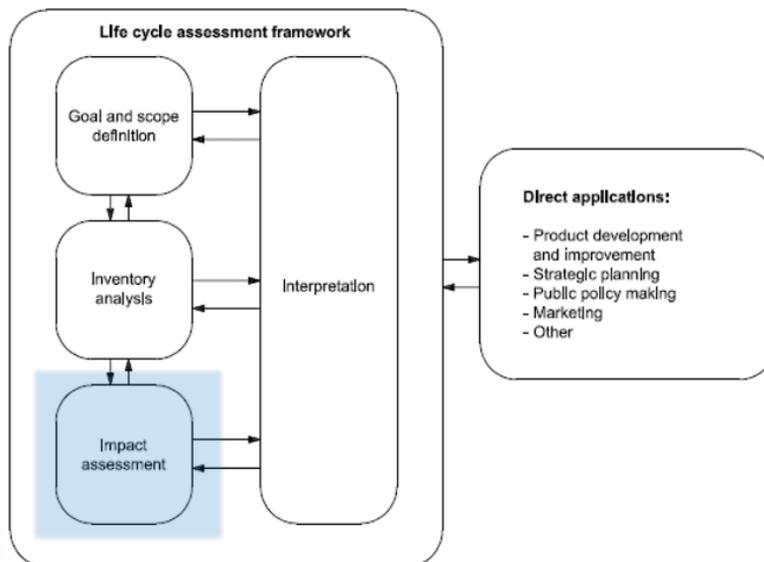
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

PQI 3535: Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)



Gil Anderi da Silva
Luiz Kulay

Estrutura do Método de ACV



(ISO 14040:2006)

Avaliação de Impactos Ambientais

A avaliação de impacto tem como objetivo estudar a significância dos efeitos ambientais potenciais associados a um sistema antrópico

Esse processo compreende associar dados estruturados de ICV com categorias de impacto específicas e seus indicadores, tentando dessa forma definir aquelas relações

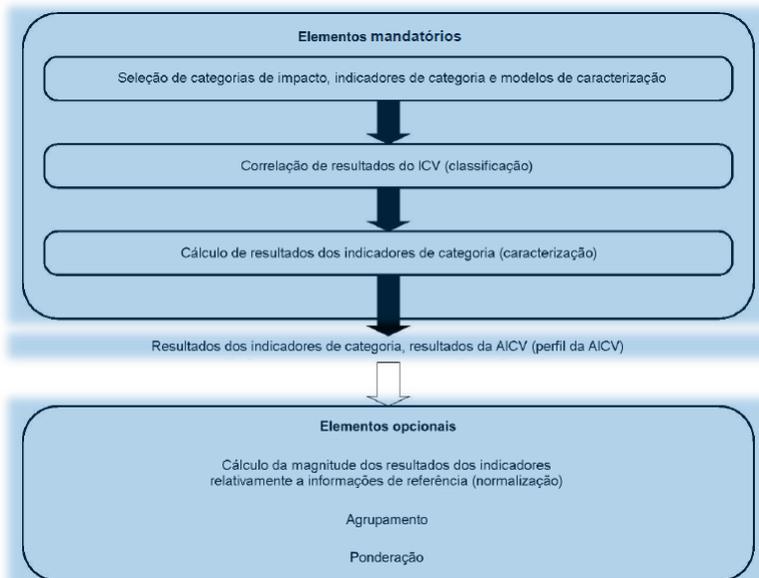
A Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV) também fornece informações para a fase de Interpretação da técnica de ACV

ABNT ISO 14040 (2009)

Fase da ACV na qual os dados do ICV, ou seja, aspectos ambientais, são relacionados a efeitos (ou seja, e via de regra, problemas) ambientais que deles são decorrentes

GP2 (2008)

Avaliação de Impactos Ambientais Estrutura



Avaliação de Impactos Ambientais

Seleção de Categorias de Impacto, Indicadores de Categoria, e Modelos de Caracterização

Categorias de Impacto relativas ao consumo de recursos (*ambiente → sistema de produto*)

Depleção de Recursos Fósseis (FD)

Depleção de Água (WD)

Depleção de Recursos Minerais (= Depleção de Metais) (MD)

Categorias de Impacto relativas ao uso do solo (*ambiente → sistema de produto*)

Transformação de Solo Natural (NLT)

Ocupação de Solo Agrícola (ALO)



Avaliação de Impactos Ambientais

Seleção de Categorias de Impacto, Indicadores de Categoria, e Modelos de Caracterização

Categorias de Impacto relativas a emissões (*sistema de produto → ambiente*)

Mudanças Climáticas (CC)

Depleção de Ozônio Estratosférico (OLD)

Potencial de Formação de Foto-oxidantes (POF)

Potencial de Formação de Material Particulado (PMF)

Acidificação Terrestre (TA)

Eutrofização em Água Fresca (EUT ou FWE)

Eutrofização em Água do Mar (EUM ou SWE)

Toxicidade Humana (HT)

Ecotoxicidade em Água Fresca (FET)

Ecotoxicidade em Água do Mar (SET)

Ecotoxicidade Terrestre (TEC)

Radiação Ionizante (IR)



Avaliação de Impactos Ambientais

Seleção de Categorias de Impacto, Indicadores de Categoria, e Modelos de Caracterização

Toxicidade Humana

Profissional: Acido Formico - [Explorador LCA]

Arquivo Editar Calcular Ferramentas Janela Ajuda

Assistentes

- Métodos
- Objetivo e âmbito
- Descrição
- Bibliotecas
- Inventário
- Processos
- Fases do produto
- Descrições do sistema
- Tipos de desperdício
- Parâmetros
- Avaliação de impacto**
- Métodos
- Configurações do cálculo
- Interpretação
- Interpretação
- Ligações a Documentos
- Dados gerais
- Referências bibliográficas
- Substâncias
- Unidades
- Quantidades
- Imagens

Nome	Version	Project
European	ReCiPe 2016 Endpoint (E)	1.04 Methods
Global	ReCiPe 2016 Endpoint (H)	1.04 Methods
North American	ReCiPe 2016 Endpoint (I)	1.04 Methods
Outras	ReCiPe 2016 Midpoint (E)	1.04 Methods
Single issue	ReCiPe 2016 Midpoint (H)	1.04 Methods
Superseded	ReCiPe 2016 Midpoint (I)	1.04 Methods
Water footprint		

Normalisation/Weighting set

World (2010) H

ReCiPe 2016 v1.1 midpoint method, Hierarchist version. This is the default ReCiPe midpoint method.

The ReCiPe 2016 method is a new version of ReCiPe 2008 and it was created by RIVM, Radboud University, Norwegian University of Science and Technology and PRé Consultants. Due to significant methodological differences, the results of ReCiPe 2008 and ReCiPe 2016 cannot and should not be compared. In ReCiPe you can choose to use midpoint indicators or endpoint indicators. Each method has been created for three different perspectives. The method includes global normalisation factors for reference year 2010.

In case the original method only reported a characterisation value for one specific subcompartment, this value is taken as the characterisation value for all subcompartments in this compartment. The characterisation values of the subcompartments "fresh water" under water, "high population density" under air and "industrial soil" under soil were chosen as factor for the subcompartment "unspecified". Please mind that the factors in Global warming differ from the 100a time horizon in IPCC 2013 because climate-carbon feedback for non-CO2 GHGs is included. For further details see the method's documentation.

Sources:

- ReCiPe 2016 v1.1. A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level Report I: Characterization. RIVM Report 2016-010a M.A.J. Huijbregts et al: http://www.rivm.nl/en/Topics/Life_Cycle_Assessment/LCA/Downloads/Documents_ReCiPe2017/Report_ReCiPe_Update_2017
- Huijbregts M.A.J., Steinmann Z.J.N., Eshout P.M.F., Stam G., Verones F., Vieira M., Zijp M., Hollander A., van Zelm R. ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at

82 itens 1 item selecionado(s) Predefinição: (Nenhum método selecionado) 9.0.0.49 PHD

Avaliação de Impactos Ambientais

Seleção de Categorias de Impacto, Indicadores de Categoria, e Modelos de Caracterização

Toxicidade Humana

Profissional: Acido Formico - [Ver método ReCiPe 2016 Midpoint (H) V1.04]

Arquivo Editar Calcular Ferramentas Janela Ajuda

Impact category	Unit	Caracterização		Normalização		CAS number	Factor	Unit
		Compartment	Subcompartment	Substance				
Global warming	kg CO2 eq	Agua		1'-Acetoxystyrol		034627-78-6	2,9560	kg 1,4-DCB / kg
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq	Agua		1'-Hydroxyestradiol		051410-44-7	9,066-1	kg 1,4-DCB / kg
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq	Agua		1'-Hydroxyestradiol		005208-87-7	1,5860	kg 1,4-DCB / kg
Ozone formation, Human health	kg NOx eq	Agua		1-(4-chlorophenyl)-1-phenyl-2-propynyl carbamate		010473-70-8	5,2061	kg 1,4-DCB / kg
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq	Agua		1-amino-2,4-dibromoanthraquinone		000081-49-2	6,2050	kg 1,4-DCB / kg
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq	Agua		1-butyl-1-nitrosourea		000869-01-2	3,3061	kg 1,4-DCB / kg
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	Agua		1-Methyl-2-pyrrolidinone		000872-50-4	1,42E-2	kg 1,4-DCB / kg
Freshwater eutrophication	kg P eq	Agua		1-Nitroso-5,6-dihydrouracil		016813-36-8	1,6662	kg 1,4-DCB / kg
Maine eutrophication	kg N eq	Agua		1-Phenyl-3,3-dimethyltriazene		007227-91-0	7,7760	kg 1,4-DCB / kg
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB	Agua		1,1'-Biphenyl, nonabromo-		027793-52-2	5,2661	kg 1,4-DCB / kg
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB	Agua		1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C8-10-branched alkyl esters, C9-rich		068515-48-0	1,47E-2	kg 1,4-DCB / kg
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB	Agua		1,2-benzenediol, 3-methoxy-		000934-00-9	3,68E-1	kg 1,4-DCB / kg
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	Agua		1,2-benzenediol, 4-methyl-		000453-86-8	8,41E-2	kg 1,4-DCB / kg
Human non-carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	Agua		1,3-propanediol, 2,2-bis(brme)-		003296-90-0	3,54E-1	kg 1,4-DCB / kg
Land use	m2a crop eq	Agua		1,3,5-trinitrohexahydro-1,3,5-triazine		000121-82-4	1,5560	kg 1,4-DCB / kg
Mineral resource scarcity	kg Cu eq	Agua		1,4-Dioxane		000123-91-1	1,84E-1	kg 1,4-DCB / kg
Fossil resource scarcity	kg oil eq	Agua		11-Aminoundecanoic acid		002432-99-7	1,69E-2	kg 1,4-DCB / kg
Water consumption	m3	Agua		1h-1,4-diazepine, hexahydro-1,4-dinitroso-		055557-00-1	6,36E2	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		1h-imidazole, 2-methyl-		000693-98-1	3,32E-2	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-(2-dimethylthiazolom)-4-(5-nitro-2-furyl)thiazole		026049-69-4	1,12E2	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-Acetylaminofluorene		000053-96-3	6,41E1	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-Aminoanthraquinone		000117-79-3	8,88E-1	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-Aminodiphenylene oxide		003693-22-9	5,53E1	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-Anisidine hydrochloride		000134-29-2	6,28E-1	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-Benzothiazolethiol		000149-30-4	6,65E-2	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-Biphenylamine hydrochloride		003185-92-4	1,04E-1	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-Butanone oxime		000096-29-7	2,88E-1	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-Butene, 1,4-dichloro-		000794-41-0	3,49E1	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-chloro-5-(3,5-dimethylphenyl)inosulphonylbenzoic acid		037087-94-8	9,11E0	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-hydroxymethylfuran		000098-00-0	2,57E0	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-Methoxy-3-aminodibenzofuran		005834-17-3	5,39E0	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-nitrobutane		000600-24-8	1,06E1	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-Phenylphenol		000090-43-7	3,12E-1	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2-propanone, oxime		000127-06-0	1,62E0	kg 1,4-DCB / kg
		Agua		2,2,2-trifluoro-N-[4-(5-nitro-2-furyl)-2-thiazolyl]acetamide		042011-48-3	1,15E1	kg 1,4-DCB / kg

Localizar texto Itens 3.640 Itens totais 50.007 9.0.0.49 PHD

Avaliação de Impactos Ambientais

Seleção de Categorias de Impacto, Indicadores de Categoria, e Modelos de Caracterização

Toxicidade Humana

Professional: Acido Formico - [Explorador LCA]

Eichero Editar Calcular Ferramentas Janela Ajuda

Assistentes

- Assistentes
- Objetivo e âmbito
- Descrição
- Bibliotecas
- Inventário
- Processos
- Fases do produto
- Descrições do sistema
- Tipos de desperdício
- Parâmetros
- Avaliação de impacto**
- Métodos
- Configurações do cálculo
- Interpretação
- Interpretação
- Ligações a Documentos
- Dados gerais
- Referências bibliográficas
- Substâncias
- Unidades
- Quantidades
- Imagens

Nome	Version	Project
Cumulative Energy Demand	1.11	Methods
Cumulative Energy Demand (LHV)	1.00	Methods
Cumulative Energy Demand	1.05	Methods
Ecosystem Damage Potential	1.00	Methods
IPCC 2013 GWP 100a	1.03	Methods
IPCC 2013 GWP 100a (incl. CO2 uptake)	1.00	Methods
IPCC 2013 GWP 20a	1.03	Methods
Selected CI results	1.04	Methods
Selected LCAs and indicators	1.04	Methods
USEtox 2 (recommended + interim)	1.00	Methods
USEtox 2 (recommended only)	1.00	Methods

Normalization/Weighting set

This implementation corresponds to the USEtox version 2.02, retrieved from www.usetox.org/model/download (July 18, 2016). Full documentation of the method can be found at the official website: <http://www.usetox.org/model/documentation>

USEtox is a scientific consensus model endorsed by the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative for characterizing human and ecotoxicological impacts of chemicals. It is developed by the USEtox Team, a team of international researchers from the Task Force on Toxic Impacts under the auspices of UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. The original documentation can be found on the website: www.usetox.org.

The USEtox model provides a database with two types of characterization factors (explanation below):
A: Recommended characterization factors;
B: Interim characterization factors.

In this version, only recommended characterisation factors are included. SimaPro also contains a version of USEtox 2 with both recommended and interim factors, called USEtox 2 (recommended + interim).

In USEtox, a distinction was made between recommended and interim characterization factors, reflecting the level of reliability of the calculations in a qualitative way. Characterisation factors

82 itens 1 item selecionado(s) Predefinição: (Nenhum método selecionado) 9.0.0.49 PHD

Avaliação de Impactos Ambientais

Seleção de Categorias de Impacto, Indicadores de Categoria, e Modelos de Caracterização

Toxicidade Humana

Professional: Acido Formico - [Ver método USEtox 2 (recommended only) V1.00]

Eichero Editar Calcular Ferramentas Janela Ajuda

Impact category	Unit	Caracterização		Avaliação de dados			
		Compartment	Subcompartment	Substance	CAS number	Factor	Unit
Human toxicity, cancer	cases	Água		1-Hydroxyestradiol	051410-44-7	0,00000146	cases / kg
Human toxicity, non-cancer	cases	Água		1-Hydroxyestradiol	005208-87-7	0,00000257	cases / kg
Freshwater ecotoxicity	PAF.m3.day	Água		1-(4-chlorophenyl)-1-phenyl-2-propynyl carbamate	010473-70-8	0,00000253	cases / kg
		Água		1-[bis(2-Hydroxypropylamino)propyl]-2-ol	001232-20-3	0	cases / kg
		Água		1-amino-2,4-dibromocanthraquinone	000081-40-2	0,000000337	cases / kg
		Água		1-Aminopropane-1,3-dicarboxylic acid	000056-86-0	0	cases / kg
		Água		1-butyl-1-nitrosourea	000869-01-2	0,00000868	cases / kg
		Água		1-Chloro-2-propanol	000127-00-4	0	cases / kg
		Água		1-Methyl-2-pyrrolidinone	000872-50-4	0,0000000389	cases / kg
		Água		1-Methylnaphthalene	000090-12-0	0	cases / kg
		Água		1-Naphthalene acetamide	000086-86-2	0	cases / kg
		Água		1-Naphthalenesulfonic acid	000086-87-3	0	cases / kg
		Água		1-Nitrobutane	000627-05-4	0	cases / kg
		Água		1-Nitrotoluene	000079-24-3	0	cases / kg
		Água		1-Nitronaphthalene	000086-57-7	0	cases / kg
		Água		1-Nitropropane	000108-03-2	0	cases / kg
		Água		1-Nitroso-5,6-dihydrouracil	016813-36-8	0,0000456	cases / kg
		Água		1-Phenyl-3,3-dimethyltriazene	007227-91-0	0,00000108	cases / kg
		Água		1-Propene, 3,3-diethoxy	003054-95-3	0	cases / kg
		Água		1,1-Dichloro-2,2-bis(ethylphenyl)ethane	000072-56-0	0	cases / kg
		Água		1,2-Benzenedicarbonyl di-tert-butyl ester	000088-96-0	0	cases / kg
		Água		1,2-Benzenedicarboxylic acid, di-C8-10-branched alkyl esters, C9-rich	06815-48-0	0,00000000376	cases / kg
		Água		1,2-Hydrazinecarbohydrazide	000142-46-1	0	cases / kg
		Água		1,2,3,4-Diepoxybutane DL	000298-18-0	0	cases / kg
		Água		1,3-propanediol, 2,2-bis(brme)-	003296-90-0	0,00000006	cases / kg
		Água		1,3,5-trinitrohexahydro-1,3,5-triazine	000121-82-4	0,000000317	cases / kg
		Água		1,4-Benzenediamine, N,N'-di-2-naphthalenyl-	003050-48-9	0	cases / kg
		Água		1,4-Benzenediol, 2-(1,1-dimethylethyl)-	001948-33-0	0	cases / kg
		Água		1,4-Benzenediol, 2-methyl-	000095-71-6	0	cases / kg
		Água		1,4-Dioxane	000123-91-1	0,0000000305	cases / kg
		Água		1,8-Cineole	000470-82-6	0	cases / kg
		Água		11-Aminoundecanoic acid	002432-99-7	0,0000000407	cases / kg
		Água		1h-1,4-diazepine, hexahydro-1,4-dinitroso-	055557-00-1	0,00209	cases / kg
		Água		1H-Benzotriazole	000095-14-7	0	cases / kg
		Água		1h-imidazole, 2-methyl-	000693-98-1	0,0000000979	cases / kg

Localizar texto

Itens 8.100 Itens totais 22.410

9.0.0.49 PHD

Avaliação de Impactos Ambientais Classificação

Correlação dos resultados do ICV às categorias de impacto selecionadas

ABNT NBR ISO 14044 (2009)

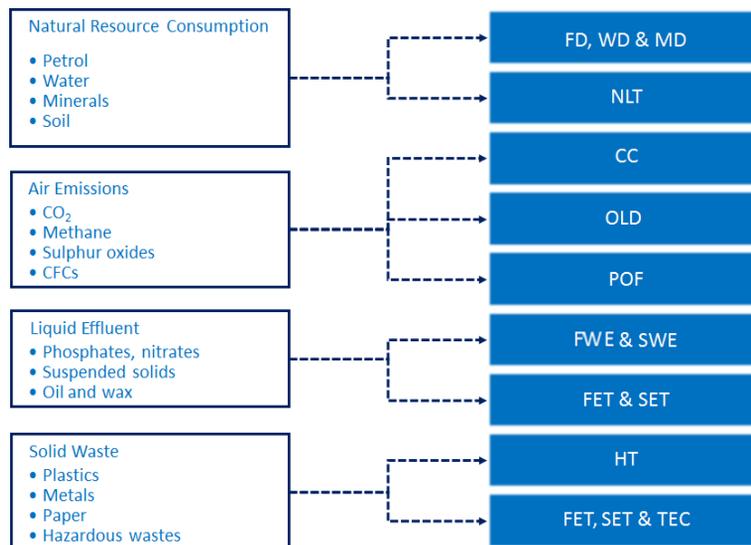
Enquadramento dos aspectos ambientais que foram inventariados, em diferentes categorias de efeitos ambientais.
A Classificação é um procedimento qualitativo

GP2 (2008)

A menos que a AICV seja estruturada de outra forma pelo objetivo e escopo, é conveniente que:

- Haja identificação aspectos ambientais para todas as categoria de impacto selecionadas;
- Identificação dos resultados do ICV que se correlacionam a mais de uma categoria de impacto, incluindo distinção entre mecanismos paralelos (ex.: SO₂ é distribuído entre as categorias de HT e TA);
- Correlação a mecanismos seriais (ex.: NO_x pode ser classificado tanto como contribuinte de TA, como de POF ao nível do solo. Em ambos os casos trata-se de poluente primário)

Avaliação de Impactos Ambientais Classificação



Avaliação de Impactos Ambientais Caracterização

Estimativa de indicadores, que envolve a conversão dos resultados do ICV para unidades comuns, e a agregação dos produtos entre aspecto ambiental e fator de impacto, para a mesma categoria de impacto

ABNT NBR ISO 14044 (2009)

Quantificação da contribuição dos aspectos ambientais associados ao ciclo de vida de um produto (processo, ou serviço), para o aumento potencial dos efeitos de cada categoria ambiental considerada pela análise

GP2 (2008)

Avaliação de Impactos Ambientais Caracterização

- O resultado da caracterização é um indicador numérico. O método de cálculo desses resultados deve ser identificado e documentado, incluindo a escolha de valores, e dos pressupostos utilizados
 - A utilidade dos indicadores para um dado objetivo da ACV depende da exatidão, validade, e das características dos modelos de caracterização e fatores de impacto
 - A quantidade e a natureza de eventuais premissas simplificadoras, e a escolha de fatores de impacto também variam entre categorias, e podem depender da região geográfica
 - Variações na qualidade dos fatores de impacto influenciam a exatidão da ACV devido a:
 - a) diferenças quanto a complexidade dos mecanismos ambientais entre a fronteira do sistema, e o ponto final da categoria
 - b) características espaciais e temporais (ex.: persistência de uma substância no meio ambiente)
 - c) características de modelo dose-resposta
-
-

How to calculate the Environmental Impact?

The Impact Indicator (I_i) of each category was calculated after all the environmental loads (g_i) within a category were characterized and aggregated using the following equations

$$I_{i(j)} = g_i \times k_{i(j)} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

↑
Result of the LCI
(g) vector

$$I_j = \sum_{i=1}^n I_{i(j)} \quad j = 1, 2, \dots, q$$

Characterization Factors $k_{(i,j)}$

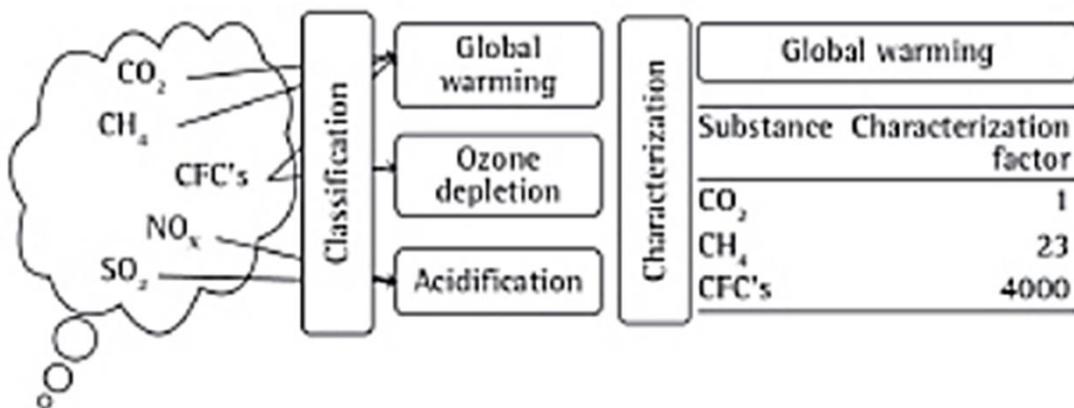
Methodology and impact category [unit i]			Unit conversion factor, $UCF_{i,j}$ ^a			Reference unit/j
ILCD 2009	ReCiPe 2008	IMPACT 2002+	ILCD 2009	ReCiPe 2008	IMPACT 2002+	
Climate change [kg CO ₂ eq]		Global warming 500yr [kg CO ₂ eq to air]	1	1	1	kg CO ₂ eq
Ozone depletion [kg CFC-11 eq]		Ozone layer depletion [kg CFC-11 eq to air]	1	1	1	kg CFC11eq
Photochemical ozone formation [kg NMVOC eq]		Photochemical oxidation [kg C ₂ H ₄ eq to air]	1	1	1.66	kg NMVOC eq
Acidification [AE] [kg SO ₂ eq]	Terrestrial acidification [kg SO ₂ eq]	Terrestrial acidification/minification [kg SO ₂ eq to air]	3.31·10 ³	4.08·10 ³	6.69·10 ²	kg NH ₃ eq
Eutrophication, terrestrial [AE] [kg P eq]	NA	NA [kg SO ₂ eq to air]	7.42·10 ²	NA		kg NH ₃ eq
Freshwater eutrophication [kg P eq]		Aquatic eutrophication [kg PO ₄ ³⁻ eq to water]	3.03	3.03	1	kg PO ₄ eq
Marine eutrophication [kg N eq]		Aquatic eutrophication [kg PO ₄ ³⁻ eq to water]	4.24·10 ³	4.24·10 ³		kg PO ₄ eq
Ecotoxicity, freshwater [CTU _h] [kg 1,4-DB eq]	Ecotoxicity, freshwater [kg 1,4-DB eq]	Aquatic ecotoxicity [kg TEG eq to water]	1.02·10 ³	1	2.05·10 ⁵	kg 1,4-DB eq (freshwater)
NA	Ecotoxicity, marine [kg 1,4-DB eq]		NA	4.69		kg 1,4-DB eq (freshwater)
NA	Ecotoxicity, Terrestrial [kg 1,4-DB eq]	Terrestrial ecotoxicity [kg TEG eq to soil]	NA	1.97·10 ²	2.46	kg 1,4-DB eq (freshwater)
Ionizing radiation, human health [kBq U235 eq]		Ionizing radiation [Bq C-14 eq to air]	1	1	1·10 ⁴	kBq U235 eq
Particulate matter, respiratory inorganic [kg PM _{2.5} eq to air]		Particulate matter formation [kg PM _{2.5} eq]	1	1	1	kg PM _{2.5} eq
Human toxicity, cancer effects [CTU _h] [kg 1,4-DB eq]	Human toxicity [kg 1,4-DB eq]	Carcinogens [kg C ₂ H ₆ Cl eq to air]	4.65·10 ⁶	1	5.41·10 ²	kg 1,4-DB eq
Human toxicity, non-cancer effects [CTU _h] [kg 1,4-DB eq]		Non-carcinogens [kg C ₂ H ₆ Cl eq to air]	1.56·10 ⁷		1.74·10 ²	kg 1,4-DB eq
Land use [kg C-yr]	Urban land occupation [m ² -yr]	Land occupation [m ² -yr·org. stable eq]		1		m ² -yr·org. stable eq
	Agricultural land occupation [m ² -yr]		1.03·10 ³		1	
	Natural land transformation [m ² -yr]	NA		NA	NA	NA
Resource depletion (mineral, fossil) [kg Sb eq]	Metal depletion [kg Fe eq]	Mineral extraction [MJ sensible]	NA	1	1.96·10 ³	kg Fe eq
	Fossil depletion [kg oil eq]	Non-renewable energy [MJ]	NA	1	2.39·10 ²	kg oil eq

^aNA indicated that the unit conversion factor could not be calculated. See SI for details on calculation of unit

Characterization Factors $k_{(i,j)}$

Methodology and impact category [unit i]			Unit conversion factor, $UCF_{i \rightarrow j}^a$			Reference unit j
ILCD 2009	ReCiPe 2008	IMPACT 2002+	ILCD 2009	ReCiPe 2008	IMPACT 2002+	
Climate change [kg CO ₂ eq]		Global warming 500yr [kg CO ₂ eq to air]	1	1	1	kg CO ₂ eq
Ozone depletion [kg CFC-11 eq]		Ozone layer depletion [kg CFC-11 eq to air]	1	1	1	kg CFC11eq
Photochemical ozone formation [kg NMVOC]		Photochemical oxidation [kg C ₂ H ₄ eq to air]	1	1	1.66	kg NMVOC eq

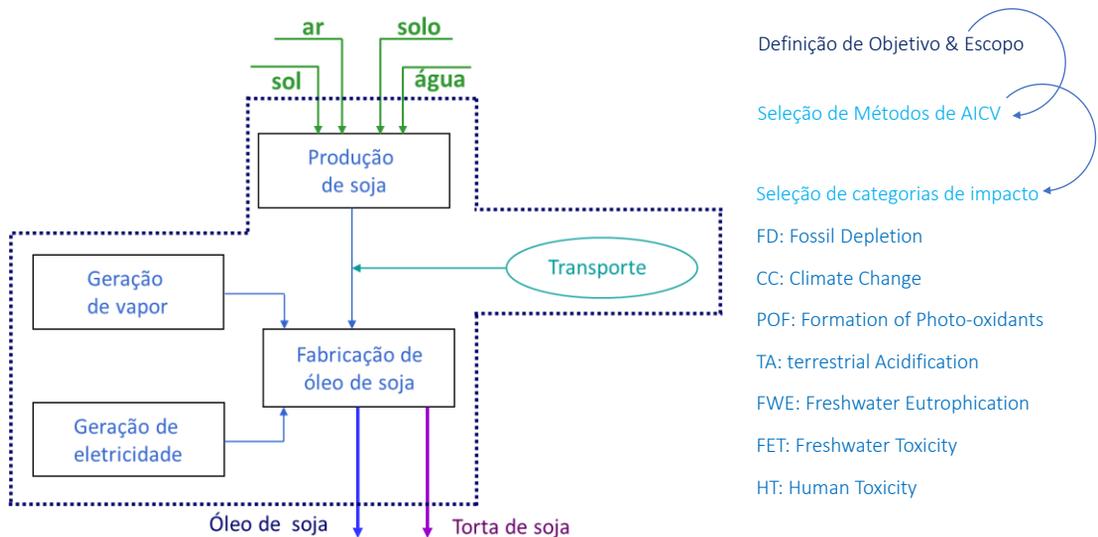
Avaliação de Impactos Ambientais
Classificação + Caracterização: exemplo



Avaliação de Impactos Ambientais
Caracterização - exemplo

LCI	IMPACT CATEGORIES	FACTORS	LCIA
Emissions to air			
CO ₂ 1.3 kg	GWP	1.3 kg CO ₂ * 1	160.3 kg CO ₂ Eq.
CO 3 kg		3 kg CO * 3	
CH ₄ 6 kg		6 kg CH ₄ * 25	
SO ₂ 0.001 kg	AP	0.001 kg SO ₂ * 1	0.849 kg SO ₂ Eq.
NO _x 0.08 kg		0.08 kg NO _x * 0.7	
HCl 0.9 kg		0.9 kg HCl * 0.88	
Emissions to water			
PO ₄ 2 kg	EP	0.08 kg NO _x * 0.13	2.043 kg PO ₄ Eq.
NH ₃ 0.1 kg		2kg PO ₄ * 1	
		0.1 kg NH ₃ * 0.33	
	CLASSIFICATION	CHARACTERISATION	

Avaliação de Impactos Ambientais
Classificação + Caracterização: exemplo



Análise do Inventário (ICV)
Tabela de Valores Consolidados:
Ajuste a Unidade Funcional (UF) + Tratamento de Multifuncionalidade (Alocação: critério de massa)

<u>Processo elementar</u> Aspecto Ambiental	Produção de soja (t de óleo)	Geração de vapor (t de óleo)	Geração de eletricidade (t de óleo)	Fabricação de óleo (t de óleo)	Transporte (t de óleo)
energia (GJ)	0.58	0.83	0.32		0.11
gás carbônico (kg)	45.3	38.8	21.9		10.8
monóxido de carbono (kg)	0.010	0.0096	0.0010		0.027
hidrocarbonetos (kg)	0.0046	0.48	0.0019		0.017
óxido de nitrogênio (kg)	0.071	0.12	0.00042		0.16
óxido de enxofre (kg)	0.32	0.033	0.0027		0.012
nitrogênio (kg)	3.00				
fósforo (kg)	1.50				
defensivos (kg)	13.6				
hexano (kg)				0.60	

Avaliação de Impactos Ambientais
Classificação: exemplo

	FD	CC	POF	TA	FWE	FET	TH
energia	X						
gás carbônico		X					
monóxido de carbono							X
hidrocarbonetos			X				
óxido de nitrogênio				X	X		X
óxido de enxofre				X			X
nitrogênio					X		
fósforo					X		X
defensivos						X	X
hexano			X				

Avaliação de Impactos Ambientais
Caracterização: Fatores de Impacto

	FD	CC	POF	TA	FWE	FET	TH
energia	1.00						
gás carbônico		1.00					
monóxido de carbono							0.012
hidrocarbonetos			0.38				
óxido de nitrogênio				0.70	0.13		0.78
óxido de enxofre				1.00			1.20
nitrogênio					0.42		
fósforo					1.00		5.2E-04
defensivos						8.00	1.20
hexano			0.42				

Análise do Inventário (ICV)

Tabela de Valores Consolidados:

Ajuste a Unidade Funcional (UF) + Tratamento de Multifuncionalidade (Alocação: critério de massa)

<u>Processo elementar</u> Aspecto Ambiental	Produção de soja (t de óleo)	Geração de vapor (t de óleo)	Geração de eletricidade (t de óleo)	Fabricação de óleo (t de óleo)	Transporte (t de óleo)
energia (GJ)	0.58	0.83	0.32		0.11
gás carbônico (kg)	45,3	38.8	21.9		10.8
monóxido de carbono (kg)	0.010	0.0096	0.0010		0.027
hidrocarbonetos (kg)	0.0046	0.48	0.0019		0.017
óxido de nitrogênio (kg)	0.071	0.12	0.00042		0.16
óxido de enxofre (kg)	0.32	0.033	0.0027		0.012
nitrogênio (kg)	3.00				
fósforo (kg)	1.50				
defensivos (kg)	13.6				
hexano (kg)				0.60	

Análise do Inventário (ICV)
Tabela de Valores Consolidados: Valores Totalizados

<u>Processo elementar</u> Aspecto Ambiental	Produção de soja (/UF)
energia (GJ)	1.84
gás carbônico (kg)	116.8
monóxido de carbono (kg)	0.048
hidrocarbonetos (kg)	0.50
óxido de nitrogênio (kg)	0.35
óxido de enxofre (kg)	0,37
nitrogênio (kg)	3.00
fósforo (kg)	1.50
defensivos (kg)	13.6
hexano (kg)	0.60

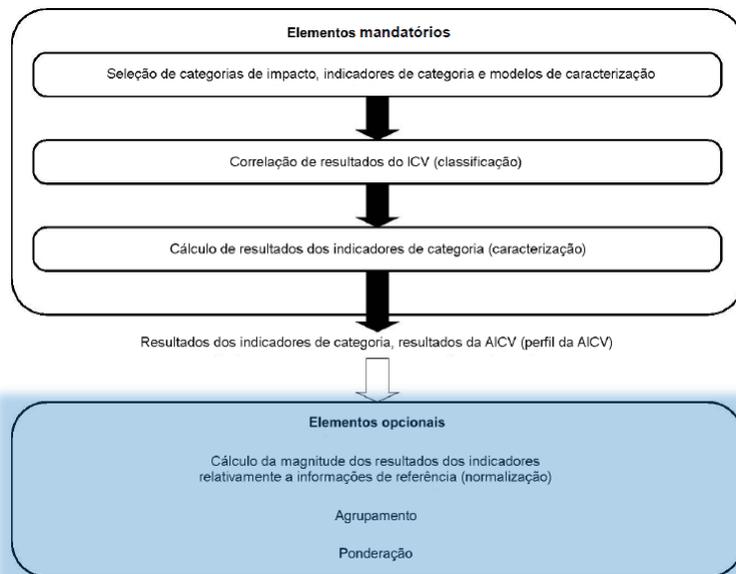
Avaliação de Impactos Ambientais
Caracterização: exemplo

	FD	CC	POF	TA	FWE	FET	TH
energia	1.84						
gás carbônico		117					
monóxido de carbono							5.8E-04
hidrocarbonetos			0.19				
óxido de nitrogênio				0.24	0.046		0.27
óxido de enxofre				0.37			0.44
nitrogênio					1.26		
fósforo					1.50		7.8E-04
defensivos						109	16.4
hexano			0.25				
Total	1.84	117	0.44	0.61	2.81	109	17.1

Avaliação de Impactos Ambientais
 Perfil de Impactos Ambientais: Produção de 1,0 t óleo de soja

Categorias de Impacto	Desempenho
FD	1.84 GJ
CC	117 kg CO ₂ eq
POF	0.44 kg C ₂ H ₄ eq
TA	0.61 kg SO ₂ eq
FWE	2.81 kg PO ₄ eq
FET	109 kg 1,4-DB eq
TH	17.1 kg 1,4-DB eq

Avaliação de Impactos Ambientais
 Estrutura



Avaliação de Impactos Ambientais Normalização

Cálculo da magnitude dos resultados dos indicadores de categoria com relação a informações de referência

ABNT NBR ISO 14040 (2009)

- O objetivo da normalização é entender melhor a magnitude relativa para cada resultado de indicador do sistema de produto em estudo
 - Trata-se de um elemento opcional que pode ser útil para:
 - a) Verificar inconsistências
 - b) Fornecer e comunicar informações sobre a significância relativa dos resultados dos indicadores
 - c) Preparar para procedimentos adicionais, tais como agrupamento, ponderação ou interpretação do ciclo de vida
 - A aplicação e o uso dos métodos de normalização devem ser consistentes com o objetivo e escopo da ACV e devem ser totalmente transparentes. Todos os métodos e cálculos utilizados devem ser documentados para promover a transparência
-

Normalization

The Impact Indicator (I_i) of each environmental impact is divided by a reference value known as the normalization factor (w_i)

$$I_{i(j)} = \frac{I_j}{w_j} \quad j = 1, 2, \dots, q$$

The (q) index indicates the number of environmental impact categories considered by the Life Cycle Impact Assessment (LCIA) stage of the LCA technique

Avaliação de Impactos Ambientais
 Perfil de Impacto: Produção de 1,0 t óleo de soja

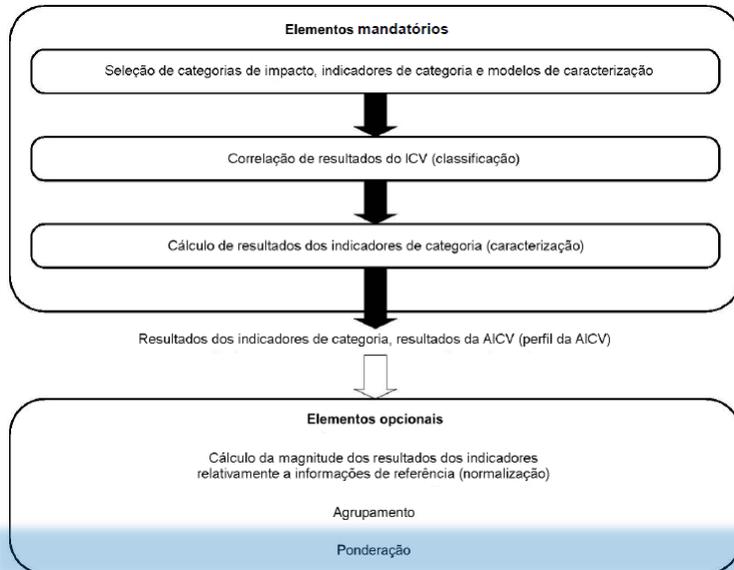
Categorias de Impacto	Desempenho	Valores Globais
FD	1.84 GJ	235 E+09 GJ/ano
CC	117 kg CO ₂ eq	37700 E+09 kg CO ₂ eq/ano
POF	0.44 kg C ₂ H ₄ eq	3.74 E+09 kg C ₂ H ₄ eq/ano
TA	0.61 kg SO ₂ eq	286 E+09 kg SO ₂ eq/ano
FWE	2.81 kg PO ₄ eq	74.8 E+09 kg PO ₄ eq/ano
FET	109 kg 1,4-DB eq	1160 E+09 kg 1,4-DB eq/ano
TH	17.1 kg 1,4-DB eq	576 E+09 kg 1,4-DB eq/ano

Avaliação de Impactos Ambientais
 Perfil de Normalizado de Impacto: Produção de 1,0 t óleo de soja

Categorias de Impacto	Desempenho (10 ⁻⁵ s/t óleo)
FD	24.7
CC	9.79
POF	371
TA	6.73
FWE	118
FET	296
TH	93.6

Total: 920E-05 s/t óleo

Avaliação de Impactos Ambientais Estrutura



Avaliação de Impactos Ambientais Perfil de Normalizado e Ponderado de Impacto: Produção de 1,0 t óleo de soja

Categorias de Impacto	Desempenho (10 ⁻⁵ s/t óleo)	Fatores	Desempenho Ponderado (10 ⁻⁵ s/t óleo)
FD	24.7	10	247
CC	9.79	20	196
POF	371	1	371
TA	6.73	30	202
FWE	118	5	590
FET	296	3	888
TH	93.6	2	187

EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO n.6

(Por favor, não se esqueçam de identificar os integrantes do grupo por [Nome](#) e [NUSP](#))

