

DIÁLOGOS SETORIAIS  
BRASIL E UNIÃO EUROPEIA  
DESAFIOS E SOLUÇÕES  
PARA O FORTALECIMENTO  
DA ACV NO BRASIL



# Diálogos Setoriais Brasil e União Europeia

## Desafios e soluções para o fortalecimento da ACV no Brasil



INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (Ibict)

DIRETORIA

Cecília Leite Oliveira

COORDENAÇÃO-GERAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

Arthur Fernando Costa

COORDENAÇÃO-GERAL DE PESQUISA E MANUTENÇÃO DE PRODUTOS CONSOLIDADOS

Lilian Alvares

COORDENAÇÃO-GERAL DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E INFORMÁTICA

Leonardo Lazarte

COORDENAÇÃO DE ENSINO E PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Lena Vania Ribeiro Pinheiro

COORDENAÇÃO DE EDITORAÇÃO

Ramón Martins Sodoma da Fonseca

DIVISÃO DE DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO DE PRODUTOS DE INFORMAÇÃO

Tiago Emmanuel Nunes Braga

APOIO TÉCNICO

Arij Mohamad Radwan Omar Chabrawi

Carla Gama Lustosa

Celina Maria Schmitt Rosa Lamb

Suelen da Silva Santos

Thiago Oliveira Rodrigues

REVISÃO GRAMATICAL

Margaret de Palermo Silva

COLABORADORES

Ana Luiza Lima

Arij Mohamad Radwan Omar Chabrawi

Armando Caldeira-Pires

Celina Maria Schmitt Rosa Lamb

Gil Anderi Silva

Luiz Gustavo Ortega

Paulo Egler

Sérgio Monforte

Tatiane Sant'ana Guimarães

Thiago Oliveira Rodrigues

Wanderley Batista



# Diálogos Setoriais Brasil e União Europeia

## Desafios e soluções para o fortalecimento da ACV no Brasil

Edivan Cherubini  
Paulo Trigo Ribeiro

Brasília  
2015



© 2015 Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict)

Permite-se a reprodução parcial ou total desta obra desde que seja mencionada a fonte bibliográfica.

O conteúdo deste documento técnico é da responsabilidade dos seus autores, sendo que as conclusões expressas podem não coincidir necessariamente com a posição oficial do Governo Brasileiro e da Comissão Europeia.

C523a

Cherubini, Edivan

Diálogos Setoriais Brasil e União Europeia : desafios e soluções para o fortalecimento da ACV no Brasil  
Edivan Cherubini, Paulo Trigo Ribeiro – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia - Ibict,  
Brasília: 2015.

ISBN: 978-85-7013-105-8

1. Avaliação do ciclo de vida. 2. ACV. 3. Gestão ambiental. 4. Inventários do ciclo de vida. 5. União Europeia 6. Brasil I. Ribeiro, Paulo Trigo III. Título.

CDU: 504:338.45(81: 4)

# APRESENTAÇÃO

**E**m 2003, o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict) assumiu a honrosa atribuição de liderar a coordenação do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV). Desde então, muito foi conquistado para o desenvolvimento e a consolidação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) como abordagem para produção mais limpa, aumento da competitividade das empresas brasileiras e o fortalecimento das iniciativas para a promoção da sustentabilidade das intervenções humanas no meio ambiente.

Ao longo do tempo, a metodologia de ACV floresceu de forma emblemática na Europa, que assumiu o papel de referência no contexto mundial como produtora e disseminadora de normas e padrões em ACV. Tendo em vista o processo em desenvolvimento da abordagem no Brasil, o projeto Diálogos Setoriais constitui um mecanismo oportuno para a realização de benchmarking, a criação de parcerias institucionais e identificação de possibilidades de sinergias nas ações desempenhadas em contexto nacional e internacional.

Neste sentido, foi desenvolvido um capítulo do projeto que contemplou especificamente a temática de ACV e buscou sanar os desafios enfrentados pelo PBACV. A instituição brasileira responsável

pela coordenação do projeto foi o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, por meio da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento; e os parceiros responsáveis pela execução da ação em âmbito nacional e internacional, respectivamente, foram o Ibict e o Joint Research Centre (JRC).

O presente documento surge como um dos produtos resultantes desta parceria, explana o Estado da Arte da ACV no Brasil e na Europa e identifica oportunidades de parcerias entre instituições específicas, bem como define ações estratégicas para a melhoria do cenário de ACV no Brasil. O trabalho foi elaborado por dois especialistas, um brasileiro e outro português, com a colaboração de representantes de instituições de destaque na atuação com ACV no País. São elas: a Confederação Nacional da Indústria, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, a Universidade de Brasília e a Universidade de São Paulo.

Por fim, o Ibict endossa o agradecimento a todos os envolvidos nesta empreitada, na expectativa de que o trabalho realizado possa fortalecer e expandir os caminhos já abertos e estreitar aqueles ainda necessários. Boa leitura a todos!

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	22
1.1. Âmbito e objetivos do relatório .....	22
1.2. Método de trabalho e estrutura do relatório .....	23
<b>2. EXPERIÊNCIA DE ACV NA EUROPA</b> .....	24
2.1. História da ACV .....	24
2.2. Práticas da ACV nos diversos setores .....	29
2.2.1. Enquadramento .....	29
2.2.2. A ACV na perspectiva de diferentes entidades .....	30
2.2.3. Redes e organizações dedicadas à promoção do conceito de ciclo de vida .....	39
2.3. Formato de dados, bases de dados e softwares de ACV .....	50
2.3.1. Enquadramento .....	50
2.3.2. Formato de dados .....	50
2.3.3. Bases de dados .....	61
2.3.4. Softwares de ACV .....	73
2.4. Métodos de avaliação .....	75
2.4.1. Enquadramento .....	75
2.4.2. Métodos .....	77
2.4.3. Panorama global de utilização .....	80
2.5. Casos de estudo: Tendências de evolução da ACV .....	81
2.5.1. Enquadramento .....	81
2.5.2. Dados para ICV .....	81
2.5.3. Modelação ICV .....	81
2.5.4. Modelos AICV .....	82
2.5.5. Ferramentas relacionadas com a ACV de processos .....	83
2.6. Casos de estudo: ACV como suporte a políticas de produto e outras estratégias ambientais .....	84
2.6.1. Enquadramento .....	84
2.6.2. Produção mais limpa e ecodesign .....	85
2.6.3. Rótulos ecológicos e declarações ambientais de produto .....	87
2.6.4. Contratos públicos ecológicos .....	93
2.6.5. Política de resíduos .....	96
<b>3. EXPERIÊNCIA DE ACV NO BRASIL</b> .....	99
3.1. História da ACV .....	99
3.2. Práticas da ACV nos diversos setores .....	103
3.2.1. Enquadramento .....	103
3.2.2. A ACV na perspectiva de diferentes entidades .....	104
3.2.3. Redes e associações dedicadas à promoção e incentivo do conceito de ciclo de vida .....	141



<b>3.3. Formato de dados, bases de dados e softwares de ACV</b> .....	146
3.3.1. Enquadramento.....	146
3.3.2. Origem dos dados das publicações nacionais.....	146
3.3.3. SICV - Base de dados brasileira de ICV.....	147
3.3.4. Softwares de ACV.....	147
<b>3.4. Métodos de avaliação</b> .....	148
3.4.1. Enquadramento.....	148
3.4.2. Métodos.....	148
3.4.3. Categorias de impacto.....	149
<b>3.5. Casos de estudo: Tendências de evolução da ACV</b> .....	150
3.5.1. Enquadramento.....	150
3.5.2. Dados para ICV.....	150
3.5.3. Modelação ICV.....	150
3.5.4. Modelos AICV.....	150
<b>3.6. Casos de estudo: ACV como suporte a políticas de produto e outras estratégias ambientais</b> .....	151
3.6.1. Enquadramento.....	151
3.6.2. Produção mais limpa e ecodesign.....	151
3.6.3. Rótulos ecológicos e declarações ambientais de produto.....	152
3.6.4. Contratos públicos ecológicos.....	154
3.6.5. Política de resíduos.....	155
<b>4. ANÁLISE DE BARREIRAS EXISTENTES E IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE COLABORAÇÃO ENTRE A EUROPA E O BRASIL</b> .....	157
4.1. Análise de barreiras existentes ao uso de ACV.....	157
4.2. Oportunidades de colaboração.....	157
4.2.1. Desenvolvimento da base de dados Brasileira de ICV.....	160
4.2.2. Apoio à disponibilização de processos de ICV “Brasileiros” em bases de dados internacionais.....	161
4.2.3. Regionalização de fatores de caracterização de categorias de impacto ambiental.....	162
4.2.4. Utilização de infraestrutura tecnológica/metodológica desenvolvida na Europa.....	162
4.2.5. Desenvolvimento de bases de dados input-output ambientais.....	163
4.2.6. Pegada ambiental dos produtos e organizações.....	164
4.2.7. Contratos públicos ecológicos.....	165
4.2.8. Política de resíduos.....	165
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	166



# ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Exemplos de universidades e instituições de investigação europeias ativas na área da ACV.....	31
<b>Tabela 2</b> – Exemplos de prestadores de serviço europeus ativos na área da ACV .....	33
<b>Tabela 3</b> – Exemplos de empresas e associações empresariais ativas na área da ACV .....	34
<b>Tabela 4</b> – Exemplos de redes dedicadas ao suporte ou relacionadas com ACV e o conceito de ciclo de vida.....	40
<b>Tabela 5</b> – Comparação entre os ILCD Entry-level requirements e os ILCD compliance requirements ....	55
<b>Tabela 6</b> – Atividades/produtos ecoinvent 3.0 relacionados com o Brasil, alocação baseada no processo de atribuição, processos agregados .....	62
<b>Tabela 7</b> – Processos da base de dados GaBi profissional relacionados com o Brasil .....	65
<b>Tabela 8</b> – Processos Agri-Footprint 1.0 relacionados com o Brasil, alocação por massa.....	69
<b>Tabela 9</b> – Exemplos de bases de dados de ACV .....	71
<b>Tabela 10</b> – Requisitos de qualidade do sistema PAP .....	92
<b>Tabela 11</b> – Instituições brasileiras de pesquisa por defesas em nível de pós-graduação stricto-sensu.....	105
<b>Tabela 12</b> – Principais orientadores de pesquisa em ACV no Brasil .....	106
<b>Tabela 13</b> – Pesquisadores brasileiros com publicações em periódicos .....	108
<b>Tabela 14</b> – Exemplos de empresas atuantes no Brasil que declaram usar ACV.....	132
<b>Tabela 15</b> – Softwares de auxílio utilizados no Brasil para a manipulação de dados de ACV.....	147
<b>Tabela 16</b> – Métodos de AICV utilizados nas dissertações e teses brasileiras.....	148
<b>Tabela 17</b> – Descrição das principais categorias de impacto utilizadas no Brasil .....	149
<b>Tabela 18</b> – Normas e Leis brasileiras que definem critérios ambientais nas compras públicas .....	155

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Fases da ACV.....	25
<b>Figura 2</b> – Timeline das normas ISO relacionadas com o conceito do ciclo de vida e ACV.....	27
<b>Figura 3</b> – Evolução do número de artigos científicos publicados em ACV e das redes de ACV existentes ....	28
<b>Figura 4</b> – Relação dos conjuntos de dados do formato ILCD .....	52
<b>Figura 5</b> – ILCD <i>Entry-Level Requirements</i> .....	53
<b>Figura 6</b> – Processo de aceitação dos conjuntos de dados de acordo com o ILCD <i>Entry-Level Requirements</i> .....	54
<b>Figura 7</b> – ILCD Editor, versão 1.1.1 .....	57
<b>Figura 8</b> – Estrutura do sistema da base de dados ecoinvent .....	60
<b>Figura 9</b> – Fronteiras do sistema considerado na Agri-footprint .....	67
<b>Figura 10</b> – Diferença entre métodos midpoint e endpoint .....	76
<b>Figura 11</b> – Instrumentos baseados no conceito de ciclo de vida que suportam a produção e o consumo sustentável.....	84
<b>Figura 12</b> – Exemplos de sistemas para declarações ambientais de produto.....	88
<b>Figura 13</b> – Exemplos de rótulos ecológicos europeus.....	89
<b>Figura 14</b> – Comparação dos requisitos de qualidade do sistema PAP e ILCD (Entry-level).....	92
<b>Figura 15</b> – Exemplo de um critério ambiental definido pela UE para os contratos públicos ecológicos para têxteis.....	95
<b>Figura 16</b> – Rácio de utilização de critérios CPE por valor dos contratos públicos nos vários países da UE (2009-2010) .....	96
<b>Figura 17</b> – Marcos históricos do desenvolvimento da ACV no Brasil.....	103
<b>Figura 18</b> – Evolução de estudos com o tema “Pensamento do Ciclo de Vida” desenvolvidos por pesquisadores brasileiros.....	104
<b>Figura 19</b> – Principais pesquisadores brasileiros em ACV.....	107
<b>Figura 20</b> – Principais áreas de aplicação de ACV das pesquisas no Brasil.....	109
<b>Figura 21</b> – Distribuição geográfica dos grupos de pesquisa em ACV no Brasil.....	110
<b>Figura 22</b> – Distribuição geográfica de empresas prestadoras de serviço em ACV.....	124
<b>Figura 23</b> – Interface do Portal ANICER com os resultados do Projeto de ACV de produtos cerâmicos.....	143
<b>Figura 24</b> – Classificação segundo a origem dos dados usados em ICV de estudos brasileiros.....	146
<b>Figura 25</b> – Rótulo RGMat: (a) Marca RGMat; (b) Capa da Declaração Ambiental de Produto do RGMat.....	153
<b>Figura 26</b> – Assinatura completa l'm greenTM.....	153

# NOMENCLATURA

<b>ABCP</b> .....	Associação Brasileira de Cimento Portland
<b>ABCV</b> .....	Associação Brasileira de Ciclo de Vida
<b>ABINEE</b> .....	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
<b>ABIPTI</b> .....	Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica e Inovação
<b>ABIT</b> .....	Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção
<b>ABNT</b> .....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ABRE</b> .....	Associação Brasileira de Embalagem
<b>ABTCP</b> .....	Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel
<b>ACV</b> .....	Avaliação de Ciclo de Vida
<b>ADEME</b> .....	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
<b>AICV</b> .....	Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida
<b>AIST</b> .....	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
<b>ANFAVEA</b> .....	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
<b>ANICER</b> .....	Associação Nacional da Indústria da Cerâmica
<b>ART</b> .....	Agroscope Reckenholz-Tänikon
<b>BFH</b> .....	Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft
<b>BLOCO BRASIL</b> .....	Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto
<b>BNDES</b> .....	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
<b>BRACELPA</b> .....	Associação Brasileira de Celulose e Papel
<b>BSI</b> .....	British Standards Institution
<b>CAPES</b> .....	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
<b>CASE</b> .....	Central and Southeast Europe
<b>CBCS</b> .....	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
<b>CEBDS</b> .....	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
<b>CED</b> .....	Cumulative Energy Demand
<b>CEN</b> .....	European Committee for Standardization
<b>CESC</b> .....	Centre for Sustainable Communications
<b>CETEA</b> .....	Centro de Tecnologia de Embalagem
<b>CETEM</b> .....	Centro de Tecnologia Mineral
<b>CETEMAG</b> .....	Centro Tecnológico do Mármore e Granito
<b>CETIQT</b> .....	Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil
<b>CGEE</b> .....	Centro de Gestão de Estudos Estratégicos
<b>CICLOG</b> .....	Grupo de Pesquisa em Avaliação de Ciclo de Vida
<b>CILCA</b> .....	Conferência Internacional Avaliação de Ciclo de Vida na América Latina
<b>CIRP</b> .....	Academia Internacional de Engenharia de Produção
<b>CLCD</b> .....	Chinese Core Life Cycled database

<b>CML</b> .....	Center of Environmental Science
<b>CNI</b> .....	Confederação Nacional da Indústria
<b>CNPEM</b> .....	Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais
<b>CONAMA</b> .....	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>CONMETRO</b> .....	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
<b>CPM</b> .....	The Swedish life cycle center
<b>CPS</b> .....	Compras Públicas Sustentáveis
<b>CREER</b> .....	Cluster Research, Excellence in Ecodesign & Recycling
<b>CT</b> .....	Comissões Técnicas
<b>CTI</b> .....	Centro de Tecnologia da Informação
<b>CTBE</b> .....	Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol
<b>DEFET/RJ</b> .....	Centro de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
<b>DQR</b> .....	Data Quality Rating
<b>DQR</b> .....	Diretiva Quadro relativa aos Resíduos
<b>DTU</b> .....	Technical University of Denmark
<b>EC</b> .....	European Commission
<b>ECV</b> .....	Engenharia do Ciclo de Vida
<b>EDIP</b> .....	Environmental Design of Industrial Products
<b>EEE</b> .....	Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
<b>EEIO</b> .....	Environmentally Extended Input-Output
<b>EIO-LCA</b> .....	Economic Input-Output Life Cycle Assessment
<b>ELCD</b> .....	European reference Life Cycle Database
<b>EMBRAPA</b> .....	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>EMPA</b> .....	Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research
<b>ENEA</b> .....	Italian National Agency for New Technology, Energy and the Environment
<b>EPLCA</b> .....	European Platform on Life Cycle Assessment
<b>EPS</b> .....	Environmental Priority Strategies
<b>FAPESP</b> .....	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
<b>FEE</b> .....	Fundação Espaço ECO
<b>FINEP</b> .....	Financiadora de Estudos e Projetos
<b>FNDCT</b> .....	Fundo Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico
<b>FSC</b> .....	Forest Stewardship Council
<b>GANAP</b> .....	Grupo de Apoio a Normalização Ambiental
<b>GEE</b> .....	Gases com Efeito de Estufa
<b>GEF</b> .....	Global Environmental Footprint
<b>GET</b> .....	Global Engineering Teams



**GT-ACV** ..... Grupo de Trabalho sobre Avaliação do Ciclo de Vida  
**HFO** ..... Heavy Fuel Oil  
**Ibict**..... Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia  
**ICV** ..... Inventário de Ciclo de Vida  
**IEE**..... Laboratório de pesquisa do Instituto de Energia e Ambiente  
**IEG** ..... International Expert Group  
**IES** ..... Institute for Environment and Sustainability, Joint Research Center (JRC)  
**IFM**..... Instituto Fábrica do Milênio  
**ILCA** ..... International Life Cycle Academy  
**ILCB** ..... International Life Cycle Board  
**ILCD** ..... International Reference Life Cycle Data System  
**IMARES** ..... Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies  
**INMETRO**..... Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia  
**INT** ..... Instituto Nacional de Tecnologia  
**IPT**..... Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
**IPTS** ..... Institute for Prospective Technological Studies, Joint Research Center (JRC)  
**IPU** ..... Institut for Product Development  
**ISO** ..... International Standard Organisation  
**IST**..... Instituto Superior Técnico  
**ITAL**..... Instituto de Tecnologia de Alimentos  
**JRC** ..... Joint Research Center  
**LCA** ..... Life Cycle Assessment  
**LCC** ..... Life Cycle Costing  
**LCI**..... Life Cycle Initiative  
**LCT**..... Life Cycle Thinking  
**LEAP** ..... Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership  
**LFO** ..... Light Fuel Oil  
**LR** ..... Logística Reversa  
**MCTI**..... Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação  
**MDIC** ..... Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior  
**MMA** ..... Ministério do Meio Ambiente  
**NBR**..... Norma Brasileira  
**NIPE** ..... Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético  
**NorLCA**..... Nordic Life Cycle Association  
**NUMA**..... Núcleo de Manufatura Avançada  
**PAISS** ..... Plano de Apoio à Inovação dos Setores Sucroenergéticos e Sucroquímico

<b>PAO</b> .....	Pegada Ambiental das Organizações
<b>PAP</b> .....	Pegada Ambiental do Produto
<b>PBAC</b> .....	Programa Brasileiro de Avaliação da Conformidade
<b>PBACV</b> .....	Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida
<b>PCLCA</b> .....	Polish Centre for Life Cycle Assessment
<b>PCR</b> .....	Product Category Rules
<b>PEF</b> .....	Product Environmental Footprint
<b>PGRSS</b> .....	Plano de Gestão e Gerenciamento de Resíduos
<b>PME</b> .....	Pequenas e Médias Empresas
<b>PMO</b> .....	Project Management Office
<b>PNMC</b> .....	Política Nacional de Mudança do Clima
<b>PNRH</b> .....	Política Nacional de Recursos Hídricos
<b>PNRS</b> .....	Política Nacional de Resíduos Sólidos
<b>PPCS</b> .....	Produção e Consumo Sustentáveis
<b>PSI</b> .....	Paul Scherrer Institute
<b>PUCRS</b> .....	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
<b>QES</b> .....	Quadros Entradas-Saídas
<b>RBTB</b> .....	Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
<b>RCP</b> .....	Regras de Categoria de Produto
<b>RCPAP</b> .....	Regras de Categoria de Pegada Ambiental dos Produtos
<b>REEE</b> .....	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
<b>REPA</b> .....	Resource and Environmental Profile Analysis
<b>RIVM</b> .....	National Institute for Public Health and Environment
<b>RSPA0</b> .....	Regras Setoriais de Pegada Ambiental das Organizações
<b>SEBRAE</b> .....	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
<b>SENAI</b> .....	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
<b>SETAC</b> .....	Society for Environmental Toxicology and Chemistry
<b>SICV</b> .....	Inventário do Ciclo de Vida para a competitividade Ambiental da Indústria Brasileira
<b>SINDICEL</b> .....	Sindicato da Indústria de Condutores Elétricos, Trefilação e Laminação de Metais Não-Ferrosos
<b>SINDIROCHAS</b> .....	Sindicato das Indústrias de Rochas Ornamentais, Cal e Calcários do Espírito Santo
<b>SISNAMA</b> .....	Sistema Nacional de Meio Ambiente
<b>S-LCA</b> .....	Social Life Cycle Assessment
<b>UAB</b> .....	Universitat Autònoma de Barcelona
<b>UEM</b> .....	Universidade Estadual de Maringá
<b>UESB</b> .....	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
<b>UESC</b> .....	Universidade Estadual de Santa Cruz





**UFBA** .....Universidade Federal da Bahia  
**UFGD** .....Universidade Federal da Grande Dourados  
**UFRGS** .....Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
**UFRJ** .....Universidade Federal do Rio de Janeiro  
**UFSC** .....Universidade Federal de Santa Catarina  
**UnB** .....Universidade de Brasília  
**UNEP** .....United Nations Environment Programme  
**UNESP** .....Universidade Estadual Paulista  
**UNICAMP** .....Universidade Estadual de Campinas  
**UNIFEI** .....Universidade Federal de Itajubá  
**UPE** .....Universidade de Pernambuco  
**USP** .....Universidade de São Paulo  
**UTFPR** .....Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
**WSSD** .....World Summit on Sustainable Development  
**XML** .....eXtended Markup Language



# GLOSSÁRIO DE TERMOS DE ACV

VERSÃO INGLESA	VERSÃO PORTUGUESA	VERSÃO BRASILEIRA
allocation	alocação	alocação
ancillary input	entrada auxiliar	entrada auxiliar
category endpoint	impacte final por categoria	ponto final da categoria
characterization factor	factor de caracterização	fator de caracterização
comparative assertion	afirmação comparativa	afirmação comparativa
completeness check	controlo de integralidade	verificação de completeza
consistency check	controlo de coerência	verificação de consistência
co-product	co-produto	co-produto
critical review	revisão crítica	revisão crítica
cut-off criteria	critérios de exclusão	critérios de corte
data quality	qualidade dos dados	qualidade dos dados
elementary flow	fluxo elementar	fluxo elementar
energy flow	fluxo energético	fluxo de energia
environmental aspect	aspecto ambiental	aspecto ambiental
environmental mechanism	mecanismo ambiental	mecanismo ambiental
evaluation	avaliação	avaliação
feedstock energy	energia de alimentação	energia associada a entradas não energéticas
functional unit	unidade funcional	unidade funcional
impact category	categoria de impacte	categoria de impacto
impact category indicator	indicador de categoria de impacte	indicador de categoria de impacto
input	entrada	entrada
interested party	parte interessada	parte interessada
intermediate flow	fluxo intermédio	fluxo intermediário
intermediate product	produto intermédio	produto intermediário
life cycle	ciclo de vida	ciclo de vida
life cycle assessment	avaliação do ciclo de vida	avaliação do ciclo de vida
life cycle impact assessment	avaliação de impacte do ciclo de vida	avaliação de impacto do ciclo de vida

continua...

VERSÃO INGLESA	VERSÃO PORTUGUESA	VERSÃO BRASILEIRA
life cycle interpretation	interpretação do ciclo de vida	interpretação do ciclo de vida
life cycle inventory analysis	inventário do ciclo de vida	análise de inventário do ciclo de vida
life cycle inventory analysis result	resultado do inventário do ciclo de vida	resultado da análise do inventário do ciclo de vida
output	saída	saída
process	processo	processo
process energy	energia de processo	energia de processo
product	produto	produto
product flow	fluxo de produto	fluxo de produto
product system	sistema de produto	sistema de produto
raw material	matéria-prima	matéria-prima
reference flow	fluxo de referência	fluxo de referência
releases	emissões e descargas	liberações
sensitivity analysis	análise de sensibilidade	análise de sensibilidade
sensitivity check	controlo de sensibilidade	verificação de sensibilidade
system boundary	fronteira do sistema	fronteira do sistema
transparency	transparência	transparência
uncertainty analysis	análise de incerteza	análise de incerteza
unit process	processo unitário	processo elementar
waste	resíduo	resíduo
dataset	conjunto de dados	conjunto de dados
attribitional approach	abordagem baseada no processo de atribuição	abordagem atribucional
consequential approach	abordagem consequencial	abordagem consequencial
database	base de dados	base de dados
normalization	normalização	normalização
weighting	ponderação	ponderação

Notas: Seguiu-se a nomenclatura da norma ISO 14040, sempre que possível. Para alguns casos específicos, foram utilizados outros referenciais ou termos comuns. Quando aplicável, os termos usados no capítulo 2 têm por base a terminologia Portuguesa, enquanto que nos restantes capítulos do presente documento utilizou-se a terminologia Brasileira.

# SUMÁRIO EXECUTIVO

## INTRODUÇÃO

Este documento técnico está enquadrado na 7ª convocatória do Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais Brasil-União Europeia, na temática Avaliação do Ciclo de Vida, e tem como principal objetivo a troca, entre o Brasil e a União Europeia, de experiências que possibilitem o aprofundamento técnico sobre a ACV e fortalecer a cooperação bilateral para compatibilização e intercâmbio de dados (Ibict, 2014). O método de trabalho foi por meio de revisão bibliográfica em artigos científicos, teses, dissertações, relatórios técnicos, bases de dados e softwares de ACV, bem como de outra informação relevante.

A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é a compilação e avaliação das entradas e saídas e dos potenciais impactos ambientais de um produto através do seu ciclo de vida (ISO 14040:2006) e é um método estruturado, compreensivo e padronizado a nível internacional que quantifica informação sobre as emissões e os recursos consumidos e sobre os impactos ambientais, os impactos sobre a saúde humana e o nível de depleção de recursos (EC/JRC/IES, 2010c).

## HISTÓRICO DA ACV

Os primeiros trabalhos reconhecidos como ACV datam do final da década de 60, princípios da década de 70 (Guinée et al. 2011). No entanto, foi durante a década de 90 em que ocorreu o maior desenvolvimento da ACV, em nível científico devido aos esforços da SETAC e em nível de normalização formal dos métodos e procedimentos pela ISO (Guinée et al., 2011). As primeiras normas sobre ACV surgiram em 1997 e 1998, na qual o Brasil participou da discussão por meio de um subcomitê específico sobre ACV, sendo que em 2001 foi

lançada a NBR ISO 14040. Na primeira década do século XXI e até ao presente, o interesse pela ACV tem aumentado fortemente. Exemplos disso são a crescente evolução das publicações científicas e a evolução das parcerias e redes que visam promover a ACV e o conceito do ciclo de vida.

## PRÁTICA DA ACV NOS DIVERSOS SETORES

A ACV é uma metodologia utilizada principalmente por instituições de pesquisa e universidades, mas que também é uma fonte de negócios de importância crescente tanto no âmbito de atuação dos prestadores de serviço em ACV, quanto na aplicação pela indústria. A Europa destaca-se, sendo a região com maior número de publicações e redes relacionadas com ACV, e é o local na qual ocorrem os maiores desenvolvimentos da metodologia, das ferramentas de apoio a projetos de ACV (e.g. softwares) e das bases de dados de Inventários de Ciclo de Vida (ICV). No Brasil, a comunidade de ACV é representada por mais de 27 grupos e/ou laboratórios de pesquisa, 18 empresas de consultoria e 64 empresas/indústrias que utilizam a ACV como prática de gestão ambiental.

A ACV é utilizada nas empresas como uma ferramenta de gestão ambiental estratégica capaz de identificar oportunidades para melhorar o desempenho ambiental de produtos em vários pontos do seu ciclo de vida, aumentar o conhecimento de seus processos e produzir informação ambiental para comunicar mais eficazmente o seu posicionamento junto a seus stakeholders, como forma de melhorar a competitividade dos seus produtos e serviços e incrementar a sua imagem corporativa.



Ao nível de entidades governamentais na Europa, a ACV é frequentemente utilizada para avaliar impactos não comerciais de políticas públicas. No Brasil, a ACV vem sendo desenvolvida e incentivada pela Associação Brasileira de Ciclo de Vida (ABCV) e pelo Ibict e Inmetro, responsáveis pela coordenação do Programa Brasileiro em Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV), que tem como finalidades construir uma base nacional de ICV e contribuir para a disseminação do pensamento do ciclo de vida.

### **FORMATO DE DADOS, BASE DE DADOS E SOFTWARES DE ACV.**

As bases de dados de ICV podem ser classificadas em dois principais formatos: o International Reference Life Cycle Data System (ILCD) e o ecoSpold. O ILCD, desenvolvido pelo Joint Research Center (JRC), é uma coleção de publicações, documentos e ferramentas para o desenvolvimento e compartilhamento de dados de ICV e AICV. Para garantir a qualidade dos dados, o ILCD define os ICV de acordo com dois requisitos: (i) ILCD Entry-level Requirements, que são de caráter provisório com validade de 3 anos; (ii) ILCD Compliance-Requirements com requisitos mais exigentes de qualidade após o período transitório. Neste sistema, os direitos de propriedade são exclusivos da organização geradora dos dados. Para facilitar a construção dos ICV no formato ILCD são disponibilizadas algumas ferramentas, tais como o ILCD Editor, o ILCD2XLS converter e o Soda4LCA.

O formato ecoSpold, desenvolvido pelo ecoinvent Center, é atualmente o mais abrangente e completo na troca de dados de ICV em âmbito global e é também o formato de dados mais utilizado em projetos de ACV desenvolvidos no Brasil. O ecoinvent Center permite que entidades terceiras e empresas forneçam seus conjuntos de dados de forma gratuita, sendo que o centro fica com direitos não exclusivos para a sua integração

na base de dados. De maneira similar ao ILCD, é disponibilizada uma ferramenta grátis, o ecoEditor, que permite a criação, edição, revisão e partilha de conjuntos de dados no formato ecoSpold.

Atualmente, existem mais de 38 bases internacionais de dados de ACV, sendo que, por exemplo, podem ser encontrados conjuntos de dados de produtos brasileiros na base do ecoinvent, Gabidatabase'13 e Agri-Footprint 1.0. A base de dados de ICV brasileira está atualmente em construção e é coordenada pelo Ibict. A base segue o formato ILCD e possui o ICV consolidado para a produção de diesel, para processos de refinarias de petróleo e para produção de rochas ornamentais. No que diz respeito a softwares de gestão e manipulação de dados percebe-se que na Europa e no Brasil existe uma maior tendência ao uso do SimaPro®, do GaBi e do Umberto. Outro software destacado é o openLCA desenvolvido pela GrenDelta e disponibilizado de forma gratuita, sendo que esta empresa também disponibiliza uma ferramenta de conversão de formatos ecoSpold para ILCD e vice-versa, o openLCA format converter.

A Avaliação de Impactos no Ciclo de Vida (AICV) dos projetos de ACV no Brasil e na Europa é realizada utilizando metodologias europeias, como o CMIL-IA, o ILCD 2011 e o EDIP 2003 em nível midpoint, Ecological Scarcity 2013 em nível endpoint, e o ReCiPe, que é simultaneamente um método midpoint e endpoint. Além de ser comumente utilizados métodos single issue como Demanda Acumulada de Energia.

### **TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DA ACV.**

A ACV é uma disciplina científica muito dinâmica sendo que existem algumas áreas nas quais se esperam alguns desenvolvimentos, tais como: mais bases de dados de ICV e com maior nível

de qualidade, modelagem de ICV considerando abordagens atribucional e consequencial, modelos AICV com fatores de caracterização por região e inclusão de outras abordagens para uma avaliação mais completa da sustentabilidade de produtos, tais como a Life Cycle Costing (LCC) e a Social Life Cycle Assessment (S-LCA).

### **ACV COMO SUPORTE A POLÍTICAS DE PRODUTO E OUTRAS ESTRATÉGIAS AMBIENTAIS.**

No âmbito de políticas públicas para compras sustentáveis, ao nível Europeu, o Manual de contratos públicos ecológicos tem definido critérios para compras de determinados produtos e serviços com base em rótulos ecológicos já existentes e informações do ciclo de vida já publicados. Enquanto que no Brasil, o Guia de Compras Públicas Sustentáveis para a Administração Federal sugere o uso de rotulagens baseados em estudos de ACV como comprovação da sustentabilidade de produtos e serviços, em processos de Compras Públicas Sustentáveis. Como ferramentas e estratégias ambientais para comunicação da sustentabilidade de produtos e serviços foram criadas uma grande variedade de rótulos ecológicos e declarações ambientais de produto. Na Europa os mais conhecidos são o The International EPD® System e a iniciativa Single Market for Green Products, enquanto no Brasil o único rótulo tipo III disponível é o RGMat da Fundação Vanzolini.

Em termos de Políticas de Resíduos, na Europa foi adotada um conceito denominado Responsabilidade Alargada do Produtor (RAP), impondo aos fabricantes de alguns produtos prioritários a responsabilidade pela gestão dos seus produtos, em todas as fases do seu ciclo de vida. De maneira análoga no Brasil, a PNRS estabelece o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

### **BARREIRAS EXISTENTES E OPORTUNIDADES DE COLABORAÇÃO ENTRE EUROPA E O BRASIL.**

A análise realizada demonstrou que a ACV encontra-se mais disseminada a nível Europeu em termos de existência de bases de dados, qualidade de dados e infraestrutura tecnológica e ao nível da utilização da ferramenta e do conceito de ciclo de vida no suporte a políticas públicas e outras estratégias ambientais por empresas, embora no Brasil tenham sido identificadas capacidades e experiência relevante na área da ACV. Além dessas barreiras específicas a cada realidade, foi possível definir barreiras em comum para o maior uso da ACV na UE e no Brasil. Por exemplo, no que concerne a uma maior adoção da ACV pelas empresas citam-se a confidencialidade de dados, o desconhecimento das empresas das limitações e vantagens da ferramenta, a tensão existente entre a necessidade das empresas de terem abordagens simples e rápidas e os requisitos metodológicos para elaboração de estudos robustos, diferentes possibilidades de modelagem levarem a resultados de facto diferentes para os mesmos inventários e de existir ainda um grau de incerteza científica elevada na avaliação de impacto do ciclo de vida, para algumas categorias ambientais.

Diante deste contexto, foram delineadas algumas áreas com potencial de colaboração entre UE e Brasil, nomeadamente, o desenvolvimento da base de dados brasileira de ICV, o apoio à disponibilização de processos de ICV brasileiros em bases de dados internacionais, a regionalização de fatores de caracterização de categorias de impacto ambiental, a utilização de infraestrutura tecnológica e metodológica desenvolvida na Europa, o desenvolvimento de bases de dados input-output ambientais, a Pegada Ambiental dos Produtos e Organizações, e troca de experiências para o desenvolvimento de contratos públicos ecológicos.



Ressalva-se ainda que já existe colaboração entre entidades públicas, empresas, universidades e instituições de pesquisa Brasileiras e Europeias. Por exemplo ao nível de diversas redes de ACV internacionais, como a participação da ABCV na Life Cycle Initiative, da UTFPR na International Life Cycle Academy (ILCA) e a parceria de colaboração entre Ibict com o IES/JRC.

Por outro lado, é importante destacar que a oportunidade de colaboração é bidirecional. Por exemplo o desenvolvimento de conjuntos de dados regionais é um tema relevante na aplicação da ACV por parte do setor industrial, tanto em nível nacional quanto para empresas internacionais, devido à dispersão geográfica associada a muitas cadeias de valor existentes. Neste caso concreto podem ser formalizadas parcerias na qual especialistas brasileiros podem auxiliar na validação de ICV desenvolvidos por entidades europeias além de contribuir para o desenvolvimento de novos conjuntos de dados de produtos fabricados no Brasil.



# EXECUTIVE SUMMARY

## INTRODUCTION

This technical report shows the results of the EU-Brazil Sector Dialogues Support Project on Life Cycle Assessment. The aim of this project is to promote the exchange of experiences between Brazil and the European Union, enabling the technical enhancement of LCA and the increase of the bilateral cooperation for data exchange (Ibict, 2014). The methodology used was the bibliographical review of scientific papers, master dissertations, PhD thesis, technical reports, LCA databases and software and other sources with relevant information.

Life Cycle Assessment (LCA) is the compilation and evaluation of the inputs, outputs and the potential environmental impacts of a product system throughout its life cycle (ISO 14040:2006) and it is a structured, comprehensive and internationally standardized method that quantifies information on emissions and resources consumed and the related environmental and health impacts and resource depletion issues (EC/JRC/IES, 2010c).

## LCA HISTORY

The first studies that are known as LCA date from the late 60s and early 70s (Guinée et al. 2011). However, it was on 90s that can be perceived a remarkable development of LCA with the joint efforts of SETAC at the scientific level and ISO at the formal task of standardization of methods and procedures (Guinée et al. 2011). The first LCA standards are from 1997 and 1998. Brazil collaborated in the discussion and the reviewing process of the standards through a specific subcommittee on LCA. In 2001, was published

the NBR ISO 14040 in Brazil. In the first decade of the 21st century, the interest in LCA has strongly increased as it can be noticed by the increase in scientific publications and the development of partnerships and networks that aims to promote LCA and life cycle thinking.

## LCA PRACTICE IN DIFFERENT SECTORS

LCA is a methodology mainly used in research institutions and universities, but it is also an important core business for environmental consultancy companies and for application by industry. Regarding to LCA development, Europe has the highest number of scientific publications and networks related to LCA and is the main responsible for the development of the methodology, supporting tools on LCA projects (e.g. software) and LCI databases. The LCA community in Brazil are represented by more than 27 research groups, 18 consulting firms and 64 industries that use LCA as an environmental management practice.

From the industry point of view, LCA is a strategic environmental management tool capable to help to identify opportunities to improve the environmental performance of products throughout several stages of its life cycle, to increase its process knowledge and to produce environmental information for a better communication with stakeholders in order to increase the competitiveness of products and services and improve corporate brand.

At the government level, LCA is often used in Europe to assess non-commercial impacts of public policies. In Brazil, LCA has been developed and promoted by the Brazilian Association of Life Cycle (ABCV) and by the Brazilian Program



on Life Cycle Assessment (PBACV). The PBACV is coordinated by Ibict and Inmetro and aims to develop a national LCI database and contribute to the promotion of life cycle thinking.

## **DATA FORMAT, DATABASE AND LCA SOFTWARE**

The LCI database can be classified in two main data formats: the International Reference Life Cycle Data System (ILCD) and ecoSpold. The ILCD format developed by the Joint Research Centre (JRC) consists of a series of technical documents (Handbook) and tools for the development and sharing of LCI and LCIA data. The quality level of the LCI datasets is guaranteed by two requirements: (i) ILCD Entry-level requirements, a provisory permission valid for 3 years; (ii) ILCD Compliance-Requirements, which demands a high quality data level after the provisory period. In the ILCD system, property rights are exclusive of the data organization developer. The JRC provides supporting tools to develop LCI on ILCD format, such as the ILCD Editor, ILCD2XLS converter and Soda4LCA tools.

The ecoSpold format developed byecoinvent Center is the most comprehensive and complete LCI database for data exchange worldwide; and is the data format most used in LCA projects in Brazil. Theecoinvent Center encourages organizations and industries to provide their datasets costs free. Therefore during the submission process submitters will be asked to grantecoinvent the non-exclusive right to use the dataset. Theecoinvent Center also provides free tools for submitters to create, edit, review, share and modify their datasets on ecoSpold formats, theecoEditor, toolthat can be download in theecoinvent website.

Currently there are more than 38 international LCA

databases. Brazilian datasets can be found, for instance, in theecoinvent, Gabidatabase'13 and the Agri-Footprint 1.0 databases. The Brazilian LCI database (SICV Brasil) follows the ILCD format and it is being developed under the coordination of Ibict. The diesel, petroleum refinery process and ornamental rocks are the datasets current available in Brazilian database. Regarding LCA softwares, SimaPro®, GaBi and Umberto are the main tools used in Europe and Brazil. Other important LCA softwares are openLCA and openLCA format converter. Both tools are free, open source software developed by GreenDelta. The latter is a tool for converting LCA datasets from one LCA data format to another.

The Life Cycle Impact Assessment in both European and Brazilian LCA projects uses methods developed considering European conditions, such as CML-IA, ILCD 2011 and EDIP 2003 at midpoint level, Ecological Scarcity 2013 at endpoint level, and the ReCiPe methodology that is both a midpoint and endpoint method. Furthermore, other single-issue LCIA methods such as the Cumulative Energy Demand are also cited in LCA projects.

## **LCA EVOLUTION TRENDS**

LCA methodology is a dynamic scientific field. Therefore, there are specific topics in which are expected further developments, such as: new databases with higher quality level, LCI modeling considering attributional and consequential approaches, LCIA methodologies with site-specific characterization factors, and the inclusion of Life Cycle Costs and Social Life Cycle Assessment to achieve a more sustainable evaluation of products.

## **LCA AS A SUPPORTING TOOL OF PRODUCT POLICIES AND ENVIRONMENTAL STRATEGIES**



Regarding public policies for Green Product Procurement (GPP), the European Commission published a Handbook on GPP that uses existing eco-labels and the life cycle thinking information already published to support the criteria definition for some specific products' purchasing. Meanwhile, in Brazil, the Handbook on GPP for Federal Government suggests the use of eco-labels based on LCA to certify the sustainability of products and services in procurement processes. Related to the availability of tools and environmental strategies for the communication of products and services sustainability, there are several types of eco-labels and environmental product declarations, e.g. The International EPD® System and the Single Market for Green Products initiative in Europe, while in Brazil the only type III label available is the RGMat label from Fundação Vanzolini.

Regarding to Waste Policies, Brazil and Europe established similar concepts for some specific products extending the manufacturer responsibility to manage all life cycle stages of their products, i.e. Extended Producer Responsibility (EPR) concept in Europe and Shared responsibility for product life cycle in Brazil.

## **BARRIERS AND OPPORTUNITIES FOR COLLABORATION BETWEEN EUROPEAN UNION AND BRAZIL**

The final project results showed that LCA is more widespread at European level regarding to the availability of LCI databases, data quality and technological infrastructure, LCA usage to support public policies and as a tool for environmental strategies applied by industries, although Brazil demonstrate relevant capabilities and experience in LCA. Beside these specific barriers, several barriers were identified that are common to both realities, specially related to the LCA application by

industries, such as data confidentiality issues, lack of knowledge by the industry of the limitations/ advantages of LCA, the divergence between the industry's need to have quick and practical approaches and the methodological requirement for robust LCA projects, the fact that different possibilities of modeling lead to different results using the same inventory and that there is still a degree of high scientific uncertainty in impact assessment for some environmental categories.

In this context, we define strategic actions with potential for collaboration between the EU and Brazil: development of the Brazilian LCI database, support the provision of Brazilian LCI datasets in international databases, regionalized characterization factors of the impact categories, use of technological and methodological infrastructure developed in Europe, development of environmental input-output databases, Environmental Footprint of Products and Organizations, and the experience exchange for the development of green public procurement.

Moreover, it should further be highlighted that the collaboration between Brazilian and European organizations already exists at LCA networks level, e.g. the participation of ABCV in the Life Cycle Initiative and UTFPR in the International Life Cycle Academy (ILCA) and the collaborative partnership between Ibict and the JRC/IES. Furthermore, the above-mentioned opportunities for collaboration should be considered as bidirectional. For instance the development of regional datasets is an important issue for LCA application by industry sector worldwide due to the geographical dispersion related with many existing supply chains. In this sense, Brazilian LCA experts can assist international LCI developers in order to validate and create datasets of Brazilian products.



# 1. INTRODUÇÃO

Edivan Cherubini, Paulo Trigo Ribeiro

## 1.1. ÂMBITO E OBJETIVOS DO RELATÓRIO

Em 2008 foi estabelecido o “Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais UE-Brasil”, entre o Brasil e a União Europeia, que tem como objetivo contribuir para o progresso e o aprofundamento da parceria estratégica e das relações bilaterais entre o Brasil e a União Europeia mediante o apoio ao intercâmbio de conhecimentos técnicos.

Nesse contexto, foram efetuadas diversas ações de cooperação, sendo uma delas relativa a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) – “Projeto Diálogos Brasil – União Europeia sobre Análise do Ciclo de Vida”, código da ação C&TE0002, 7ª Convocatória, Diálogo em Ciência e Tecnologia.

O objetivo dessa ação é a troca de experiência entre o Brasil e a União Europeia a fim de propiciar o aprofundamento técnico na temática de avaliação do ciclo de vida e fortalecer a cooperação bilateral para compatibilização e intercâmbio de dados (Ibict, 2014).

Portanto, foram definidas várias etapas para o projeto, sendo que um dos resultados esperados é o desenvolvimento de um documento técnico abordando os seguintes aspectos (Ibict, 2014):

- o estado da arte de ACV na Europa: arcabouço institucional, políticas de gestão da Rede ILCD e metodologia de desenvolvimento de inventários e armazenamento de dados.
- o estado da arte de ACV no Brasil: arcabouço institucional, gestão do SICV Brasil e metodologia de desenvolvimento de inventários e armazenamento de dados.

- análise de barreiras e oportunidades de colaboração.

É nesse contexto que surge o presente relatório, que constitui a versão final do referido documento técnico.

## 1.2. MÉTODO DE TRABALHO E ESTRUTURA DO RELATÓRIO

No âmbito da execução do “Projeto Diálogos Brasil – União Europeia sobre Análise do Ciclo de Vida”, realizou-se em Brasília, nos dias 15 e 16 de julho, a reunião inicial do projeto que envolveu a equipe da entidade brasileira responsável pelo projeto, o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), representantes da Confederação Nacional da Indústria, da Universidade de Brasília e da Universidade de São Paulo, além dos peritos externos selecionados para a elaboração do documento de apoio ao projeto, com a caracterização do estado da arte da ACV na Europa e no Brasil (Ibict, 2014b).

No que concerne à elaboração do relatório, nessa reunião ficou definido o método de trabalho, o planejamento das atividades e o conteúdo e a estrutura do relatório a ser produzido nesse âmbito.

O método de trabalho é assente em revisão bibliográfica de artigos científicos, teses, dissertações, relatórios técnicos, bases de dados e softwares de ACV, bem como de outras informações relevantes.

O documento está estruturado em capítulos, e apresenta o seguinte conteúdo:

**CAPÍTULO 1** – “Introdução”, em que se apresenta o âmbito e os objetivos do relatório, bem como o método de trabalho seguido e a estrutura do documento. [Edivan Cherubini e Paulo Trigo Ribeiro].

**CAPÍTULO 2** – “Experiência de ACV na Europa”, em que se apresenta a história da ferramenta, as práticas nos diversos setores, os formatos de dados, os inventários de ciclo de vida, as bases de dados, os softwares e os métodos de avaliação utilizados em ACV, bem como diversos casos de estudo de uso da ACV para suporte a políticas de produto e outras estratégias ambientais na Europa. [Paulo Trigo Ribeiro].

**CAPÍTULO 3** – “Experiência de ACV no Brasil”, em que se apresenta a história da ferramenta, as práticas nos diversos setores, os formatos de dados, os inventários de ciclo de vida, os bancos de dados, os softwares e os métodos de avaliação utilizados em ACV, bem como diversos casos de estudo de uso da ACV para suporte a políticas de produto e outras estratégias ambientais no Brasil. [Edivan Cherubini].

**CAPÍTULO 4** – “Análise de barreiras existentes e identificação de oportunidades de colaboração entre a Europa e o Brasil”, em que se realiza uma análise comparativa das experiências, com enfoque nas barreiras existentes ao uso da ACV no Brasil e na identificação de potenciais áreas de colaboração conjunta em ACV. [Edivan Cherubini e Paulo Trigo Ribeiro].

**REFERÊNCIAS** – seção em que se apresentam as referências bibliográficas utilizadas no documento.

## 2. EXPERIÊNCIA DE ACV NA EUROPA

Paulo Trigo Ribeiro

### 2.1. HISTÓRIA DA ACV

A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)<sup>1</sup> é a compilação e avaliação das entradas e saídas e dos potenciais impactos ambientais de um produto através do seu ciclo de vida (ISO 14040:2006), e constitui uma ferramenta estruturada, abrangente e padronizada em nível internacional que quantifica informação sobre as emissões e os recursos consumidos e sobre os impactos ambientais, os impactos sobre a saúde humana e o nível de depleção de recursos (EC/JRC/IES, 2010c).

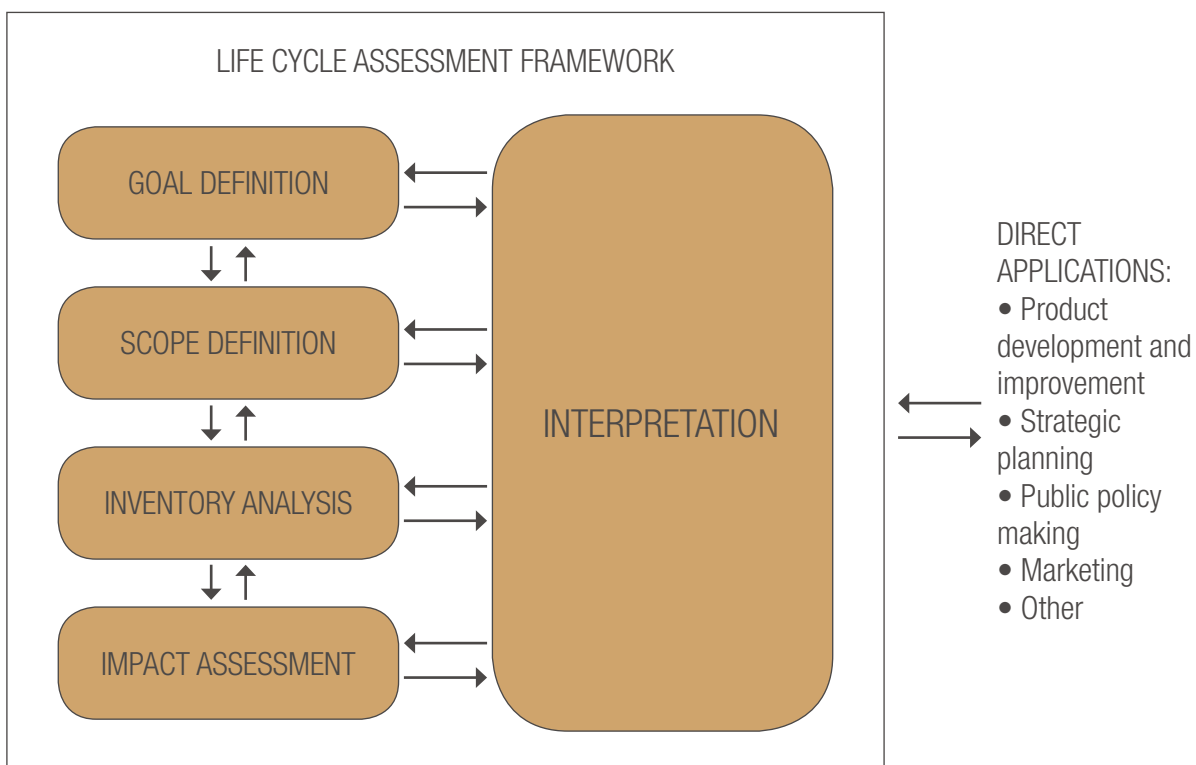
A ACV é baseada na 1ª e na 2ª lei da termodinâmica (Ferrão, 1998) e permite, entre outros objetivos, fornecer um quadro de interações de uma atividade com o ambiente, contribuir para o entendimento da natureza interdependente e global das consequências ambientais das atividades humanas e providenciar aos agentes decisores informações que identifiquem oportunidades de ecoeficiência (Daniels e Moore, 2002).

A ACV é atualmente a ferramenta utilizada por excelência para avaliar o desempenho ambiental de produtos e serviços. Como o próprio nome indica, o conceito fundamental desta ferramenta é o ciclo de vida, que surge com a consciência de que qualquer sistema, produto, processo ou atividade produz impactos ambientais desde que os recursos naturais indispensáveis à sua existência são extraídos da natureza, até que, após a sua vida útil, são devolvidos ao ambiente na forma de emissões aquosas e atmosféricas, resíduos ou energia (Ribeiro e Lopes, 2013).

1. Life Cycle Assessment (LCA), em inglês.

Num estudo de ACV, após a definição inicial do seu âmbito e objetivos, procede-se à inventariação dos processos unitários associados ao ciclo de vida em análise, o que envolve a identificação e a quantificação dos seus fluxos mássicos e energéticos. Esses fluxos são avaliados através de modelos científicos desenvolvidos para o efeito, que classificam as diferentes substâncias e energias segundo os impactos a que dão origem (e.g. emissão de gases com efeito de estufa) e caracterizam esses impactos com base em substâncias padrão (e.g. CO2 equivalente). Os resultados obtidos são interpretados à luz da qualidade e integralidade dos dados utilizados no estudo, da robustez da análise realizada, dos resultados alcançados e dos objetivos pretendidos para o estudo (Ribeiro e Lopes, 2013) (ver igualmente Figura 1).

Figura 1 – Fases da ACV



Fonte: EC/JRC/IES (2010).

Os primeiros estudos reconhecidos como sendo de alguma forma estudos de avaliação de ciclo de vida datam do final da década de 60 e princípios da década de 70 (Guinée et al. 2011) e derivam das análises energéticas conduzidas nessa época (e.g. Sundström, 1971), cujo âmbito foi ampliado para abranger outros recursos e emissões.

O desenvolvimento desse tipo de estudos coincidiu com o despontar das preocupações ambientais em nível global, que estavam então ligadas sobretudo ao controle de poluição, ao tratamento de resíduos à eficiência energética, e que conduziram à Conferência de Estocolmo de 1972, que marca a tomada de consciência das preocupações ambientais em nível internacional (Ribeiro, 2008).

Um dos primeiros estudos realizados foi desenvolvido pelo Midwest Research Institute (MRI) para a Coca-Cola, em 1969, com o objetivo de analisar diferentes tipos de embalagens para refrigerantes e identificar quais apresentavam menores índices de emissões, tendo a quantificação do uso de recursos e de emissões ficado conhecida nessa altura como Resource and Environmental Profile Analysis (REPA) (Guinée et al. 2011).

Em nível europeu, esse tipo de estudos ficou conhecido como Ecobalances (Lima, 2007), sendo que, na Europa um dos estudos que marcaram o início do desenvolvimento da ACV como ela é entendida hoje em dia foi conduzido por Basler e Hofman, na Suíça, onde se compararam igualmente embalagens de diversos materiais (Basler e Hofman, 1974).

Após um período de relativa estagnação, em meados da década de 80, essa área científica começou a gerar interesse crescente. Em 1984,

a Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (EMPA) publicou um relatório no qual apresentou uma lista compreensiva dos dados necessários para os estudos de ACV, relacionados novamente com embalagens (EMPA, 1984), tendo igualmente introduzido o primeiro método de avaliação de impactos (Guinée et al., 2011).

Durante as décadas de 70 e 80, os estudos desenvolvidos utilizaram diversas abordagens e terminologias, não existindo discussão científica, partilha de informações ou quadro conceptual comum. Logo, os resultados obtidos divergiam bastante, mesmo quando os produtos em causa eram os mesmos ou semelhantes, o que evitou que a ACV tivesse uma aceitação e um uso mais generalizado (Udo de Haes, 2002).

Durante a década de 90 ocorreu grande desenvolvimento da ACV, especialmente em nível científico e da aplicação concreta da ferramenta. Tal é evidenciado pela quantidade de workshops, conferências e seminários realizados, bem como pelos inúmeros manuais e guias publicados e pelos artigos que começaram a aparecer, nomeadamente nas revistas científicas *Journal of Cleaner Production*, *Resources, Conservation and Recycling*, *International Journal of LCA*, *Environmental Science & Technology* e *Journal of Industrial Ecology* (Guinée et al., 2011).

Uma das promotoras dos workshops conferências e seminários relacionados com ACV foi a Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), que reuniu diversos elementos da comunidade científica internacional com o objetivo de desenvolver uma abordagem teórica consensual para a ACV (Lima, 2007). No âmbito da Setac foi publicado o primeiro guia sobre os aspectos metodológicos de ACV, denominado Código de Prática (SETAC, 1993).

Outra organização com papel preponderante em nível da ACV nessa altura, e tal como no caso da Setac, cuja atividade na área da ACV perdura até os dias de hoje, é a International Organization for Standardization (ISO). Enquanto a Setac se concentrou no desenvolvimento científico dos aspectos metodológicos relacionados com ACV, a ISO dedicou-se à normalização formal dos métodos e procedimentos (Guinée et al., 2011). Nesse contexto, as primeiras normas surgiram em 1997 e 1998 (ver figura 2).

Figura 2 – Timeline das normas ISO relacionadas com o conceito do ciclo de vida e ACV

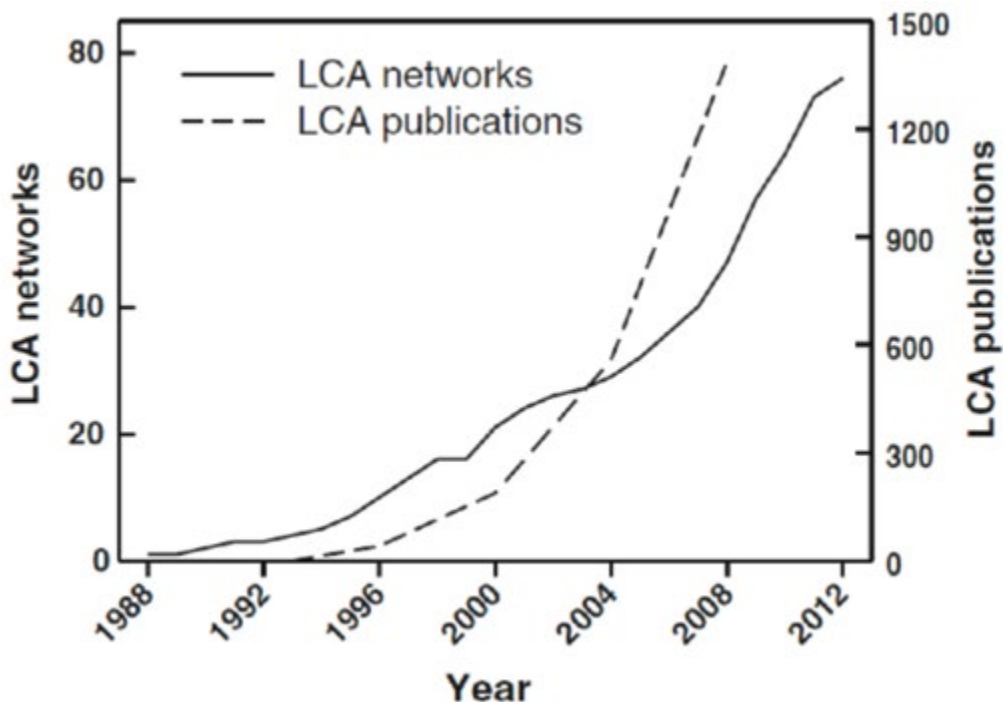
1997	1998	2000	2002	2006	2012	2013	2014
ISO 14040	ISO 14041	ISO 14042	ISO/TS 14048	ISO 14040	ISO 14045	ISO/TS 14067	ISO 14046
		ISO 14043		ISO 14044	ISO/TR 14047		ISO/TS 14071
		ISO/TR 14049		ISO 14064	ISO/TS 14033		ISO/DTS 14072

A década de 90 ficou caracterizada portanto como o período de criação e normalização de uma estrutura metodológica e sua terminologia, embora não se tenha tido a pretensão que essa normalização fosse realizada de forma detalhada. Foi igualmente nesse período que apareceram alguns dos métodos de avaliação de impactos do ciclo de vida, como por exemplo, o Eco-indicator 95, o Eco-indicator 99, o CML 1992 e o EDIP/UMIP 97, que são precursores de métodos utilizados atualmente.

Os principais focos dos estudos de ACV continuaram a ser os produtos de grande consumo, por exemplo, as embalagens, os plásticos e os metais. No entanto, outros tipos de produtos também foram alvo de atenção, como é o caso dos produtos agrícolas, tendo sido nessa década que começaram a aparecer os estudos pioneiros para esses tipo de produtos (Blonk Agri-footprint BV., 2014a).

Na primeira década do século XXI e até o momento presente, o interesse pela ACV tem aumentado fortemente. Um exemplo disso é a evolução crescente ocorrida nível de publicações nessa área científica, bem como a evolução ocorrida nas parcerias e redes que visam promover a ACV e o conceito do ciclo de vida (figura 3).

Figura 3 – Evolução do número de artigos científicos publicados em ACV e das redes de ACV existentes



Fonte: Bjorn et al. (2013), baseado em Sousa e Barbastefano (2011) para o número de artigos, que foram compilados através da base de dados Web of Science.

Nesse aspecto, a Europa destaca-se como a região com maior número de artigos publicados e com maior número de redes relacionadas com ACV (Bjorn et al., 2013).

Desde o início do século, há de se realçar o surgimento da Life Cycle Initiative, em 2002, que constitui uma parceria da United Nations Environment Programme (UNEP) e da Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) para a promoção do conceito do ciclo de vida<sup>2</sup> em nível global.

De igual modo, em nível europeu, e como resposta ao estabelecido na Comunicação da Comissão é relativa à Política Integrada de Produto (Comissão Europeia, 2003), foi criada, em 2005, a European Platform on Life Cycle Assessment (EPLCA), pelo Joint Research Council (JRC) da Comissão Europeia.

<sup>2</sup>Life Cycle Thinking (LCT), em inglês.



O período ficou ainda marcado por ser um período de divergência, ao contrário do anterior, os requisitos das normas definidas pela ISO são requisitos genéricos, pelo que o seu seguimento pode conduzir a diferentes decisões metodológicas, dependendo da interpretação da equipe de ACV, o que pode resultar em diferentes abordagens e resultados quantitativos (Blonk Agri-footprint BV., 2014a).

Tal levou a que, por exemplo, tenham se desenvolvido métodos de definição das fronteiras do sistema e de alocação distintos, tendo igualmente surgido ou obtido relevância outras ferramentas que consideram o ciclo de vida dos produtos e serviços, por exemplo, a Economic Input-Output Life Cycle Assessment (EIO-LCA) e a Hybrid LCA, que visam responder a problemas e questões por vezes diferentes da ACV tradicional.

Também, surgiram diversos rótulos ecológicos e standards que utilizam o conceito de ciclo de vida (e.g. PAS 2050 para o cálculo da pegada de carbono (BSI, 2008)), mas que seguem abordagens metodológicas relativamente diversas entre si.

A proliferação de abordagens foi um dos motivos que em nível da Comissão Europeia se constatou a necessidade de padronizar abordagens para promover a qualidade e comparabilidade dos estudos de ACV, tendo nesse contexto surgido o ILCD Handbook (EC/JRC/IES, 2010c) e outros documentos relacionados, em 2010 e 2011, e mais recentemente, a recomendação da Comissão Europeia sobre a utilização de métodos comuns para a medição e comunicação do desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida de produtos e organizações (Recomendação da Comissão 2013/179/UE).

É nesse contexto de evolução histórica que nos subcapítulos seguintes se discute o uso atual da

ACV por diversas entidades e se caracterizam os formatos de dados, bases de dados, softwares e métodos de avaliação de impacto do ciclo de vida existentes em nível europeu.

Posteriormente, no subcapítulo 2.5, apresentam-se tendências e evolução da ferramenta, e no subcapítulo 2.6 identificam-se casos de estudo práticos do uso da ACV como suporte a políticas de produto e outras estratégias ambientais.

## 2.2. PRÁTICAS DA ACV NOS DIVERSOS SETORES

### 2.2.1. ENQUADRAMENTO

Nos próximos parágrafos efetua-se uma análise da prática da ACV por diversos tipos de entidades relevantes na comunidade que desenvolve ou utiliza esta ferramenta, ao nível europeu, nomeadamente, universidades e instituições de investigação, empresas e associações empresariais, governo e instituições públicas e prestadores de serviço em ACV. Nesse sentido, descrevem-se diferenciadamente objetivos, motivações e condicionantes relacionadas com cada tipo de entidade e identifica-se exemplos de entidades ativas nesta área.

Posteriormente, identificam-se redes e organizações que foram criadas especificamente com o intuito de promover o conceito de ciclo de vida (Life Cycle Thinking) e o uso e desenvolvimento da ACV de forma colaborativa, e que reúnem as entidades referenciadas ou seus colaboradores. Para esse efeito, descrevem-se diversas redes a nível global, europeu e nacional.

## 2.2.2. A ACV NA PERSPETIVA DE DIFERENTES ENTIDADES

### 2.2.2.1. UNIVERSIDADES E INSTITUIÇÕES DE INVESTIGAÇÃO

As universidades e as instituições de investigação desempenham um papel fundamental no desenvolvimento e promoção do conceito de ciclo de vida e da metodologia de avaliação de ciclo de vida. Estas entidades encontram-se vocacionadas para a investigação e o ensino e estão associadas direta ou indiretamente, através dos seus colaboradores, aos principais desenvolvimentos da metodologia, quer a nível científico, quer a nível da sua disseminação pelos restantes atores e pelo público em geral.

De resto, o principal objetivo das instituições académicas é mesmo o desenvolvimento e refinamento de métodos (Baitz et al., 2013), usando desejavelmente casos de estudo reais para a validação da sua implementação prática.

A maior parte do trabalho publicado é proveniente das instituições académicas, sendo que, segundo Baitz et al. (2013), historicamente a perceção existente era que a prática da ACV pelas empresas, prestadores de serviço, etc., deveria ter em conta os últimos desenvolvimentos teóricos e aplicá-los eficientemente e rapidamente.

Neste contexto, as universidades e instituições de investigação são portanto atores muito ativos na comunidade de ACV. Por exemplo, Bjorn et al. (2013) concluiu que quase todas as redes/plataformas relacionadas com o conceito de ciclo de vida e com ACV integravam elementos

de instituições académicas, indicando que estas eram elementos chave em muitas redes e plataformas e, em alguns casos, a sua existência era mesmo um pré-requisito.

Na Tabela 1 identificam-se exemplos das universidades e instituições de investigação europeias ativas a nível da comunidade de ACV.

Tabela 1 – Exemplos de universidades e instituições de investigação europeias ativas na área da ACV

Universidades e instituições de investigação	País	Contacto web
Escuela Superior de Comercio Internacional (Universitat Pompeu Fabra)	Espanha	<a href="http://www.esci.upf.edu">www.esci.upf.edu</a>
ETH Zurich	Suíça	<a href="http://www.ethz.ch/">www.ethz.ch/</a>
ifu Hamburg	Alemanha	<a href="http://www.ifu.com">www.ifu.com</a>
Institute of Environmental Sciences, Leiden University	Holanda	<a href="http://www.cml.leiden.edu">www.cml.leiden.edu</a>
Instituto Superior Técnico (IST)	Portugal	<a href="http://www.tecnico.ulisboa.pt">www.tecnico.ulisboa.pt</a>
IVAM University of Amsterdam bv	Países Baixos	<a href="http://www.uva.nl/">www.uva.nl/</a>
IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd	Suécia	<a href="http://www.ivl.se">www.ivl.se</a>
LBP, University of Stuttgart (former IKP)	Alemanha	<a href="http://www.lbp-gabi.de/30-1-Home.html">www.lbp-gabi.de/30-1-Home.html</a>
Radboud University Nijmegen	Países Baixos	<a href="http://www.ru.nl">www.ru.nl</a>
Technical University of Denmark (DTU)	Dinamarca	<a href="http://www.dtu.dk">www.dtu.dk</a>
University of Aalborg	Dinamarca	<a href="http://www.en.aau.dk">www.en.aau.dk</a>
VITO (Flemish Institute for Technological Research)	Bélgica	<a href="http://www.vito.be">www.vito.be</a>

Notas: Com base em revisão bibliográfica. A lista não é exaustiva, havendo muitas outras universidades e instituições de investigação que desenvolvem trabalho na área da ACV.

### 2.2.2.2. PRESTADORES DE SERVIÇO

A ACV é uma área de investigação científica, mas é também uma fonte de negócios de importância crescente (Baitz et al., 2013). Nesse contexto, o âmbito de atuação dos prestadores de serviço em ACV está sobretudo relacionado com os serviços de consultoria ligados ao desenvolvimento de estudos de ACV ou serviços de suporte à aplicação do conceito de ciclo de vida em empresas e outras organizações (e.g. ecodesign, produção mais limpa, etc.), mas inclui igualmente, por exemplo, o desenvolvimento de software de ACV (e.g. Pre Consultants, que comercializa o SimaPro) e o desenvolvimento de bases de dados (e.g. Blonk Consultants, que desenvolveu a base de dados Agro-Footprint).

Entretanto, existem empresas cuja atividade principal é especificamente ligada ao conceito de ciclo de vida e à ACV (e.g. 2.-0 LCA Consultants, PE International), enquanto outras empresas que fornecem esse tipo de serviços apresentam um leque extenso de serviços (e.g. 3Drivers) ou integram grupos de maior dimensão (e.g. PriceWaterhouseCoopers, Bureau Veritas).



Na tabela 2 identificam-se exemplos de empresas europeias que prestam serviços relacionados com ACV

Tabela 2 - Exemplos de prestadores de serviço europeus ativos na área da ACV

Empresas	País	Contatos
2.-0 LCA consultants	Dinamarca	<a href="http://lca-net.com">http://lca-net.com</a> Skibbrogade 5, 1   9000 Aalborg   Denmark 45 333 22822   <a href="mailto:info@lca-net.com">info@lca-net.com</a>
3Drivers	Portugal	<a href="http://www.3drivers.pt/">http://www.3drivers.pt/</a> Av. 5 de Outubro, nº 124, 4º Piso   1050-061 Lisboa   Portugal +351 216 026 334   <a href="mailto:3drivers@3drivers.pt">3drivers@3drivers.pt</a>
BIO Intelligence Service	França	<a href="http://www.biois.com">http://www.biois.com</a> 185 avenue Charles de Gaulle   92200 Neuilly-Sur-Seine   France +33 (0) 1 55 61 63 03   <a href="mailto:bio@biois.com">bio@biois.com</a>
Bureau Veritas CODDE	França	<a href="http://www.codde.fr">http://www.codde.fr</a> 33 avenue du Général Leclerc   92260 Fontenay aux Roses   France +33 (0)1 40 95 55 31   <a href="mailto:codde@fr.bureauveritas.com">codde@fr.bureauveritas.com</a>
Cycleco	França	<a href="http://www.cycleco.eu">http://www.cycleco.eu</a> 1011 Avenue Léon Blum   01500 Ambérieu-en-Bugey   France 04 37 86 07 12   <a href="mailto:marion.sie(@)cycleco.eu">marion.sie(@)cycleco.eu</a>
Ecobilan - PricewaterhouseCoopers	França	<a href="https://ecobilan.pwc.fr">https://ecobilan.pwc.fr</a> rystal Park 63, Rue de Villiers   F-92200 Neuilly-sur-Seine   France +33 1 56 57 82 37   <a href="mailto:info@ecobilan.com">info@ecobilan.com</a>
ESU-services Ltd.	Suíça	<a href="http://www.esu-services.ch">www.esu-services.ch</a> Margrit Rainer-Strasse 11c   CH-8050 Zürich   Suisse +41 44 940 61 32   <a href="mailto:info@esu-services.ch">info@esu-services.ch</a>
GreenDeltaTC	Alemanha	<a href="http://www.greendelta.com">http://www.greendelta.com</a> Müllerstrasse 135   13349 Berlin   Germany +49 30 4849 6030   <a href="mailto:gd@greendelta.com">gd@greendelta.com</a>
PE INTERNATIONAL	Suíça	<a href="http://www.pe-international.com">http://www.pe-international.com</a> Technopark Jaegerstrasse 2   8406 Winterthur   Zurich   Switzerland +41 52 511 26 20   <a href="mailto:a.koehler@pe-international.com">a.koehler@pe-international.com</a>
Pre Netherlands	Países Baixos	<a href="http://www.pre-sustainability.com">http://www.pre-sustainability.com</a> Stationsplein 121   3818 LE Amersfoort   The Netherlands +31 33 4555022   <a href="mailto:oele@pre-sustainability.com">oele@pre-sustainability.com</a>
Quantis	Suíça	<a href="http://www.quantis-intl.com/en">http://www.quantis-intl.com/en</a> EPFL Innovation Park, Bât. D   1015 Lausanne   Switzerland +41 21 693 91 92   <a href="mailto:info@quantis-intl.com">info@quantis-intl.com</a>

Notas: Com base em revisão bibliográfica. A lista não é exaustiva, havendo muitas empresas que prestam serviços em ACV. Para mais informação sobre prestadores de serviço, consultar, por exemplo, <http://eplca.jrc.ec.europa.eu>. O país indicado é o país de origem.

## 2.2.2.3. EMPRESAS E ASSOCIAÇÕES EMPRESARIAIS

### 2.2.2.3.1. MOTIVAÇÕES PARA O USO DA ACV

A utilização da ACV nas empresas permite, por exemplo, identificar oportunidades para melhorar o desempenho ambiental de produtos em vários pontos do seu ciclo e vida e a produção de informação ambiental para efeitos de marketing (UNEP/SETAC, 2009). Ao primeiro aspecto, por exemplo, estão ligados conceitos como o ecodesign ou a produção mais limpa, e ao segundo, por exemplo, as declarações ambientais de produto.

Atualmente, segundo Baitz et al. (2013), na maioria das empresas e associações empresariais onde a ACV é aplicada, esta já não é vista como uma atividade voluntária ou voluntarista, mas sim como uma atividade fundamental da organização na avaliação da sustentabilidade ambiental dos processos, produtos ou serviços disponibilizados, tendo em vista ser a melhor ferramenta disponível para tal efeito.

Na tabela 3 identificam-se algumas empresas europeias que utilizam a ACV de forma relevante na sua atividade, sendo que no capítulo 2.6 caracterizam-se alguns destes exemplos.

Tabela 3 – Exemplos de empresas e associações empresariais ativas na área da ACV

EMPRESAS/ASSOCIAÇÕES	SETOR PRINCIPAL
Alcatel-Lucent	IT
BASF	Química
BMW	Automóvel
Danone	Alimentar
European Aluminium Association (EAA)	Matérias-primas
European Corrugated Board Industry	Matérias-primas
Nestlé Waters	Alimentar
Nokia	IT
Nokia	IT
Phillips	IT
PlasticsEurope	Matérias-primas
Procter & Gamble	Nutrição, Saúde e Bem Estar
Unilever	Nutrição, Saúde e Bem Estar
Vatenfall	Energia

Os *drivers* que levam as empresas a considerar com o desempenho ambiental dos seus produtos e organizações estão relacionados não só com maior preocupação dos consumidores relativamente às questões ambientais, mas são fruto igualmente de determinações institucionais, quer de caráter regulatório, quer de caráter voluntário. Nesse âmbito podem-se citar como exemplos a Diretiva sobre *ecodesign*<sup>3</sup> e os Contratos Públicos Ecológicos, que são iniciativas da Comissão Europeia.

Entre os principais benefícios do uso da ACV encontram-se os seguintes (Schatsky, 2011):

- o desenvolvimento de melhores produtos;
- a resposta a questões colocadas pelos consumidores;
- fornecer consistência científica à sustentabilidade;
- melhorar a imagem corporativa;
- auxiliar as empresas a se tornarem mais eficientes.

Dado que o objetivo último das empresas é a criação de valor, elas encaram a avaliação de ciclo de vida de um ponto de vista prático, estando interessadas mais na sua implementação e resultados, em vez dos seus aspectos metodológicos. Nesse contexto, Baitz et al. (2013) identificam três requisitos básicos para a aplicação prática da ACV:

- deve ser confiável, de modo a assegurar a credibilidade da informação e dos resultados gerados;

- deve ser integrada em rotinas de informação existentes e práticas de negócio para assegurar a sua aplicabilidade;
- deve fornecer informações quantitativas e relevantes para o processo de tomada de decisão.

Nesse sentido, podem-se descortinar algumas barreiras à aplicação da ACV pelas empresas, que se identificam a seguir.

### 2.2.2.3.2. BARREIRAS À UTILIZAÇÃO DA ACV E POTENCIAIS FORMAS DE MINIMIZÁ-LAS

#### DISPONIBILIDADE DE DADOS

Uma das barreiras normalmente apontada pelas empresas é que a necessidade de dados para a realização de ACV é muito elevada (Ribeiro, 2008).

Em contrapartida, na realização da ACV, nem sempre se tem acesso a toda a informação do processo produtivo de um bem, ou dos processos associados ao ciclo de vida desse bem, devido, por exemplo, a questões de confidencialidade relacionadas com a sua cadeia de valor, sendo que os dados muitas vezes nem sequer estão disponíveis (Peereboom et al., 1999).

Para mitigar essas potenciais barreiras, é importante que as necessidades de informação para a ACV sejam integradas nas rotinas de informação e práticas de negócio das empresas (e.g. aquisição de dados da cadeia de valor, registro dos consumos e emissões dos processos tecnológicos, etc.).

3. Diretiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de outubro de 2009, relativa à criação de um quadro para definir os requisitos de concessão ecológica dos produtos relacionados com o consumo de energia.

Baitz et al. (2013) defendem que por vezes é mais benéfico realizar análises mais simples para identificar tendências, utilizando por exemplo, dados secundários de diversas bases de dados, sites e empresas para colmatar as lacunas de dados, embora sujeitas a um grau de erro e incerteza superiores, do que realizar uma avaliação muito aprofundada para obtenção de resultados com maior precisão, mas que devido ao tempo e aos custos que envolvem não são coincidentes com as necessidades do dia a dia das empresas.

Este pode ser o caso, por exemplo, do uso da ACV para identificar potenciais soluções de ecodesign (novos materiais, tecnologias, etc.).

Adicionalmente, em relação à disponibilidade de dados, refere-se ainda que em teoria existem vários métodos para colmatar lacunas, sendo que os conhecimentos práticos de engenharia e a partilha de informações entre as indústrias, as empresas consultoras e as universidades de investigação são fundamentais (Baitz et al., 2013).

### **CUSTOS E TEMPO NECESSÁRIOS PARA A ACV**

A execução de um estudo detalhado de ACV é claramente um recurso intensivo e complexo (Daniels, 2002). No entanto, o esforço necessário traduz-se igualmente em custos para as empresas, devido à afetação de recursos humanos internos ou externos, embora os custos efetivos sejam frequentemente mais modestos que os custos percebidos, e eles tendem a reduzir-se à medida que as organizações ganham experiência no uso da ACV (Schatsky, 2011).

Baitz et al. (2013) defendem que a aplicação prática da ACV em empresas deve ser enquadrada para os objetivos pretendidos e a abordagem deve ser específica para cada caso (e.g. identificação de tendências vs. estudo com afirmações comparativas para disseminação pública),

sendo que uma das questões de base que deve ser colocada é para quando os resultados são necessários.

É igualmente importante que a disponibilidade de recursos e os custos inerentes sejam contabilizados, a fim de tornar o uso da ACV mais eficiente.

### **CONFIDENCIALIDADE DE DADOS E DE INFORMAÇÃO**

A maioria dos trabalhos realizados na indústria não foi publicado devido a implicações comerciais (Baitz et al., 2013).

Tal pode dever-se ao fato de os resultados obtidos nesses estudos não serem benéficos para as empresas que os desenvolveram, mas igualmente pelo fato de a disseminação da informação ser vista como um risco para as próprias empresas.

Por outro lado, frequentemente as informações relacionadas com as empresas ou seus fornecedores não são passíveis de serem usadas publicamente devido a questões concorrenciais, de infração de patentes ou por motivos de regulação econômica para evitar potenciais problemas de cartelização ou alinhamento competitivo das empresas.

Uma das formas para minimizar essa barreira é utilizar e disponibilizar processos de ICV agregados (que integram não só o processo em análise, como também a cadeia de valor a montante).

Observa-se que a necessidade de transparência que a ACV requer não implica que todas as informações sejam disponibilizadas ao público. Por exemplo, informação detalhada pode ser fornecida aos revisores dos estudos de ACV sob acordo de confidencialidade, para aquilatar a qualidade e robustez da avaliação, sendo que apenas



indicadores e dados agregados são fornecidos publicamente.

Neste sentido, um aspecto sempre essencial em qualquer dos casos é a documentação detalhada dos processos e das escolhas metodológicas efetuadas.

### **APLICAÇÃO DOS ÚLTIMOS DESENVOLVIMENTOS CIENTÍFICOS**

A ACV é um campo de investigação científica muito dinâmico, em que os standards, boas práticas, modelos, base de dados, etc. estão em constante evolução.

Esse aspecto é positivo, pois tem permitido ao longo do tempo aumentar a qualidade e a robustez da ACV; no entanto, acarreta alguns problemas no contexto da aplicação prática pelas empresas, constituindo também uma das barreiras à sua utilização (Schatsky, 2011).

Por exemplo, a alteração constante dos fatores de caracterização de um dado método de AICV, devido aos desenvolvimentos científicos pode permitir aumentar a precisão da análise, mas acarretar igualmente a diminuição da credibilidade da ACV devido aos resultados dos estudos efetuados alterarem-se frequentemente, sem que haja uma alteração dos dados e condições de ICV de base (Baitz et al., 2013). Nesse contexto, Baitz et al. (2013) defendem que é a combinação da investigação e aplicação da ferramenta que frequentemente leva ao desapontamento nas capacidades e utilidade da ACV para as empresas.

### **CLAREZA NA COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS**

A realidade que a ACV tende a modelar é normalmente complexa, sendo que os requisitos e as boas práticas da aplicação da metodologia são igualmente complexos, em muitos aspectos.

Por exemplo, é frequente que um estudo de ACV de determinado processo, produto ou serviço, chegue a resultados distintos consoante as categorias de impacto consideradas, o que é impeditivo de transmitir facilmente uma mensagem clara e não ambígua, sobretudo para o público em geral.

Baitz et al. (2013) argumentam que a fase de definição de âmbito e objetivos é fundamental para garantir uma eficaz e eficiente comunicação dos resultados da ACV nas empresas. Logo à partida, deve ser equacionado o público-alvo do estudo, sendo que a forma de apresentação de resultados deve ser adequada a esse público-alvo.

Por exemplo, o uso de indicadores single score ou assunto específico, como é o caso da “pegada de carbono”, pode ser mais simples de comunicar e de ser percecionado pelo público, ao mesmo tempo que pode necessitar de menos dados e levar a que os estudos sejam mais rápidos, desde que exista um consenso de aplicação para a categoria de produtos em questão e que seja possível garantir a rastreabilidade dos resultados de modo transparente (Baitz et al., 2013).

Já no caso do uso da ACV para aplicações internas nas empresas, Baitz et al. (2013) argumentam que este aspecto não é tão problemático, já que as pessoas que utilizam a metodologia para efeitos de tomada de decisão estão habituadas a tomar decisões multidimensionais em ambiente de incerteza e apreciam ter a capacidade de identificar e avaliar trade-offs e aprender com esses resultados, em vez de serem confrontadas com soluções simples.

Baitz et al. (2013) argumentam que vários decisores das empresas que usam a ACV para avaliar os seus produtos percebem que não necessitam de ponderar resultados, e que muitos inclusive não pensam ou nem sequer discutem os resultados da Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV),

quedando-se pela comparação e avaliação dos resultados do Inventário do Ciclo de Vida (ICV).

Outro aspecto relevante são os processos que estão a montante na cadeia de valor das empresas que utilizam a ACV para a análise de seus processos, produtos e serviços. Por vezes, a atualização de bases de dados de materiais e energia pode levar a resultados significativos para determinado produto, sem que tenha havido nenhuma alteração no modo de fabrico desse produto.

Nesse sentido, é importante a documentação dessas alterações por motivos de transparência, de modo a poder-se distinguir entre alterações devidas aos méritos da própria empresa e as mudanças induzidas por alteração nos processos a montante.

#### PERCEÇÃO DOS BENEFÍCIOS PARA AS EMPRESAS

Um estudo realizado pela Green Research refere o desconhecimento dos benefícios da ACV como uma das barreiras apontada para a adoção da ACV nas empresas e entidades públicas (Schatsky, 2011).

Nesse sentido, as entidades que promovem a aplicação do conceito do ciclo de vida e o uso da ACV, incluindo os prestadores de serviço existentes, devem atuar nesse nível, informando e treinando os profissionais dessas empresas e organizações, para demonstrar o potencial da ferramenta, bem como suas limitações, para evitar expectativas goradas. Isso pode ser realizado com a realização de cursos de formação orientados para a atividade específica de cada empresa ou entidade, ou pela disseminação de material didático, como são exemplo as ferramentas desenvolvidas pela Life Cycle Initiative (UNEP/SETAC, 2008).

#### 2.2.2.4. GOVERNO E ENTIDADES PÚBLICAS

Em nível europeu, a metodologia de ACV é frequentemente utilizada para avaliar impactos não comerciais de políticas públicas, especialmente em nível ambiental e sobre a saúde humana (European Commission, 2009). Por exemplo, a ACV auxiliou o processo de avaliação e tomada de decisão no âmbito da revisão da Diretiva Embalagens 94/62/EC<sup>4</sup> (RDC/Pira, 2003).

Segundo a comunicação sobre a Política Integrada de Produto (PIP), a Comissão Europeia concluiu que a ACV fornece a melhor ferramenta para avaliar os potenciais impactos ambientais dos produtos que existem (Comissão Europeia, 2003).

Foi devido a essa conclusão e, igualmente, à constatação de que seria necessário maior consistência de dados e dos métodos aplicados, que a Comissão avançou para a criação de uma plataforma para facilitar a comunicação, a recolha e a partilha de dados e a harmonização de abordagens, tendo surgido a EPLCA (<http://ec.europa.eu/environment/ipp>).

O conceito do ciclo de vida está integrado num número crescente de políticas ambientais, planos e instrumentos europeus, incluindo, por exemplo:

- Diretiva sobre ecodesign<sup>5</sup> - [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/ecodesign/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/ecodesign/index_en.htm).
- Plano de ação para o consumo e produção sustentável<sup>6</sup> - [http://ec.europa.eu/environment/eussd/escp\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/eussd/escp_en.htm)

4. Em combinação com a análise custo-benefício.

5. Diretiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de outubro de 2009, relativa à criação de um quadro para definir os requisitos de concepção ecológica dos produtos relacionados com o consumo de energia.

6. COM(2008) 397 final. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité Das Regiões, de 16 de Julho de 2008, sobre o Plano de Acção para um Consumo e Produção Sustentáveis e uma Política Industrial Sustentável.

- Estratégia temática para o uso sustentável dos recursos naturais<sup>7</sup> - <http://ec.europa.eu/environment/natres/index.htm>
- Estratégia temática para a prevenção e reciclagem dos resíduos<sup>8</sup> - <http://ec.europa.eu/environment/waste/strategy.htm>
- Diretiva quadro dos resíduos<sup>9</sup> - <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>
- Iniciativa emblemática da estratégia Europa 2020 para uma Europa eficiente em termos de recursos<sup>10</sup> - <http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/>
- Programa geral de ação da União para 2020 em matéria de ambiente<sup>11</sup> - <http://ec.europa.eu/environment/newprg/index.htm>
- Iniciativa “*Single Market for Green Products*”<sup>12</sup> - <http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/>

No capítulo 2.6 apresentam-se alguns exemplos do uso da ACV como suporte ao processo de tomada de decisão de políticas públicas, nomeadamente relacionados com os contratos públicos ecológicos e a política de resíduos.

7.COM(2005) 670 final. Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, de 21 de dezembro de 2005. Estratégia Temática sobre a Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

8.COM (2005) 666 final. Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, de 21 de dezembro de 2005. Avançar para uma utilização sustentável dos recursos: Estratégia Temática de Prevenção e Reciclagem de Resíduos.

9.Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008, relativa aos resíduos.

10.COM(2011) 21 final. Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, de 26 de janeiro de 2011. Uma Europa eficiente em termos de recursos – Iniciativa emblemática da Estratégia Europa 2020.

11.Decisão n.º 1386/2013/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de novembro de 2013, relativa a um programa geral de ação da União para 2020 em matéria de ambiente «Viver bem, dentro dos limites do nosso planeta».

12.European Commission (2012). Commission Staff Working Document - Impact Assessment, Accompanying the document Communication from the Commission on Building the Single Market for Green Products: Facilitating better and credible information on environmental performance of products and organisations, European Commission, 2012, Brussels, Belgium.

Observa-se que o governo e as entidades públicas desempenham ainda um papel muito importante no suporte ao desenvolvimento teórico e aplicação prática da ferramenta, em especial, através do financiamento de projetos de investigação. A Comissão Europeia tem apoiado diversos projetos relacionados com ACV, como é o caso do projeto LC-IMPACT<sup>13</sup> e PROSUITE<sup>14</sup>, apoiados no âmbito do 7º quadro comunitário de apoio.

## 2.2.3. REDES E ORGANIZAÇÕES DEDICADAS À PROMOÇÃO DO CONCEITO DE CICLO DE VIDA

### 2.2.3.1. REDES/PLATAFORMAS EXISTENTES

No total, Bjorn et al. (2013) identificaram cerca de 100 redes/plataformas internacionais, regionais, nacionais e locais relacionadas com o conceito do ciclo de vida e o uso da ACV. Na tabela 4 apresentam-se alguns exemplos, com especial enfoque nas redes e plataformas europeias e nacionais dos países da UE..

13.C-IMPACT - Life Cycle Impact assessment Methods for improved Sustainability Characterisation of Technologies, FP7 funded project, <http://www.lc-impact.eu/>

14.PROSUITE - PROspective Sustainability Assessment Technologies, FP7 funded project, <http://www.prosuite.org/web/guest/home>

Tabela 4 – Exemplos de redes dedicadas ao suporte ou relacionadas com ACV e o conceito de ciclo de vida

Rede/Plataforma	Ano de constituição	País	Contacto
<b>Âmbito Internacional</b>			
Life Cycle Initiative (UNEP/SETAC)	2002	.	<a href="http://www.lifecycleinitiative.org/">www.lifecycleinitiative.org/</a>
IALCEE (International Association for Life-Cycle Civil Engineering)	2006	.	<a href="http://www.ialcce.org">www.ialcce.org</a>
ILCA (International Life Cycle Academy)	2011	.	<a href="http://www.ilca.es">www.ilca.es</a>
IEG (International Expert Group on Life Cycle Assessment for Integrated Waste Management)	1998	.	
ISIE (International Society for Industrial Ecology)	2000	.	<a href="http://www.is4ie.org">www.is4ie.org</a>
PRé LCA Discussion List	1990	.	<a href="http://www.pre-sustainability.com/content/lca-discussion-list">www.pre-sustainability.com/content/lca-discussion-list</a>
GaBi User Forum	-	.	<a href="http://www.gabi-software.com/support/gabi-user-forum/">www.gabi-software.com/support/gabi-user-forum/</a>
LCA links!	1996	.	<a href="http://www.life-cycle.org">www.life-cycle.org</a>
Swiss Discussion Forum on Life Cycle Assessment	1996	.	<a href="http://www.lcaforum.ch">www.lcaforum.ch</a>
<b>Âmbito regional (Europa ou vários países europeus)</b>			
European Platform on Life Cycle Assessment (JRC/IES)	2005	Europa	<a href="http://eplca.jrc.ec.europa.eu">eplca.jrc.ec.europa.eu</a>
Nordic Life Cycle Association (NorLCA)	2004	Dinamarca, Suécia, Noruega, Finlândia e Islândia	<a href="http://www.norlca.org">www.norlca.org</a>
Central and Southeast Europe LCA network (CASE-LCA)	2011	Sérvia, Polónia, Hungria, República Checa, Eslovénia, Croácia e Eslováquia	<a href="http://www.caselca.org">www.caselca.org</a>
CREER (Cluster Research, Excellence in Ecodesign & Recycling)		França, Luxemburgo	<a href="http://www.clustercreer.com/EN/index.htm">www.clustercreer.com/EN/index.htm</a>

continua...

Rede/Plataforma	Ano de constituição	País	Contato
<b>Âmbito nacional/local (Europa)</b>			
AgorACV	2012	França	
Animal Production Systems Group		Países Baixos	<a href="http://www.aps.wur.nl/UK/">www.aps.wur.nl/UK/</a>
avniR	2011	França	<a href="http://www.avniR.org">www.avniR.org</a>
Catalan LCA Network	2000	Espanha	<a href="http://www.acv.cat/">www.acv.cat/</a>
CESC (Centre for Sustainable Communications)	2007	Suécia	<a href="http://www.cesc.kth.se">www.cesc.kth.se</a>
CPM (The Swedish life cycle center)	1996	Suécia	<a href="http://www.lifecyclecenter.se">www.lifecyclecenter.se</a>
Eco-connexion	2010	França	<a href="http://www.ecoconnexion.net">www.ecoconnexion.net</a>
EcoInfo	2006	França	<a href="http://www.ecoinfo.cnrs.fr">www.ecoinfo.cnrs.fr</a>
ecoinvent Centre	1997	Suíça	<a href="http://www.ecoinvent.org">www.ecoinvent.org</a>
EcoRussia	2009	Rússia	<a href="http://www.ecorussia.info">www.ecorussia.info</a>
ELCAS	2009	Grécia	<a href="http://www.elcasnet.com">www.elcasnet.com</a>
ELSA-LCA	2008	França	<a href="http://www.elsa-lca.org">www.elsa-lca.org</a>
Estonian LCA Network	2011	Estónia	
FINLCA		Finlândia	
German Network on Life Cycle Inventory Data	2002	Alemanha	<a href="http://www.lci-network.de">www.lci-network.de</a>
GreenWin	2010	Bélgica	<a href="http://www.greenwin.be">www.greenwin.be</a>
HELCANET	1998	Grécia	
IMARES (Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies)		Países Baixos	<a href="http://www.imares.wur.nl/">www.imares.wur.nl/</a>
LCA Center		Dinamarca	<a href="http://www.lca-center.dk">www.lca-center.dk</a>
LCA Center Hungary	2008	Hungria	<a href="http://www.lcacenter.hu">www.lcacenter.hu</a>

continua...

Rede/Plataforma	Ano de constituição	País	Contato
<b>Âmbito nacional/local (Europa)</b>			
LCA Portugal	2007	Portugal	
Miljögiraff		Suécia	<a href="http://www.miljogiraff.se">www.miljogiraff.se</a>
Ostfold Research Co	1988	Noruega	<a href="http://www.ostfoldforskning.no">www.ostfoldforskning.no</a>
PCLCA (Polish Center for Life Cycle Assessment)	2009	Polónia	<a href="http://www.pclca.org/en/">www.pclca.org/en/</a>
Red Temática Nacional de Análisis de Ciclo de Vida	2008	Espanha	<a href="http://www.usc.es/bi-ogrup/?q=node/1264">www.usc.es/bi-ogrup/?q=node/1264</a>
Rete Italiana LCA	2006	Itália	<a href="http://www.reteitalianalca.it">www.reteitalianalca.it</a>
SIK Food and Climate network	1993	Suécia	<a href="http://www.sik.se/matoklimat">www.sik.se/matoklimat</a>
SmartGreenScans	2011	Países Baixos	<a href="http://www.smartgreenscans.nl">www.smartgreenscans.nl</a>
Spanish LCA society		Espanha	
Technical University of Cartagena, group conducting LCA studies on photovoltaic devices	2008	Espanha	
The Environmental Systems Analysis Group		Países Baixos	<a href="http://www.esa.wur.nl/UK">www.esa.wur.nl/UK</a>
UNESCO Chair in Life Cycle and Climate Change	2011	Espanha	<a href="http://www.unesco.org/en/university-twinning-and-networking/access-by-region/europe-and-north-america/spain/unesco-chair-in-life-cycle-and-climate-change-917/">www.unesco.org/en/university-twinning-and-networking/access-by-region/europe-and-north-america/spain/unesco-chair-in-life-cycle-and-climate-change-917/</a>
VLCA	1997	Países Baixos	<a href="http://www.vlca.nl">www.vlca.nl</a>

Fonte: Com base em Bjorn et al. (2013) e site Life Cycle Initiative. Algumas das redes/plataformas podem não estar ativas atualmente ou o seu contato ter-se alterado.

A estrutura, tamanho e as atividades destas redes varia bastante. Nesse sentido, de seguida caracterizam-se algumas das redes/plataformas apresentadas para identificar exemplos de atividades de promoção do conceito de ciclo de vida e da ACV, com enfoque em redes/plataformas ativas no desenvolvimento e harmonização metodológica e no desenvolvimento de formatos de dados e bases de dados, que se apresentam posteriormente no capítulo 2.3..

## 2.2.3.2. EXEMPLOS A NÍVEL GLOBAL

### 2.2.3.2.1. LIFE CYCLE INITIATIVE (LCI)

A *Life Cycle Initiative (LCI)* é uma parceria da *United Nations Environment Programme (UNEP)* e da *Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)* e que visa promover o conceito de ciclo de vida a nível global. Nasceu no seguimento da declaração de Malmö onde se apelava a uma economia de ciclo de vida (UNEP, 2000), e contribuiu para dar resposta ao solicitado na Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (WSSD), realizada em Joaneburgo em 2002, no que respeita à promoção do consumo e produção sustentáveis (LifeCycleInitiative, 2014).

A LCI é composta pelo *International Life Cycle Board (ILCB)*, suportado por um secretariado sediado em Paris, nos escritórios do *United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics (UNEP DTIE)*. É constituída ainda pelo *Project Management Office (PMO)*, que é responsável por seguir a implementação das atividades definidas e pelo *Technical Review Committee*, que está encarregue do processo de revisão para assegurar uma alta qualidade dos documentos produzidos no âmbito da LCI (LifeCycleInitiative, 2014).

A LCI conta com vários patrocinadores a nível global de natureza empresarial e institucional, como por exemplo, o Ministério da Economia, Comércio e Indústria do Japão, o *Federal Office for the Environment* da Confederação Helvética, as empresas prestadores de serviço PE International e PRé Consultants e as associações PlasticsEurope e ABCV – Associação Brasileira de Ciclo de Vida.

Desde a sua fundação, as atividades promovidas pela LCI foram implementadas através de programas ou áreas de trabalho. A primeira fase decorreu entre 2002 e 2006 e concentrou-se na promoção do conceito de ciclo de vida a nível global, nomeadamente através de 3 áreas de trabalho verticais e uma transversal, a saber:

- Programa de gestão do ciclo de vida.
- Programa de inventário do ciclo de vida.
- Programa de avaliação de impacto do ciclo de vida.
- Atividades transversais, nomeadamente dos impactos sociais ao longo do ciclo de vida.

A segunda fase decorreu entre 2007 e 2011, tendo-se concentrado na promoção do conceito de ciclo de vida nas empresas, governos e público em geral, na promoção de um consenso global acerca das abordagens metodológicas existentes e emergentes e, igualmente, na promoção da capacitação para o uso e melhoria das abordagens de ciclo de vida (LifeCycleInitiative, 2014). Nesse sentido, foram definidas 5 áreas de trabalho:

- Metodologias e dados (métodos, casos de estudo, dados, etc.).
- Recursos e impactos (incluindo recursos naturais, produtos químicos, água, energia, etc.).
- Clusters de consumo (habitação, mobilidade, alimentos e produtos de grande consumo).
- Capacitação (formação, desenvolvimento curricular, capacitação institucional, etc.).
- Gestão do ciclo de vida em empresas e indústrias..

Das duas primeiras fases da *Life Cycle Initiative* resultou um conjunto de documentos e métodos muito importantes para o desenvolvimento da avaliação de ciclo de vida e da gestão do ciclo de vida de produtos, processos e serviços, como segue:

- *Life Cycle Impact Assessment Framework* (Jolliet et al., 2004).
- *USEtox—the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in life cycle impact assessment* (Rosenbaum et al., 2008).
- *Life Cycle Management: How business uses it to decrease footprint, create opportunities and make value chains more sustainable* (UNEP/SETAC, 2009).
- *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products* (UNEP, 2009).
- *Towards a Life Cycle Sustainability Assessment - Making informed choices on products* (UNEP/SETAC, 2011a).
- *Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases - A Basis for Greener Processes and Products* (UNEP/SETAC, 2011b).

Em 2012 deu-se início à terceira fase da *Life Cycle Initiative*. Tendo em conta o panorama atual da abordagem de ciclo de vida, foram definidos três objetivos, que se traduzem num conjunto de projetos e atividades:

- Objetivo: Aperfeiçoar o consenso e a relevância da gestão de dados e metodologias de ciclo de vida existentes e emergentes:
  - >> Abordagens sustentáveis.
  - >> Indicadores de avaliação de impacto do ciclo de vida (*Flagship activity 1b, co-chairs* Rolf Frischknecht e Olivier Jolliet).
  - >> ACV de organizações (*Flagship activity*

*1c, co-chairs*, Matthias Finkbeiner e Atsushi Inaba).

- >> Dados e gestão de base de dados (*Flagship activity 2a, co-chairs*: Guido Sonnemann e Bruce Vigon).
- >> Princípios e práticas globais para análise de hotspots (*Flagship activity 3a, co-chairs*, Jim Fava e Mark Bathel).
- >> Orientação para análise de estudos.
- Objetivo: Expandir a capacidade para aplicar e melhorar as abordagens de ciclo de vida, tornando-as operacionais para as organizações:
  - >> Desenvolvimento da capacitação global (*Flagship activity 4a, co-chairs*, Sonia Valdivia, Cassia Ugaya e Sanjeevan Bajaj).
- Objetivo: Comunicar o conhecimento atual e constituir-se como a voz global da comunidade de ciclo de vida para a influenciar e criar parcerias com stakeholders:
  - >> Plataforma de comunicação de ciclo de vida.

A LCI suporta ainda a operação de várias redes regionais, apesar de elas serem independentes da iniciativa. Em nível europeu e da América Latina, as redes regionais apoiadas são (*LifeCycleInitiative, 2014*):

- *European Platform on Life Cycle Assessment* (EPLCA).
- *Nordic Life Cycle Association* (NorLCA).
- *Central and Southeast Europe LCA network* (CASE-LCA).
- Rede Iberoamericana de Ciclo de Vida.

Para além das atividades identificadas anteriormente, as organizações fundadoras da LCI promovem ou participam em vários eventos direcionados ou relacionados com a ACV e o conceito de ciclo de



vida. Entre estes eventos contam-se, por exemplo, o SETAC Europe Annual Meeting.

#### 2.2.3.2.2. INTERNATIONAL LIFE CYCLE ACADEMY (ILCA)

A International Life Cycle Academy (ILCA) foi fundada em 2011 e tem sede em Barcelona. O seu propósito é providenciar uma capacidade robusta de avaliação da sustentabilidade por métodos quantitativos, através de formação de alta qualidade, do uso de altos standards científicos e éticos e da uma rede internacional. Da ILCA fazem parte um conjunto de profissionais oriundos do meio académico e profissional, incluindo a Universidade Tecnológica Federal do Paraná do Brasil (ILCA, 2014).

#### 2.2.3.2.3. PRÉ LCA DISCUSSION LIST

A *Pré LCA Discussion List* é uma rede de discussão virtual promovida pela empresa que produz o software SimaPro, mas que não está apenas restrita aos utilizadores do software, sendo utilizada para partilhar informação e dúvidas sobre a ACV em geral, bem como outros aspectos ligados ao conceito do ciclo de vida de processos, produtos e serviços (Pré Consultants, 2014). É uma das mais antigas redes relacionadas com o conceito de ciclo de vida, tendo sido fundada em 1990 (Bjorn et al., 2013).

### 2.2.3.3. EXEMPLOS EM NÍVEL EUROPEU

#### 2.2.3.3.1. EUROPEAN PLATFORM ON LIFE CYCLE ASSESSMENT (EPLCA)

A Comunicação da Comissão relativa à Política Integrada de Produtos (PIP) identificou que as análises do ciclo de vida (ACV) são a melhor

ferramenta que existe atualmente para avaliar os impactos ambientais potenciais dos produtos. São, portanto, uma importante ferramenta de apoio à PIP". A referida comunicação evidenciou igualmente a necessidade de disponibilização de dados de ciclo de vida com qualidade (Comissão Europeia, 2003).

Nesse contexto, o *Joint Research Council (JRC) - Institute for Environment and Sustainability (IES)* estabeleceu a *European Platform on Life Cycle Assessment (EPLCA)*, em parceria com o *DG Environment Directorate Green Economy*.

Os objetivos da EPLCA são melhorar a credibilidade, a aceitação e a prática da ACV nas empresas e autoridades públicas, pelo que a plataforma foi constituída de modo a assegurar maior coerência da ACV para o suporte à decisão no âmbito de um conjunto de instrumentos de negócio e de políticas ambientais (Sala et al., 2011). A EPLCA promove o desenvolvimento das seguintes vertentes (Recchioni et al., 2013):

- Harmonização de dados:
  - >> Formato ILCD (EC/JRC/IES, 2011 e documentos associados).
- Qualidade de dados:
  - >> *ILCD DN entry-level requirements* e posteriormente *ILCD Compliance requirements* (EC/JRC/IES, 2012).
  - >> *EF quality requirements* (Recomendação da Comissão 2013/179/UE).
- Disponibilidade de dados:
  - >> Base de dados *European Reference Life Cycle Database (ELCD)* (<http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/>).
  - >> *ILCD Data Network* (<http://eplca.jrc.ec.europa.eu/>).

Harmonização e qualidade de estudos de ACV:

>> *International Reference Life Cycle Data System Handbook* (EC/JRC/IES, 2010c) e documentos conexos.

A *Life Cycle Data Network* tem como objetivo fornecer uma infraestrutura para ser usada globalmente por diferentes organizações para disponibilizar dados de ICV e AICV consistentes e com qualidade. É uma infraestrutura baseada na web, não centralizada, de modo a assegurar que os dados sejam facilmente acedidos, procurados, filtrados e classificados (EPLCA, 2014).

Os conjuntos de dados que integram a rede são provenientes de várias fontes, sendo que os dados são publicados consoante os interesses do seu fornecedor (e.g. distribuídos de forma grátis, paga, via registo, etc.). Em 2014, os nodos disponíveis eram relativos às seguintes bases de dados:

- ELCD.
- *PlasticsEurope*.
- *Italian National LCI Database*.
- CLCD (*Chinese Core Life Cycled database*).
- CYCLECO.
- PE INTERNATIONAL.
- APEAL.

As principais características da ILCD DN são as seguintes (Recchioni et al., 2013):

- É aberta para todas as fontes de dados:
  - >> Organizações internacionais (bases de dados internacionais).
  - >> Estados (bases de dados nacionais).
  - >> Associações industriais e comerciais (bases de dados sectoriais).
  - >> Empresas (bases de dados comerciais).
  - >> PME (conjunto de dados específicos de

alguns processos/produtos comerciais).

>> Academia (conjunto de dados específicos de alguns processos inovadores).

- É descentralizada:

>> Os dados são guardados e publicados no website dos detentores dos dados (segundo as suas condições).

- Coloca elevada ênfase na qualidade dos dados:

>> Formato harmonizado (ILCD format).

>> Requisitos de qualidade definidos formalmente (e.g. "*ILCD Entry-Level compliant requirements*").

>> Revisão dos dados definida formalmente.

- Tem duas aplicações informáticas gratuitas para auxiliar a gestão dos nodos da rede e o registo..

No capítulo 2.3 apresenta-se com mais detalhe os formatos, os requisitos de dados e o processo de revisão definidos no âmbito da Life Cycle Data Network.

### 2.2.3.3.2. NORDIC LIFE CYCLE ASSOCIATION (NORLCA)

A *Nordic Life Cycle Association* (NorLCA) foi fundada em 2004 com o apoio do Conselho de Ministros Nórdico e com a visão de "criar uma plataforma para promover a fertilização cruzada da filosofia do conceito de ciclo de vida entre a academia, a indústria e o setor público" (NorLCA, 2014).

A sede da NorLCA é em Lyngby, Dinamarca, nas instalações do *LCA Center Denmark - Technical University of Denmark* (DTU) e reúne empresas, organizações e profissionais oriundos da Dinamarca, Suécia, Noruega, Finlândia e Islândia

que trabalham com abordagens de ciclo de vida, nomeadamente em assuntos como o ecodesign, a gestão do ciclo de vida, os custos do ciclo de vida, a avaliação do ciclo de vida, a política integrada de produto, as compras verdes sustentáveis, o marketing verde, etc. (NorLCA, 2014).

### 2.2.3.3.3. CENTRAL AND SOUTHEAST EUROPE LCA NETWORK (CASE-LCA)

A *Central and Southeast Europe LCA network* (CASE-LCA) foi fundada em 2011 e reúne institutos científicos, de investigação e desenvolvimento e centros de ACV do Centro e Sudeste da Europa, pertencentes à Sérvia, Polónia, Hungria, República Checa, Eslovênia, Croácia e Eslováquia (CASE-LCA, 2014).

O objetivo é estabelecer uma plataforma de conhecimento e de troca de experiências entre os países membros, sendo que a atividade principal da CASE-LCA é a realização de um simpósio anual para reunir especialistas em ACV, designers, arquitetos, economistas e outros profissionais interessados no conceito de ciclo de vida (CASE-LCA, 2014).

## 2.2.3.4. EXEMPLOS EM NÍVEL NACIONAL

### 2.2.3.4.1. ECOINVENT CENTER (SUIÇA)

O ecoinvent Center foi fundado em 1997 e tem sede em Zurique, Suíça, e desde 2013 é uma associação independente sem fins lucrativos. Foi fundado por institutos de investigação suíços, nomeadamente o *Swiss Federal Institute of Technology Zürich* (ETH Zurich), a *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*, o *Paul Scherrer Institute* (PSI), o *Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research* (EMPA)<sup>15</sup> e a *Swiss Federal Research*

15.A EMPA foi das primeiras entidades a debruçar-se sobre o tópico da ACV, tendo sido igualmente a primeira a introduzir um método de avaliação

*Station Agroscope Reckenholz-Tänikon* (ART) (ecoinvent Center, 2014a).

A sua missão é estabelecer e fornecer dados e serviços para a indústria, consultoria, entidades públicas e instituições de investigação, com o objetivo último de apoiar o desempenho ambiental de produtos, processos e serviços (ecoinvent Center, 2014a).

A atividade principal do ecoinvent Center é o desenvolvimento da base de dados ecoinvent, que é uma das bases de dados mais utilizadas mundialmente. A sua primeira versão surgiu em 2003 (versão v1.01), sendo que em julho de 2014 foi disponibilizada a versão 3.1 (ecoinvent Center, 2014b).

No capítulo 2.3 detalha-se em pormenor a estrutura de dados utilizada pela base de dados ecoinvent, bem como se descreve o seu conteúdo e abordagem metodológica.

### 2.2.3.4.2. AVNIR (FRANÇA)

A avniR é uma plataforma de Avaliação de Ciclo de Vida Francesa que resulta de uma iniciativa da organização não governamental sem fins lucrativos cd2e, e está sediada em Loos en Gohelle, a 200 km de Paris. Presta suporte direto às empresas e organizações que se situam no norte de França, mas no seu âmbito colaborativo encontram-se organizações nacionais e internacionais (avnirR, 2014).

O financiamento da plataforma é garantido através da Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), da região de Nord-Pas de Calais e dos programas *Interreg* e *Life*, ambos da União Europeia (avnirR, 2014).

O objetivo da avniR é auxiliar as empresas a desenvolver melhores produtos, sistemas e

de impactos no ciclo de vida (Gunée et al. 2011).

serviços, tendo por base a gestão do ciclo de vida. A avniR constitui uma plataforma de recursos e um centro colaborativo que reúne peritos de empresas, instituições de pesquisa, universidades, órgãos governamentais e autoridades locais (avnirR, 2014). Os serviços que a plataforma fornece são os seguintes:

- Às empresas (em parceria com os polos e associações profissionais): apoio ao desenvolvimento de projetos de ACV nas empresas, integração da ACV na política de compras das empresas, pesquisa de parceiros para resolver problemas específicos, pesquisa de mecanismos de financiamento para o desenvolvimento de projetos de ACV, etc.
- Aos laboratórios de investigação: pesquisa de parceiros, apoio à integração de investigação em ACV, apoio à resposta a projetos nacionais e internacionais, pesquisa de mecanismos de financiamento para o desenvolvimento de projetos de ACV, etc.
- Ao ensino superior: apoio para a integração do conhecimento em ACV nos currículos escolares e para o desenvolvimento de cursos especializados.
- Ao governo local: apoio diversificado para a integração da ACV nos projetos de desenvolvimento e nas políticas de compras das autoridades.
- Para o público em geral: acesso ao centro de recursos colaborativos, nomeadamente documentos, softwares ACV, etc.

Outra das atividades da plataforma é a organização da Conferência “LCA [avnirR]”, que se realiza anualmente durante dois dias. A edição de 2014,

realizada em Lille em 5 e 6 de novembro, constitui a 4ª edição da conferência. As apresentações das várias edições anteriores estão disponíveis para download no site da avniR.

Em 2015, a avniR será igualmente uma das coorganizadoras do congresso “LCM 2015 – *Life Cycle Management for product sustainability value creation*”, que se realizará em Bordéus, de 20 de agosto a 2 de setembro de 2015 (<http://lcm2015.org/>).

Estando o foco da plataforma na atividade econômica, a avniR lançou estudos específicos em várias fileiras para identificar e responder às necessidades específicas desses setores em termos do pensamento e utilização do conceito de ciclo de vida. Inicialmente foram analisados os setores dos têxteis, das embalagens e dos produtos aquáticos. Posteriormente, juntaram-se os setores da indústria de alimentos, da indústria de reciclagem, da construção e da madeira. Os estudos foram conduzidos em quatro etapas, através da avniR, 2014:

- 1) Análise das questões ambientais do setor.
- 2) Análise do nível de incorporação do pensamento de ciclo de vida do setor.
- 3) Identificação de necessidades.
- 4) Elaboração de um plano de ação.

### 2.2.3.4.3. SCORELCA (FRANÇA)

A SCORELCA é uma associação francesa, fundada em 2012 com o intuito de promover e organizar a cooperação entre as instituições, a indústria e os cientistas, para incrementar a utilização dos métodos quantitativos de avaliação ambiental e, em particular, a avaliação de ciclo de vida (SCORELCA, 2014). A associação visa neste sentido:

- Definir programas de investigação relacionados com a ACV (a serem desenvolvidos por institutos de pesquisa ou prestadores de serviço públicos ou privados).
- Promover o intercâmbio entre os diferentes atores envolvidos no uso da ACV e contribuir coletivamente para as melhores práticas nesta área.
- Assegurar a ampla divulgação dos avanços científicos (dados, métodos, resultados e melhores práticas existentes).
- Intervir no âmbito das redes de cooperação científicas europeias e internacionais, de modo a assegurar o seguimento dos mais recentes desenvolvimentos científicos e tecnológicos e, igualmente, fornecer à comunidade científica os resultados dos avanços científicos desenvolvidos pela SCORELCA.

A SCORELCA tem sede em Villeurbanne, perto de Lyon, França, e entre os membros fundadores conta com as empresas Total, EDF, GDF Suez, Veolia Environment, Renault e com a Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME). Como referido, uma das atividades da associação é promover o desenvolvimento de programas de investigação relacionados com ACV. Os resultados desses estudos podem ser obtidos do site da associação.

### 2.2.3.4.4. RETE ITALIANA LCA (ITÁLIA)

A associação Rete Italiana LCA é uma associação que tem como objetivo a promoção e disseminação da metodologia de ACV na Itália, através da partilha de conhecimento, informação e boas práticas relativas à ACV. Enquanto rede, sua existência vem desde 2006, sendo que a fundação da associação é de 2012, com sede em Bolonha, Itália. A associação tem presentemente uma série de grupos de trabalho relacionados com diferentes atividades económicas, como por exemplo, gestão e tratamento de resíduos, serviços turísticos, edifícios, energia e tecnologias sustentáveis, etc., além de um grupo de trabalho relacionado com o desenvolvimento e melhoria da metodologia de ACV (Rete Italiana LCA, 2014).

#### 2.2.3.4.5. THE SWEDISH LIFE CYCLE CENTER (CPM)

O CPM foi fundado em 1996 e é um centro sediado em Gotemburgo que tem por objetivo o apoio à utilização de metodologias de ACV pela indústria. O CPM faz investigação, implementação, comunicação e troca de experiência em gestão de ciclo de vida. A missão principal deste instituto é a melhoria do desempenho ambiental de produtos e serviços, como parte natural do desenvolvimento sustentável. O trabalho do CPM envolve os seus investigadores e uma ligação próxima com outros institutos de investigação, a indústria e as autoridades governamentais.

O trabalho do CPM pode desenvolver-se de diversas formas, por exemplo, através de projetos de investigação, operacionalização de grupos de trabalho, desenvolvimento de plataformas informáticas ou comunicação. São atualmente parceiros do CPM a Chalmers University of Technology, o KTH Royal Institute of Technology, a Swedish Environmental Protection Agency, a ABB, a Vattenfall, o grupo Volvo, o IVL, entre outros.

O CPM tem um curso de formação para profissionais de áreas variadas com o objetivo de discutir abordagens à utilização de ACV no dia a dia das empresas. Entre 2012 e 2013, o centro desenvolveu para a agência de inovação da Suécia uma estratégia de implementação dos conceitos de ACV nos diferentes intervenientes no sistema económico do país a fim de melhorar a sua competitividade e liderança global.

## 2.3. FORMATO DE DADOS, BASES DE DADOS E SOFTWARES DE ACV

### 2.3.1. ENQUADRAMENTO

No presente capítulo caracterizam-se formatos de dados existentes para a criação de conjuntos de dados de Inventários de Ciclo de Vida (ICV) e Avaliação de Impacto no Ciclo de Vida (AICV), nomeadamente no que concerne à sua estrutura, requisitos de qualidade associados e ferramentas informáticas que permitam a sua disseminação ou a conversão em outros formatos.

Posteriormente, apresentam-se várias das principais bases de dados que reúnem conjuntos de dados de ICV e AICV, bem como de softwares que fazem uso dessas bases de dados e que facilitam o desenvolvimento dos estudos de ciclo de vida.

### 2.3.2. FORMATO DE DADOS

#### 2.3.2.1. ILCD 1.1

##### 2.3.2.1.1. ESTRUTURA

O International Reference Life Cycle Data System (ILCD), em termos gerais, é uma coleção de publicações, documentos e ferramentas que suportam o desenvolvimento, a publicação e a partilha dos conjuntos de dados de ICV e AICV, de alta qualidade (Recchioni et al., 2013b). Entre eles, conta-se o formato técnico ILCD para o registro e partilha de conjuntos de dados de ICV e AICV, que está na versão 1.1. e que apresenta as seguintes características (Recchioni et al., 2013b):

- Foi introduzido após extenso processo de consulta e revisão internacional.
- Foi desenvolvido com base na ISO/TS 14048.
- Foi desenvolvido para acomodar processos agregados ou processos unitários.
- Tem a possibilidade de anexar documentos externos, bem como gráficos, diagramas e outras imagens.
- Usa a tecnologia XML (eXtensible Markup Language).

O formato ILCD tem 7 conjuntos de dados principais, segundo a estrutura apresentada na figura 4:

- **Processos** - São constituídos por cinco seções principais: informação de processo (e.g. nome e representatividade), informação sobre a modelação e validação (e.g. metodologia aplicada, qualidade dos dados e revisão), informação administrativa (e.g. origem e detentor dos dados, restrições de acesso), dados de fluxos de entrada e saída (dados ICV) e resultados AICV (indicadores de impacto) (EC/JRC/IES, 2011).

São permitidos quatro tipos de conjuntos de dados de ICV. Processos unitários de operação única, sistemas parcialmente terminados, processos unitários “black box” e resultados ICV (Recchioni et al., 2013b).

- **MÉTODOS AICV** – Os conjunto de dados de métodos de AICV são constituídos por quatro seções principais: Informação sobre o método (e.g. nomes, categorias que o compõem), informação sobre a modelação e validação (e.g. informação da metodologia aplicada,

qualidade dos dados e revisão), informação administrativa (e.g. origem e detentor dos dados) e fatores de caracterização (EC/JRC/IES, 2011).

- **FLUXOS** - Compreendem os conjuntos de dados de fluxos elementares de interação com a natureza, bem como fluxos de produtos e resíduos (EC/JRC/IES, 2011). A nomenclatura e a classificação dos novos conjuntos de dados que sejam necessários desenvolver devem ser realizados de acordo com o documento EC/JRC/IES (2010).

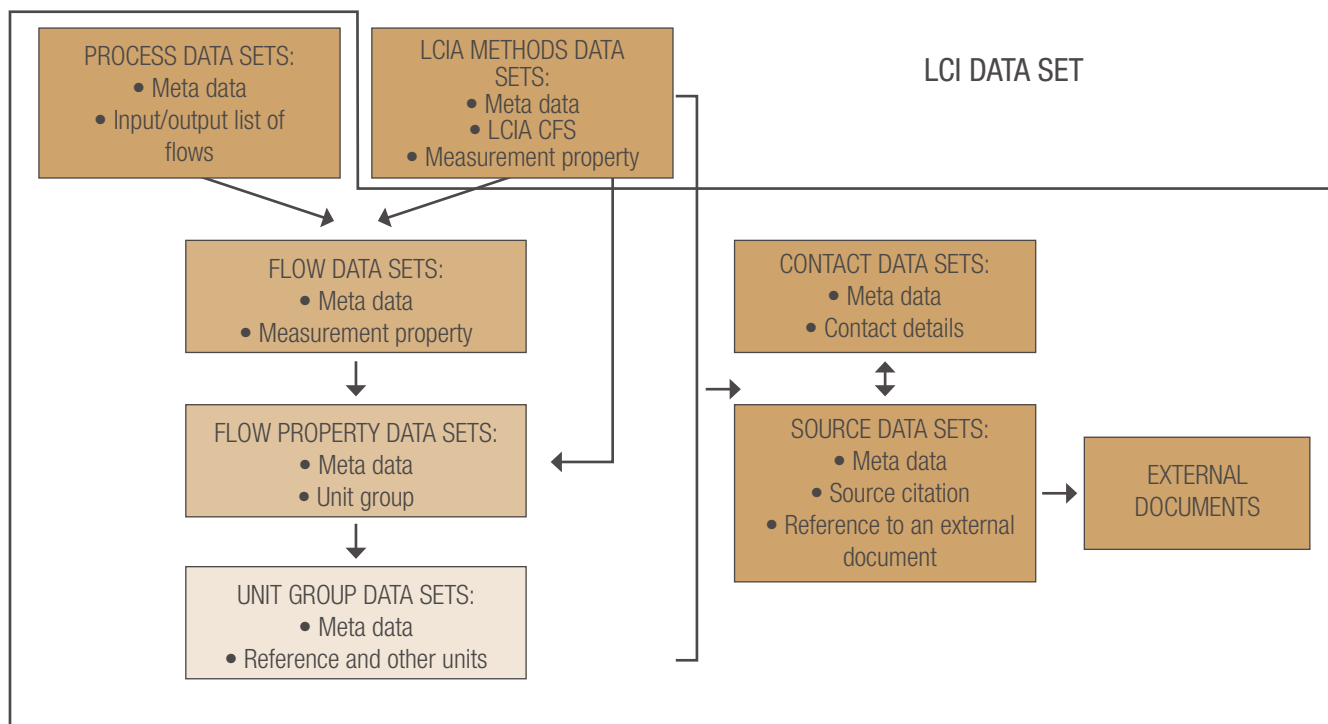
- **PROPRIEDADES DOS FLUXOS** – Contêm informação relacionada com propriedades dos fluxos existentes (e.g. químicos/económicos) (EC/JRC/IES, 2011). A nomenclatura e a classificação dos novos conjuntos de dados que sejam necessários desenvolver devem ser realizados de acordo com o documento EC/JRC/IES (2010).

- **GRUPOS DE UNIDADE** – Agrupam as unidades a que dizem respeito dos fluxos (e.g. massa). A nomenclatura e a classificação dos novos conjuntos de dados que sejam necessários desenvolver devem ser realizados de acordo com o documento EC/JRC/IES (2010).

- **FONTES** – Contêm informação relacionada com bibliografia e quem a produziu.

- **CONTATOS** – Contém informação de contacto de organizações, indivíduos, etc. que são os responsáveis pelos conjuntos de dados.

Figura 4 – Relação dos conjuntos de dados do formato ILCD



Fonte: Recchioni et al. (2013b).

### 2.3.2.1.2. REQUISITOS DE QUALIDADE

Como referido, o formato ILCD foi desenvolvido para garantir elevada qualidade dos conjuntos de dados utilizados em estudos de ICV e ACV. Nesse sentido, foram definidos requisitos para assegurar essa qualidade, nomeadamente os:

- *ILCD Entry-level Requirements.*
- *ILCD Compliance Requirements.*

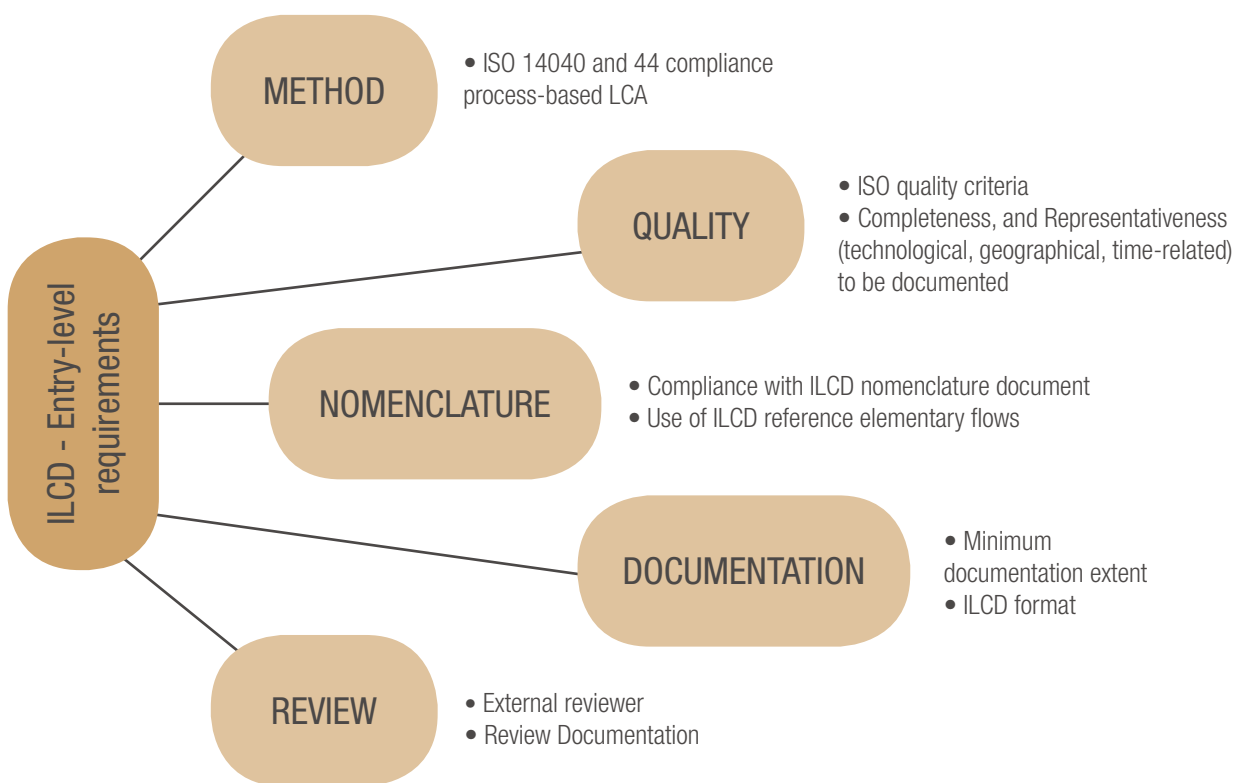
Os primeiros são requisitos provisórios instituídos para ajudar a estabelecer a *ILCD Data Network*. O período de validade definido é de 3 anos (EC/JRC/IES, 2012). Os segundos são os requisitos que se prevê serem adotados após o período provisório. A seguir apresentam-se esses requisitos de forma mais detalhada.



### ILCD Entry-Level Requirements

As principais características dos requisitos *ILCD Entry-level* são o de garantirem um padrão mínimo de qualidade dos conjuntos de dados para serem aceitos na *ILCD Data Network*, apresentarem um pré-requisito de registo, requererem uma revisão por uma entidade independente, obrigarem à existência de um relatório de revisão e não terem uma classificação do nível de qualidade (Recchioni et al., 2013). Uma descrição detalhada dos requisitos de qualidade é efetuada no documento *ILCD-compliance and ILCD Entry-level requirements* (EC/JRC/IES (2012)). Eles são apresentados sucintamente na figura 5:

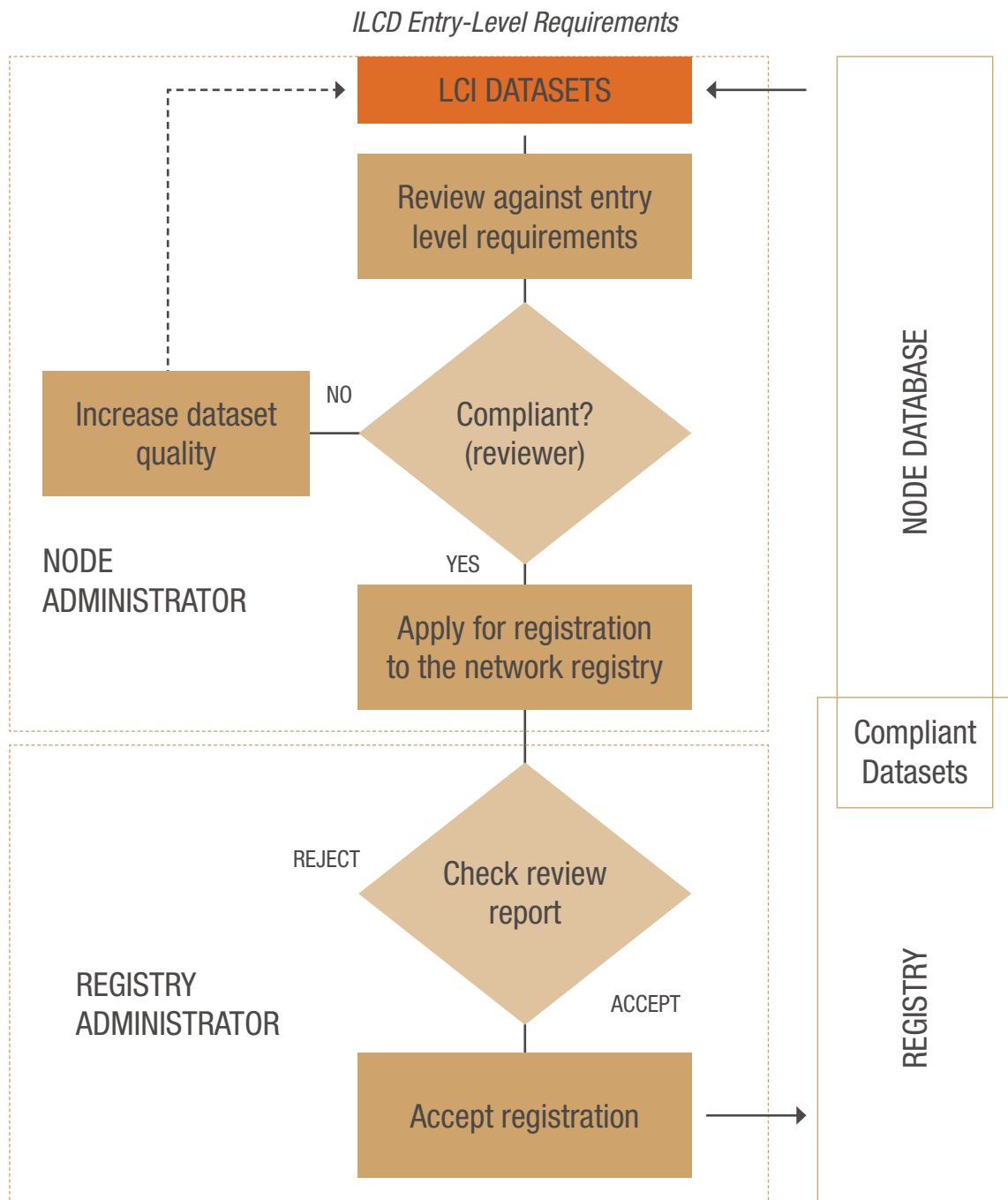
Figura 5 – *ILCD Entry-Level Requirements*



Fonte: Recchioni e Mathieux (2012). No que concerne à nomenclatura e classificação, os conjunto de dados têm de seguir o definido nos documentos EC/JRC/IES (2010) e EC/JRC/IES (2012c).

Por outro lado, o processo de revisão e aceitação dos conjuntos de dados na ILCD Data Network é realizado de acordo com o processo descrito na figura 6, sendo que o template do relatório do processo de revisão é estabelecido nos documentos EC/JRC/IES (2012) e EC/JRC/IES (2012b). O relatório é anexado ao conjunto de dados, de modo a permitir que a qualidade do conjunto de dados possa ser verificada pelo utilizador de ACV (Recchioni et al., 2013).

Figura 6 - Processo de aceitação dos conjuntos de dados de acordo com o



Fonte: Recchioni e Mathieux (2012).

## ILCD COMPLIANCE REQUIREMENTS

Os requisitos de conformidade ILCD visam substituir os requisitos *Entry-Level* após o período transitório, sendo mais exigentes, sobretudo porque requerem a definição de níveis de qualidade de dados. Na tabela 5 apresentam-se os requisitos de conformidade ILCD, comparando-os com os requisitos *ILCD Entry-Level*.

Tabela 5 – Comparação entre os *ILCD Entry-level requirements* e os *ILCD compliance requirements*

COMPLIANCE AREA	ILCD DATA NETWORK - ENTRY-LEVEL	ILCD-COMPLIANCE
DOCUMENTATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimum documentation extent specified</li> <li>• ILCD format to be used</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimum documentation extent specified</li> <li>• ILCD format to be used</li> </ul>
NOMENCLATURE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compliance with ILCD nomenclature document (e.g. use of ILCD reference elementary flows),</li> <li>• <i>Certain aggregated elementary flows</i> (e.g. VOC) are permitted</li> <li>• <i>Terminology use not enforced.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compliance with ILCD nomenclature document (e.g. use of ILCD reference elementary flow, flow property and unit group data sets)</li> <li>• ILCD terminology to be used</li> </ul>
DATA QUALITY	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>“Not defined”, i.e. no data quality levels (Note: this requirement is covered as part of Documentation”)</i></li> <li>• <i>Data quality needs to be stated using ISO quality criteria</i></li> <li>• Technological, geographical and time-related representativeness to be documented</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 levels of data quality differentiated (“high quality”, “basic quality”, “data estimate”), covering among others quantitative criteria for accuracy, completeness and precision. Differentiated quality ratings on Data quality, Methodological consistency, Nomenclature etc. are to be documented inside the data set</li> </ul>
METHOD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 14040 and 14044 compliant process-based LCA</li> <li>• <i>Methodological ILCD-compliance not enforced; applied modelling framework(s) and allocation/substitution approaches to be documented</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 14040 and 14044 compliant process-based LCA</li> <li>• Methodological ILCD-compliance required, differentiated by the archetype goal situations A, B, C1 and C2</li> </ul>
REVIEW	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Use of reviewers from registry not required</i></li> <li>• <i>“Qualified reviewer” required (based on ISO 14025):</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>knowledge of relevant sector</i></li> <li>• <i>knowledge of represented process or product</i></li> <li>• <i>LCA method expertise and experience</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Qualified independent external reviewer in line with ISO 14044 (chapter 6.1) requirements BUT separate review report is not required (review documented in data set) OR</i></li> <li>• <i>Qualified independent internal reviewer in line with ISO 14044 (chapter 6.1) requirements, BUT separate review report is required (minimum review scope defined), in addition to documentation provided within data set</i></li> <li>• <i>Review on unit process level may not be required, depending on data quality claims</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ILCD-registered, qualified “Independent external reviewer” [ILCD reviewer registry, point system: LCA expertise and experience, experience in relevance sector, review experience - in line with ISO 14044 and 14025]</li> <li>• Separate review report always required (electronically attached to data set), in addition to condensed review documentation to be provided in data set</li> <li>• Scope and methods of review in line with “ILCD Handbook - Review scope, methods and documentation”, typically including sample reviews on level of key unit processes also of any included background system is required</li> </ul>

Remark: italics identifies less strict requirement than full ILCD-compliance

Fonte: JRC S&T Report “ILCD Data Network - Compliance rules and entry-level requirements” First edition, Version 1.1

Os requisitos de conformidade ILCD definem três tipos de qualidade de dados de ICV: Alta Qualidade, Qualidade básica, Estimativa de dados<sup>16</sup>. A definição para cada conjunto de dados é dada de acordo com a classificação obtida segundo seis critérios: representatividade tecnológica; representatividade geográfica; representatividade temporal; integralidade dos dados; precisão/incerteza dos dados e consistência e adequação metodológica.

Tendo em consideração a avaliação dos critérios apresentados, numa classificação de 1 (nível muito bom) a 5 (não avaliado/desconhecido), é estabelecido um índice de qualidade dos conjuntos de dados (Overall data quality rating (DQR)), valor esse que serve para determinar a qualidade global do conjunto de dados (EC/JRC/IES (2010b)). O valor DQR é dado pela fórmula seguinte:

$$DQR = \frac{TeR + GR + TiR + C + P + M + X_w * 4}{i + 4}$$

- TeR (*Technological Representativeness*) - representatividade tecnológica.
- GR (*Geographical Representativeness*) - representatividade geográfica.
- TiR (*Time-related Representativeness*) - representatividade temporal.
- C (*Completeness*) – integralidade.
- P (*Precision/uncertainty*) - precisão/incerteza.
- M (*Methodological appropriateness and consistency*) - consistência e adequação metodológica.

- i - número de indicadores de qualidade de dados diferentes de zero.
- X<sub>w</sub> – nível de qualidade mais baixo obtido nos diversos indicadores (corresponde ao maior valor de 1 a 5).

Desse modo, os conjuntos de dados com DQR inferiores ou iguais a 1,6 consideram-se de alta qualidade, os que se situam entre 1,6 e 3 são denominados de qualidade básica, enquanto os que apresentam valores entre 3 e 4 são considerados com estimativas de dados (EC/JRC/IES, 2010b).

16. Respetivamente, High Quality, "Basic Quality", "Data Estimate", no document original em inglês.

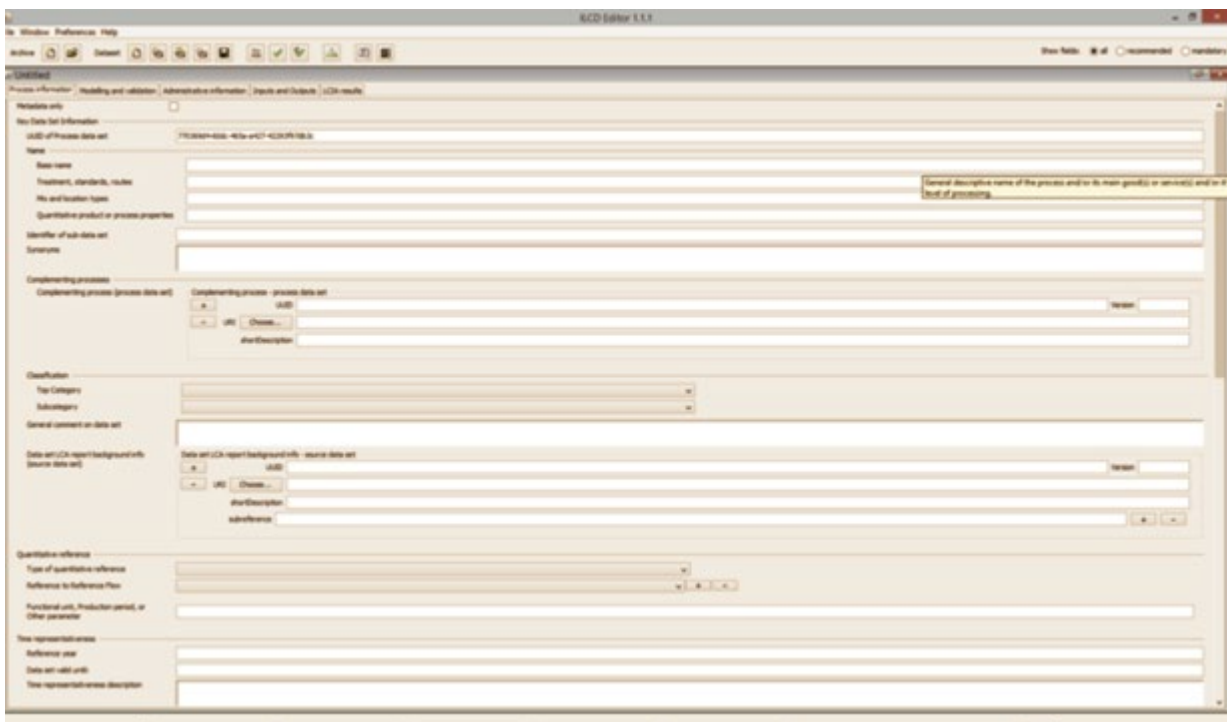
### 2.3.2.1.3. SOFTWARE TOOLS

#### ILCD EDITOR

O ILCD Editor é uma aplicação Java gratuita e disponível para download, que funciona dentro de um browser de internet e que permite a edição dos 7 tipos de conjunto de dados ILCD: Processos, Métodos AICV, Fluxos, Propriedades dos fluxos, Grupos de unidades, Fontes e Contatos.

Em julho de 2014, a versão disponível era o ILCD Editor 1.1 (ver figura 7), que apresenta duas funcionalidades de validação de dados. Uma que avalia formalmente se os dados são do formato ILCD 1.1.1, enquanto a segunda verifica se a documentação presente cumpre os requisitos de conformidade estabelecidos.

Figura 7 – ILCD Editor, versão 1.1.1



## ILCD2XLS CONVERTER

É uma aplicação que permite converter os conjuntos de dados do formato ILCD num ficheiro com o formato MS Excel.

## SODA4LCA

O Soda4LCA é uma solução desenvolvida pelo Institute for Applied Computer Science do Karlsruhe Institute of Technology, capaz de armazenar e obter os conjuntos de dados formatados no formato de dados ILCD através de uma interface *web*, bem como uma *RESTful service API* para comunicação com outros aplicativos de *software*. O Soda4LCA está disponível para *download* de gratuitamente (<http://www.iai.kit.edu/>).

## 2.3.2.2. ECOSPOLD 2

### 2.3.2.2.1. ESTRUTURA

Na década de 90, a associação de indústrias SPOLD, que reunia empresas como a Ciba, a Électricité de France, a Procter & Gamble e a Unilever e que tinha como objetivo a promoção do uso da ACV, desenvolveu o formato SPOLD para permitir a partilha de dados de ICV (2.-0 LCA Consultants, 2014). A primeira versão foi o formato SPOLD '97, que posteriormente evoluiu para o formato SPOLD '99 (Weidema, 1999).

Com base nestes formatos, o ecoinvent Center desenvolveu um formato open source ligeiramente diferente no ano 2000, denominado ecoSpold (versão 1) e que foi usado nas bases de dados ecoinvent 1 e 2. Permitia a partilha de dados de inventário de ciclo de vida e métodos de avaliação de impacto do ciclo de vida, era baseado em XML (eXtended Markup Language) e em tecnologias relacionadas (XSL, XSLT) e seguia a norma ISO / TS 14048.

Esse formato acabou por tornar-se o formato mais abrangente e completo usado na troca de dados de ICV em nível global, tendo as principais empresas de software de ACV implementado a possibilidade de importação de dados segundo esse referencial e algumas igualmente desenvolvido interfaces que permitiam a edição e exportação dos conjuntos de dados segundo o ecoSpold 1 (ecoinvent Center, 2014c).

Em 2013, o formato ecoSpold 2 substituiu a versão anterior, tendo a base de dados ecoinvent 3 sido já implementada segundo esse formato. A necessidade de alteração decorreu da evolução da própria metodologia e seus requisitos, e o novo formato resultou de um processo de consulta e revisão por várias entidades que utilizavam o ecoSpold 1 (ecoinvent Center, 2009). As principais alterações introduzidas foram as seguintes (ecoinvent Center, 2014d):

- Estrutura de dados (e.g. conjuntos de dados de fluxos elementares, trocas com ambiente e categorias de impacto).
- Facilidade na manutenção e extensão da base de dados.
- Melhor suporte para os vários tipos alternativos de modelação do sistema de produto e troca de dados com o formato ILCD (e.g. abordagem baseada no processo de atribuição, abordagem consequencial).
- Suporte para a realização de balanços de massa, energia e monetários.
- Suporte para versões com linguagens diferentes.
- Suporte para melhor documentação.

O formato ecoSpold 2 e sua documentação podem ser descarregados do site do ecoinvent Center.

### 2.3.2.2.2. REQUISITOS DE QUALIDADE

Os requisitos de qualidade definidos pelo ecoinvent Center visam assegurar uma aquisição e reporting de dados coerente entre as várias áreas de atividade e parceiros. Tal como no caso do ILCD, os requisitos de qualidade existentes não são apenas formais (e.g. existem requisitos de classificação e nomenclatura associados que têm de ser cumpridos, por exemplo, nos conjuntos de dados de atividades e trocas com o ambiente), mas também dizem respeito à qualidade dos dados de ICV e ACV presentes nos conjuntos de dados (e.g. fluxos de entrada e saída das atividades).

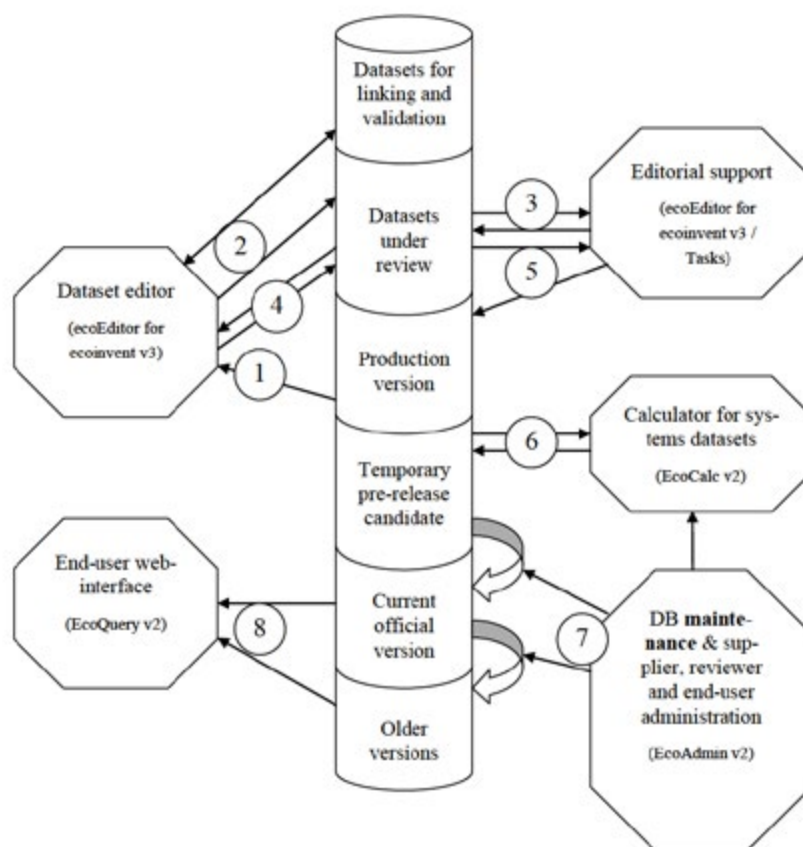
No documento ecoinvent Center (2013) são definidos esses requisitos, por exemplo, ao nível do detalhe necessário, das regras de reporting da incerteza, do garante à integralidade dos dados, etc.

A ecoinvent 3 e o formato de dados ecoSpold 2 permitem mais facilmente que entidades terceiras contribuam com novos conjunto de dados a integrar em futuras versões da ecoinvent, bem como para a revisão dos conjuntos de dados existentes.

O processo de revisão e validação dos conjuntos de dados antes da sua incorporação na ecoinvent é assegurado pelo editorial board do ecoinvent Center, de acordo com a atividade a que os conjuntos de dados estão relacionados (Hischier, 2012) (ver também figura 8).

A revisão dos dados submetidos por entidades terceiras é um processo independente e grátis, o que permite baixar os custos inerentes à submissão dos conjuntos de dados. Os dados são transmitidos ao ecoinvent Center de forma gratuita, sendo que o centro fica com os direitos não exclusivos para a sua integração. É permitido que as empresas submetam os dados de modo a respeitar seus requisitos de confidencialidade (e.g. através de associações industriais) (Hischier, 2012).

Figura 8 – Estrutura do sistema da base de dados ecoinvent



### 2.3.2.2.3. SOFTWARE TOOLS

#### ECOEDITOR

O ecoEditor é uma aplicação grátis, disponível para download, desenvolvida pelo ifu Hamburg GmbH para o ecoinvent Center e que permite a criação, edição, revisão e partilha de conjuntos de dados no formato ecoSpold 2 e para a base de dados ecoinvent 3 (e futuras versões) (Hischier, 2012).

Suporta os produtores dos conjuntos de dados ao permitir uma recolha estruturada de dados, oferecer auxílio para guiar o processo de recolha, validar os dados ante os requisitos de qualidade definidos e dar ainda acesso às novas funções da base de dados ecoinvent (Hischier, 2012). Permite adicionalmente a conversão dos ficheiros ecoSpold 1 em ecoSpold2.



## 2.3.3. BASES DE DADOS

### 2.3.3.1. ELCD 3

A base de dados *European reference Life Cycle Database* (ELCD) é parte integrante da iniciativa do JRC/IES – *European Platform on Life Cycle Assessment* (EPCA) e foi lançada pela primeira vez em 2006, sendo que desde então integra dados provenientes de associações empresariais europeias e de outras fontes que descrevem os principais processos de fabrico de materiais, de combustíveis, de transportes e de gestão de resíduos, por exemplo. Os dados são fornecidos e aprovados pela organização de onde têm origem (EPLCA, 2014b).

O formato utilizado para a base de dados é o *ILCD format* e a ELCD está disponível online de forma gratuita no site da EPLCA. Em julho de 2014, a versão disponível era a versão 3.0, lançada no ano de 2013 e que continha 334 processos no total, desenvolvidos com uma abordagem baseada no processo de atribuição, sendo que 52 eram “partly terminated systems”, 20 “unit process, single operation” (13 dos quais parametrizáveis) e os restantes resultados de ICV (com base em EPLCA, 2014b).

Dos processos presentes na base de dados, 39 cumpriam os requisitos Entry-level. Observa-se que a ELC 3.0 não contém processos específicos relacionados com o Brasil.

Sendo gratuita, a ELCD é disponibilizada com os mais importantes softwares de ACV, como o SimaPro e o GaBI.

### 2.3.3.2. ECOINVENT 3.0

A base de dados ecoinvent, versão 1.01, surgiu no ano de 2003. Tendo em consideração o sucesso obtido, em 2007 surgiu a versão 2.0. Segundo

o ecoinvent Center, em 2007, a base de dados ecoinvent tornou-se a mais disponibilizada e referenciada base de dados em nível mundial, o que apenas foi possível devido ao contínuo suporte do governo suíço e de diversas organizações europeias. Em 2013 surgiu a versão 3.0, financiada pela venda das licenças das versões anteriores, bem como dos subsídios atribuídos por diversas instituições (ecoinvent Center, 2014e).

A ecoinvent 3.0 encontra-se totalmente estruturada no formato ecoSpold 2 e contém aproximadamente 6.000 atividades de transformação, 3.000 atividades de mercado e 70 mixes de produção, sendo que os nomes das atividades e dos produtos estão separados (ecoinvent Center, 2013b). Nesse contexto, esta versão, por exemplo, introduziu novos processos de eletricidade, produção química, produção de frutas e vegetais, etc. (ecoinvent Center, 2013b).

Uma das grandes novidades da ecoinvent 3.0 foi que introduziu dois modelos do sistema de produto diferentes, um baseado no processo de atribuição, em que todas as atividades entram no mercado e os coprodutos são alocados no ponto de substituição, e um consequencial, em que apenas as atividades irrestritas (marginais) entram no mercado e os coprodutos são tratados por substituição (expansão do sistema) (Ruiz, 2013).

A base de dados é paga, mas é possível de forma gratuita recolher metainformação das atividades e produtos presentes na base de dados. No entanto, devido ao suporte financeiro de alguns parceiros, é possível a partilha gratuita de alguns conjuntos de dados em formato open access e que podem ser partilhados (Hischier, 2012).

A ecoinvent 3.0 contém vários processos relacionados com o Brasil, tendo-se identificado, por exemplo, os seguintes (Tabela 6).

Tabela 6 – Atividades/produtos ecoinvent 3.0 relacionados com o Brasil, alocação baseada no processo de atribuição, processos agregados

Atividades/produtos	Tipo de processo
Sugar, from sugarcane {BR}  cane sugar production with ethanol by-product	Material
Irrigation {BR}  market for	Processing
Soybean meal {BR}  and crude oil production	Material
Soybean oil, crude {BR}  soybean meal and crude oil production	Material
Sugarcane {BR}  market for	Material
Soybean {BR}  production	Material
Soybean {BR}  production, on land recently transformed	Material
Sugarcane {BR}  production	Material
Sugarcane {BR}  production, on land recently transformed	Material
Irrigation {BR}  processing	Processing
Electricity, high voltage {BR}  cane sugar production with ethanol by-product	Energy
Electricity, high voltage {BR}  ethanol production from sugar cane	Energy
Electricity, low voltage {BR}  sawing and planing, parana pine, kiln dried	Energy
Glycerine {BR}  esterification of soybean oil	Material
Electricity, high voltage {BR}  heat and power co-generation, diesel, 200kW electrical, SCR-NOx reduction	Energy
Heat, district or industrial, other than natural gas {BR}  heat and power co-generation, diesel, 200kW electrical, SCR-NOx reduction	Energy
Electricity, high voltage {BR}  heat and power co-generation, wood chips, 6400kW thermal, with extensive emission control	Energy
Heat, district or industrial, other than natural gas {BR}  heat and power co-generation, wood chips, 6400kW thermal, with extensive emission control	Energy
Electricity, high voltage {BR}  electricity production, hard coal	Energy
Electricity, high voltage {BR}  electricity production, natural gas, at conventional power plant	Energy
Electricity, high voltage {BR}  electricity production, hydro, reservoir, tropical region	Energy
Electricity, high voltage {BR}  electricity production, lignite	Energy
Electricity, high voltage {BR}  electricity production, nuclear, pressure water reactor	Energy
Electricity, high voltage {BR}  electricity production, oil	Energy
Electricity, high voltage {BR}  treatment of blast furnace gas, in power plant	Energy
Electricity, high voltage {BR}  treatment of coal gas, in power plant	Energy
Electricity, high voltage {BR}  electricity production, wind, <1MW turbine, onshore	Energy
Electricity, high voltage {BR}  electricity production, wind, >3MW turbine, onshore	Energy

continua...

Atividades/produtos	Tipo de processo
Electricity, high voltage {BR}  electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore	Energy
Electricity, high voltage {BR}  market for	Energy
Electricity, high voltage {BR}  import from AR	Energy
Electricity, high voltage {BR}  import from PY	Energy
Electricity, high voltage {BR}  import from UY	Energy
Electricity, high voltage {BR}  import from VE	Energy
Electricity, high voltage {BR}  production mix	Energy
Electricity, low voltage {BR}  market for	Energy
Electricity, low voltage {BR}  electricity voltage transformation from medium to low voltage	Energy
Electricity, medium voltage {BR}  market for	Energy
Electricity, medium voltage {BR}  electricity voltage transformation from high to medium voltage	Energy
Ethanol, without water, in 95% solution state, from fermentation {BR}  cane sugar production with ethanol by-product	Material
Ethanol, without water, in 95% solution state, from fermentation {BR}  ethanol production from sugar cane	Material
Ethanol, without water, in 99.7% solution state, from fermentation {BR}  dewatering of ethanol from biomass, from 95% to 99.7% solution state	Material
Vegetable oil methyl ester {BR}  esterification of soybean oil	Material
Unknown land use {BR}  on arable land recently transformed from shrubland	Use
Unknown land use {BR}  unkown land use, on arable land recently transformed from primary forest	Use
Blast furnace gas (waste treatment) {BR}  treatment of, in power plant	Waste treatment
Coal gas (waste treatment) {BR}  treatment of, in power plant	Waste treatment
Blast furnace gas {BR}  treatment of, in power plant	Processing
Coal gas {BR}  treatment of, in power plant	Processing
Land tenure, arable land, measured as carbon net primary productivity {BR}  clear-cutting, primary forest to arable land	Material
Land tenure, arable land, measured as carbon net primary productivity {BR}  clear-cutting, shrubland to arable land	Material
Parana pine, CO2-removal and land use {BR}  production	Material
Residual wood, dry {BR}  sawing and planing, parana pine, kiln dried	Material
Roundwood, parana pine from sustainable forest management, under bark {BR}  softwood forestry, parana pine, sustainable forest management	Material
Wood chips, dry, measured as dry mass {BR}  sawing and planing, parana pine, kiln dried	Material
Sawnwood, parana pine from sustainable forest management, kiln dried {BR}  sawing and planing, parana pine, kiln dried	Material

Fonte: Nomes com base no software SimaPro 8.0.3., allocation model, system process.

Em julho de 2014 foi lançada a versão 3.1 da base de dados, que segundo o ecoinvent Centre (2014b):

- Aumentou o número de processos existentes, com uma revisão do setor da madeira, transporte terrestre de mercadorias, produção de alumínio e de água disponibilizada aos consumidores.
- Outros processos foram revistos.
- Disponibilizou novamente valores de fluxos de energias renováveis, o que permite a utilização do método *Cumulative Energy Demand* (CED) de forma consistente.
- Introduziu um novo modelo do sistema de produto, o *cut-off system model*, semelhante ao adotado na versão ecoinvent 2.2 e que tinha desaparecido na versão 3.0.

### 2.3.3.3. GABI DATABASES' 13

As bases de dados GaBi resultam do trabalho desenvolvido pela PE Internacional ao longo dos 20 anos de atividade da empresa. São baseadas em dados primários que a empresa recolheu no âmbito dos projetos que desenvolveu para os seus clientes (PE International, 2014) e estão ligadas ao uso do software GaBi, produzido e comercializado pela empresa.

Segundo a empresa, atualmente as bases de dados compreendem no total cerca de 8.000 conjuntos de dados, cobrindo grande parte das atividades econômicas dos setores agrícola, industrial e de serviços, sendo que os conjuntos de dados estão divididos por diferentes bases de dados, com a mesma estrutura e abordagem metodológica (PE International, 2014).

Por exemplo, a versão standard da base de dados que vem de origem com o software GaBi contém 2.444 processos, que incluem processos da ELCD e dados da PlasticsEurope (PE International, 2014). Existem outras bases de dados dedicadas especialmente para determinados tipos de produtos ou atividades, como por exemplo, as bases de dados de energia, fim de vida ou produtos eletrônicos.

O desenvolvimento das bases de dados GaBi foi realizado de forma consistente, seguindo os requisitos definidos pela empresa (PE International, 2012), e são atualizadas anualmente pela PE Internacional com novos produtos, processos e materiais e tecnologias (PE International, 2014).

Todos os conjuntos de dados seguem as normas ISO 14044, ISO 14064 e ISO 14025 e são apresentados de forma agregada, parcialmente agregada, unitária ou em subsistemas de ciclo de vida (PE international, 2012).

Em relação aos processos relacionados com o Brasil presentes nas bases de dados GaBi, eles ascendiam a 159 em julho de 2014, divididos por diferentes bases de dados (com base em PE International, 2014). Por exemplo, na base de dados “profissional”, que vem com o software GaBi para uso comercial, foram contabilizados 58 processos, todos apresentados de forma agregada. A metainformação dos vários processos encontra-se disponível para consulta online.

Tabela 7 – Processos da base de dados GaBi profissional relacionados com o Brasil (julho de 2014)

PROCESSOS
<i>Aromatics (BTX) at refinery</i>
<i>Bitumen at refinery</i>
<i>Bunker oil at refinery</i>
<i>Crude oil mix</i>
<i>Diesel mix at filling station</i>
<i>Diesel mix at refinery</i>
<i>Electricity from biomass (solid)</i>
<i>Electricity from coal gases</i>
<i>Electricity from hard coal</i>
<i>Electricity from heavy fuel oil (HFO)</i>
<i>Electricity from hydro power</i>
<i>Electricity from lignite</i>
<i>Electricity from natural gas</i>
<i>Electricity from nuclear</i>
<i>Electricity from wind power</i>
<i>Electricity grid mix</i>
<i>Electricity grid mix 1kV-60kV</i>
<i>Electricity mix (energy carriers, generic)</i>
<i>Gasoline mix (premium) at filling station</i>
<i>Gasoline mix (premium) at refinery</i>
<i>Gasoline mix (regular) at filling station</i>
<i>Gasoline mix (regular) at refinery</i>
<i>Hard coal mix</i>
<i>Heavy fuel oil at refinery (1.0 wt.% S)</i>
<i>Kerosene / Jet A1 at refinery</i>
<i>Light fuel oil at refinery</i>
<i>Lubricants at refinery</i>
<i>Naphtha at refinery</i>
<i>Natural gas mix</i>

continua...

PROCESSOS
<i>Petrol coke at refinery</i>
<i>Process steam from biomass (solid) 85%</i>
<i>Process steam from biomass (solid) 90%</i>
<i>Process steam from biomass (solid) 95%</i>
<i>Process steam from hard coal 85%</i>
<i>Process steam from hard coal 90%</i>
<i>Process steam from hard coal 95%</i>
<i>Process steam from heavy fuel oil (HFO) 85%</i>
<i>Process steam from heavy fuel oil (HFO) 90%</i>
<i>Process steam from heavy fuel oil (HFO) 95%</i>
<i>Process steam from light fuel oil (LFO) 85%</i>
<i>Process steam from light fuel oil (LFO) 90%</i>
<i>Process steam from light fuel oil (LFO) 95%</i>
<i>Process steam from lignite 85%</i>
<i>Process steam from lignite 90%</i>
<i>Process steam from lignite 95%</i>
<i>Process steam from natural gas 85%</i>
<i>Process steam from natural gas 90%</i>
<i>Propylene at refinery</i>
<i>Refinery gas at refinery</i>
<i>Sulphur (elemental) at refinery</i>
<i>Thermal energy from biomass (solid)</i>
<i>Thermal energy from hard coal</i>
<i>Thermal energy from heavy fuel oil (HFO)</i>
<i>Thermal energy from light fuel oil (LFO)</i>
<i>Thermal energy from lignite</i>
<i>Thermal energy from natural gas</i>
<i>Wax / Paraffins at refinery</i>

Fonte: site do software GaBi, da PE International (<http://www.gabi-software.com/>), funcionalidade GaBi data search, consultado em 29 de Julho de 2014.

A PE International é um nodo da EPLCA, fazendo uso estrutura Soda4LCA 2.0.0, e em Julho de 2014 tinha disponíveis 23 processos.

### 2.3.3.4. AGRI-FOOTPRINT 1.0

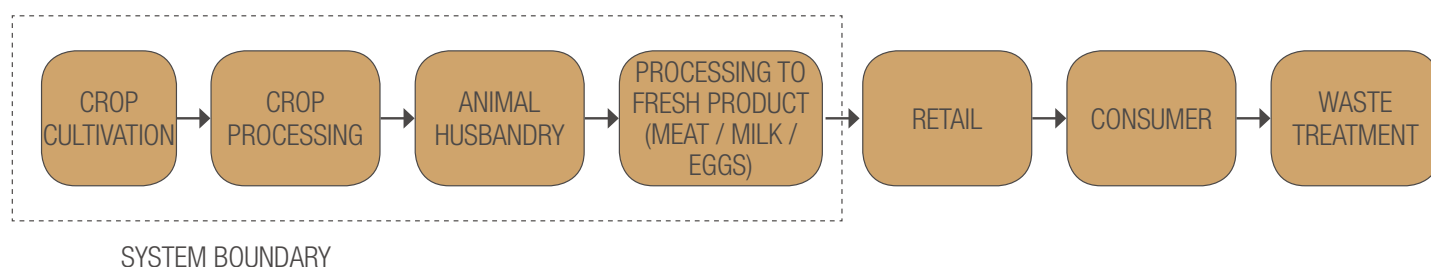
A Agri-Footprint, versão 1.0, foi lançada em maio de 2014 e constitui a primeira base de dados extensiva dedicada à agricultura. Contém aproximadamente 3.000 produtos e processos, que cobrem desde os sistemas de produção de cereais e outros produtos agrícolas aos sistemas de produção animal (PRé Consultants, 2014). Contém ainda dados de inventário relativos ao transporte, produção de fertilizantes e de outros materiais auxiliares utilizados nos sistemas agrícolas.


A Agro-Footprint foi desenvolvida pela empresa de consultoria Blonk Consultants, dos Países Baixos, e contou com a colaboração das entidades PRé Consultants BV, Suiker Unie, OCI Nitrogen e revisão do Centre for Design and Society da RMIT University

(Blonk Agri-footprint BV., 2014a). A empresa que a desenvolveu pretende fazer um update anual, e identificou várias áreas de desenvolvimento futuro (Blonk Agri-footprint BV., 2014a)

As fronteiras do inventário do ciclo de vida são do tipo “cradle-to-gate” e a modelação dos sistemas de produtos foi baseada na abordagem de atribuição, sendo que a distribuição, o consumo e o fim de vida dos produtos estão excluídos do âmbito da análise, exceto no caso dos resíduos produzidos pelos processos respetivos (ver figura 9). A modelação ICV no caso da produção de culturas é efetuada por país específico em consideração (composição dos fertilizantes, tipo de aplicação e esforço de aplicação, uso de energia, produtividades agrícolas específicas, etc.) (Blonk Agri-footprint BV., 2014a).

Figura 9 – Fronteiras do sistema considerado na Agri-footprint





No que respeita a processos relacionados com o Brasil, a Agri-Footprint apresenta alguns processos que foram construídos com base em dados bibliográficos, para a produção de milho, soja e cana-de-açúcar (Blonk Agri-footprint BV., 2014a). Os dados para a construção dos inventários relativos a culturas agrícolas e ao seu processamento, bem como a transformação de produtos animais em alimentos e rações foi obtida do levantamento realizado no projeto Feedprint, em colaboração com a universidade Wageningen UR. A Agri-Footprint utilizou ainda como base diversos processos presentes na ELCD e USLCl.

Está em conformidade com os requisitos ILCD e com o método de avaliação de impactos no ciclo de vida ReCiPE. A base de dados oferece igualmente dados em conformidade com os requisitos associados a DAP e à *UN Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership* (LEAP) (PRé Consultants, 2014).

A Agri-Footprint foi assente numa metodologia consistente e coerente considerando aspectos específicos ambientais ligados à agricultura, como o uso da água, o uso do solo e o conteúdo de carbono do solo. A alteração do uso do solo é totalmente integrada nos conjunto de dados.

Em termos de alocação, permite o acesso a três opções: alocação por massa, alocação por energia e alocação econômica. No que respeita à alocação econômica, o valor do cultivo e das colheitas associadas é baseado em Vellinga et al. (2013), sendo os restantes produtos e processos alocados com base em outras referências (ver Blonk Agri-footprint BV., 2014b).

As emissões fósseis de CO<sub>2</sub> resultantes da alteração direta do uso do solo são estimadas através da ferramenta Direct Land Use Change Assessment Tool, versão 2014.01, desenvolvida pela Blonk Consultants e que está disponível para download. A ferramenta tem em conta as estatísticas da FAO e as regras de cálculo do IPCC e está de acordo com a norma PAS 2050-1 (BSI, 2012), que é referida no guia para o estabelecimento das declarações ambientais de produto.

Na Agri-footprint 1.0 existem 3 conjuntos de 22 processos agrícolas que dizem respeito ao Brasil, cada um dizendo respeito às três possibilidades de alocação que a base de dados contempla. Na tabela 8 apresentam-se estes processos, para o conjunto associado à alocação por massa.



Tabela 8 – Processos Agri-Footprint 1.0 relacionados com o Brasil, alocação por massa

PROCESSO AGRI-FOOTPRINT 1.0	TIPO DE PROCESSO
<i>Citrus pulp dried, from drying, at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Soybean expeller, from crushing (pressing), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Soybean hulls, from crushing (solvent), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Soybean hulls, from crushing (solvent, for protein concentrate), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Soybean meal, from crushing (solvent), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Soybean protein concentrate, from crushing (solvent, for protein concentrate), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Sugar, from sugar cane, from sugar production, at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Crude soybean oil, from crushing (pressing), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Crude soybean oil, from crushing (solvent), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Crude soybean oil, from crushing (solvent, for protein concentrate), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Soap stock (soybean pressure crushing), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Soap stock (soybean protein concentrate production), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Soap stock (soybean solvent crushing), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Soybean molasses, from crushing (solvent, for protein concentrate), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Sugar cane molasses, from sugar production, at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Refined soybean oil, from crushing (pressing), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Refined soybean oil, from crushing (solvent), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Refined soybean oil, from crushing (solvent, for protein concentrate), at plant/BR Mass</i>	Material
<i>Maize, at farm/BR Mass</i>	Material
<i>Soybean, at farm/BR Mass</i>	Material
<i>Sugar cane, at farm/BR Mass</i>	Material
<i>Electricity mix, AC, consumption mix, at consumer, &lt; 1kV/BR Mass</i>	Energy

Fonte: Nomes refletem a designação dada no software SimaPro.

### 2.3.3.5. PLASTICSEUROPE

A associação PlasticsEurope promove o conceito de ciclo de vida há vários anos, sendo que publica inventários de ciclo de vida para diversos materiais, que estão disponíveis gratuitamente no site da associação. Seus objetivos são os seguintes:

- A compilação de dados médios da indústria, que podem ser usados por cada empresa para fazer o benchmarking dos seus processos internos, permitindo a melhoria dos seus processos.
- Incluir informação suficiente que permita às empresas desenvolverem produtos de acordo com critérios ambientais.
- Fornecer dados genéricos que podem ser usados para otimizar a gestão dos resíduos de plástico.

Devido aos ICVs estarem disponíveis publicamente, acabam por ser integrados em outras bases de dados, sendo que a PlasticsEurope é igualmente um nodo disponível na EPLCA.

### 2.3.3.6. CYCLECLO DATABASES

As bases de dados Cycleco foram desenvolvidas pela empresa com o mesmo nome, que é um prestador de serviços de ACV francês ([www.cycleco.eu](http://www.cycleco.eu)). Compreendem as bases de dados C-BUILD e-LICCO 1.2, C-FOOD 1.0, C-TEX 1.0. A Cycleco é um nodo da EPLCA, e neste âmbito estão disponíveis vários processos ligados ao setor dos têxteis, mobiliário e outros produtos interiores.

### 2.3.3.7. DIM 1.0 (ITALIAN NATIONAL LCI DATABASE)

A Italian National LCI Database (DIM 1.0) é uma base de dados de demonstração desenvolvida pelo Ministério do Ambiente e da Tutela do Território e do Mar Italiano, que contempla um número limitado de ICV de processos do sector das bebidas e alimentos. É um nodo da EPLCA, fazendo uso da estrutura Soda4LCA 2.0.0.

### 2.3.3.8. OUTRAS BASES DE DADOS

Além dos casos mencionados anteriormente, existem várias bases de dados para ACV. Por exemplo, na tabela 9 apresentam-se as catalogadas pela EPLCA. Os exemplos compreendem bases de dados desenvolvidas por prestadores de serviço de ACV (e.g. Bureau Veritas CODDE e ESU-services Ltd), mas igualmente bases de dados que foram produzidas por organizações governamentais e institutos de investigação (e.g. Universitat Autònoma de Barcelona).

Tabela 9 – Exemplos de Bases de dados de ACV

Database	Developer	ILCD Compliant	ILCD Entry Level	PEF/OEF	Database Languages
EIME Electric and Electronics 2014-03	Bureau Veritas CODDE	Yes	Yes	Yes	English
EIME Generic 2014-03	Bureau Veritas CODDE	Yes	No	Yes	Spanish, French, English
EIME Marine 2014-03	Bureau Veritas CODDE	Yes	Yes	No	English
EIME Textile 2014-03	Bureau Veritas CODDE	Yes	Yes	Yes	English
ESU data-on-demand 2014	ESU-services Ltd.	Yes	Yes	Yes	German, English
LC-inventories 2014	ESU-services Ltd.	Yes	Yes	Yes	English
C-BUILD e-LICCO 1.2	CYCLECO	No	No	No	French
C-FOOD 1.0	CYCLECO	No	No	No	French, English
C-TEX 1.0	CYCLECO	No	No	No	French, English
CPM LCA Database	Center for Environmental Assessment of Product and Material Systems - CPM	No	No	No	English
DEAM™	Ecobilan - PricewaterhouseCoopers	No	No	No	English
DEAM™ Impact	Ecobilan - PricewaterhouseCoopers	No	No	No	English
ECODESIGN X-Pro database V1.0	EcoMundo	No	No	No	English
Eurofer data sets	EUROFER	No	No	No	English
GEMIS 4.4	Oeko-Institut (Institute for applied Ecology), Darmstadt Office	No	No	No	Spanish, Czech, German, English
IO-database for Denmark 1999	2.-0 LCA consultants	No	No	No	English
IVAM LCA Data 4.04	IVAM University of Amsterdam bv	No	No	No	English

continua...

Database	Developer	ILCD Compliant	ILCD Entry Level	PEF/OEF	Database Languages
KCL EcoData	Oy Keskuslaboratorio-Centrallaboratorium Ab, KCL	No	No	No	English
LC Data	Forschungszentrum Karlsruhe	No	No	No	German, English
LCA Database for the Forest Wood Sector	Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH)	No	No	No	
LCA_sostenipra_v.1.0	Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)	No	No	No	Spanish, Catalan, English
MFA_sostenipra_v.1.0	Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)	No	No	No	Spanish, Catalan, English
Option data pack	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)	No	No	No	Japanese
ProBas	Umweltbundesamt	No	No	No	German
SALCA 061	Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART	No	No	No	German, English
SALCA 071	Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART	No	No	No	German, English
SimaPro database	PRé Consultants B.V.	No	No	No	English
sirAdos 1.2.	LEGEP Software GmbH	No	No	No	German
The Boustead Model 5.0.12	Boustead Consulting Limited	No	No	No	English
US Life Cycle Inventory Database	Athena Sustainable Materials Institute	No	No	No	English
Waste Technologies Data Centre	UK Environment Agency	No	No	No	English

Fonte: EPLCA, Resource Directory, <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ResourceDirectory/databaseList.vm>, consultado em 28 de Julho de 2014.

Adicionalmente, existe um conjunto de base de dados que foram desenvolvidas de forma diferenciada das mencionadas, tendo em conta as matrizes Input-Output económicas de cada país ou região, que são matrizes desagregadas por setor econômico e normalmente compiladas pelos institutos de estatística, às quais se associa informação ambiental (e.g. emissão de gases com efeito de estufa (GEE) por sector económico).

Em nível europeu, entre essas bases de dados contam-se a EU & DK Input-Output Database e a Swiss Input-Output Database. A utilização das matrizes Input-Output para avaliação ambiental é uma área de investigação bastante dinâmica na comunidade da ACV.

## 2.3.4. SOFTWARES DE ACV

### 2.3.4.1. SIMAPRO

O SimaPro é desenvolvido pela PRé Consultants, da Holanda. As licenças variam entre licenças comerciais (Compact, Analyst e Developer) e as licenças educacionais (Faculty, Classroom e PhD), existindo versões standalone e multi-user (uma única base de dados, que permite vários acessos simultâneos). A versão do SimaPro existente é a 8.0., sendo que a empresa atualiza frequentemente o software, com novas/atualizações e inclusão de novas bases de dados existentes (e.g. Agri-Footprint) além de novas funcionalidades ou correções de erros.

A Pré Consultants tem uma rede extensa de parceiros em nível global, como prestadores de serviços, que incluem, por exemplo, a 2.-0 LCA Consultants (Dinamarca), a GreenDelta (Alemanha), a ESU-services Ltd. (Suíça) e a ACV Brasil (Brasil).

O SimaPro 8.0 inclui as seguintes bases de dados: ecoinvent 3.0, Agri-Footprint 1.0, ELCD 3.0, Franklin US LCI 98 library, European Life Cycle Data, US Input Output library, EU and Danish Input Output library, Swiss Input Output, LCA Food e Industry data v2.

Inclui ainda os seguintes métodos de AICV: ILCD 2011 Midpoint, ReCiPe (Midpoint), ReCiPe (Endpoint), USEtox, IPCC 2007, CML IA, Traci 2, BEES, EDIP 2003, Ecological scarcity 2006, Greenhouse Gas Protocol, Ecological footprint, Eco-indicator 99, Impact 2002+, EPS 2000 e vários métodos para cálculo da pegada da água.

O SimaPro 8.0 permite a importação/exportação do formato EcoSpold 1.

### 2.3.4.2. GABI

O GaBi é um software desenvolvido pela PE International. As versões disponíveis compreendem o GaBi Software (versão standalone para uso profissional, versão 6.3), GaBi DFX (para análise de conformidade), GaBi Server (para uso colaborativo), GaBi Envision (para análise de cenários de ecodesign) e GaBi Education (versão gratuita para educação) (PE International, 2013).

Segundo a empresa, os clientes dos softwares GaBi incluem o grupo ABB, a Bayer, a Daimler, a ENI, a Johnson & Johnson, a Petrobras, a Renault AG, a Shell e a Unilever, entre outros (<http://www.gabi-software.com/>).

O GaBi traz de origem, na sua vertente comercial (GaBi DFX), as bases de dados GaBi (profissional), ecoinvent 3.0 e a U.S. LCI database. O GaBi 6.3 tem a funcionalidade de trocar informação (exportação) no formato ILCD (<http://www.gabi-software.com/>) e permite a importação/exportação do formato EcoSpold 1.

O GaBi tem vários parceiros para comercialização do software, incluindo no Brasil a empresa EFRO Representações Ltda (<http://www.gabi-software.com/>).

### 2.3.4.3. UMBERTO

O Umberto é um software desenvolvido pelo instituto ifu Hamburg, da Alemanha. Estão disponíveis várias versões, como o NXT CO2 (para determinação de pegadas de carbono), o NXT LCA (para realizar uma análise ACV tradicional), o NXT Efficiency (vocacionada para o ecodesign e produção mais limpa do ponto de vista de balanços de massa e energia, sem avaliação de impactos) e o NXT Universal (que permite as várias funções das versões anteriores e ainda a combinação dos aspectos econômicos) (<http://www.umberto.de/>).

As bases de dados que vêm com o Umberto, nas versões NXT LCA e NXT Universal, são a ecoinvent e a GaBi, a última sendo opcional.

Segundo o ifu Hamburg, entre as empresas e organizações que usam o Umberto, contam-se a ArcelorMittal, a BASF AG, a EMPA, o Fraunhofer-Institute for Material Flows and Logistics, o ifeu-Institute for Energy and Environmental Research, a OSRAM GmbH e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (<http://www.umberto.de/>).

O ifu Hamburg conta com uma rede de parceiros para a comercialização e assistência relacionada com o software, sendo a empresa ACV Brasil uma destas entidades (<http://www.umberto.de/>).

### 2.3.4.4. OPEN LCA

O openLCA é um software open source para a ACV e avaliação de sustentabilidade, desenvolvido desde 2007 pela empresa alemã GreenDelta ([www.greendelta.com](http://www.greendelta.com)). Está disponível gratuitamente, a

partir do site do projeto ([www.openlca.org](http://www.openlca.org)), sem custos de licença. A versão openLCA 1.4 foi lançada em junho de 2014 (Ciroth e Winter, 2014).

O fato de ser um software open source, dá ao openLCA um caráter distintivo no quadro dos softwares de avaliação de ciclo de vida. Associada ao software existe uma rede denominada de openLCA nexus que contém bases de dados que podem ser descarregadas de forma gratuita (ELCD, NEEDS, bioenergiedat e USDA) ou pagas (ecoinvent, GaBi, Ökobaudat, LC-Inventories.ch e Social Hotspots (para ACV social)).

A versão do openLCA 1.4 permite a importação dos formatos de dados ecoSpold 1, ecoSpold 2, ILCD, Excel, SimaPro CSV, a importação de dados da *ILCD Network* e ainda a exportação dos formatos ecoSpold 2 e ILCD, bem como para a *ILCD Data Network*.

No âmbito do projeto openLCA, a GreenDelta desenvolveu uma ferramenta *open source* de conversão de formatos, o *openLCA format converter* (Ciroth et al., 2013). A primeira versão foi disponibilizada em 2007, sendo que a versão 3.0 permite a conversão de ecoSpold01 para ILCD, ecoSpold02 para ILCD, ILCD para ecoSpold01 e ILCD para ecoSpold02.

Em Novembro de 2013, o JRC patrocinou o desenvolvimento de novo projeto relacionado com a ferramenta de conversão, com os seguintes objetivos ([www.openlca.org](http://www.openlca.org)):

- Melhorar a versão do software existente.
- Integrar a ferramenta na ILCD Data Network, de modo a permitir a criação de conjuntos de dados em diferentes formatos.
- Desenvolver e estabelecer um procedimento e um *workflow* para efetuar a atualização de fluxos e outros elementos nos diferentes formatos das

bases de dados de referência, especialmente também na base de dados ELCD.

### 2.3.4.5. OUTROS SOFTWARES DE ACV

Além dos *softwares* referidos anteriormente, podem-se ainda identificar alguns dos softwares desenvolvidos na Europa:

- AVENY LCA (Aveny GmbH, Suíça, <http://www.aveny.ch/>).
- E-DEA (EVEA e GreenDelta, França e Alemanha, <http://www.edea-software.com/>).
- EIME/CODDE (Bureau Veritas, França, <http://www.codde.fr/>).
- Quantis Suite (Quantis, França, <http://www.quantis-intl.com/>).
- TEAM (Ecobilan/PricewaterhouseCoopers, França, <http://ecobilan.pwc.fr/>).

Além desses, existem outros softwares/ferramentas desenvolvidos para análises específicas, como é o caso do Easetech (Universidade Técnica da Dinamarca (DTU), <http://www.easetech.dk/>, para tecnologias ambientais incluindo gestão de resíduos) e o LCA4AFR (ETH Zurich, [http://www.ifu.ethz.ch/ESD/downloads/LCA4AFR/index\\_EN](http://www.ifu.ethz.ch/ESD/downloads/LCA4AFR/index_EN), para análise de impactos em cimenteiras, incineradores de resíduos sólidos e aterro).

## 2.4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

### 2.4.1. ENQUADRAMENTO

Os primeiros métodos de Avaliação de Impactos no Ciclo de Vida (AICV) foram desenvolvidas há mais de 20 anos nomeadamente (EC/JRC/IES, 2012d):

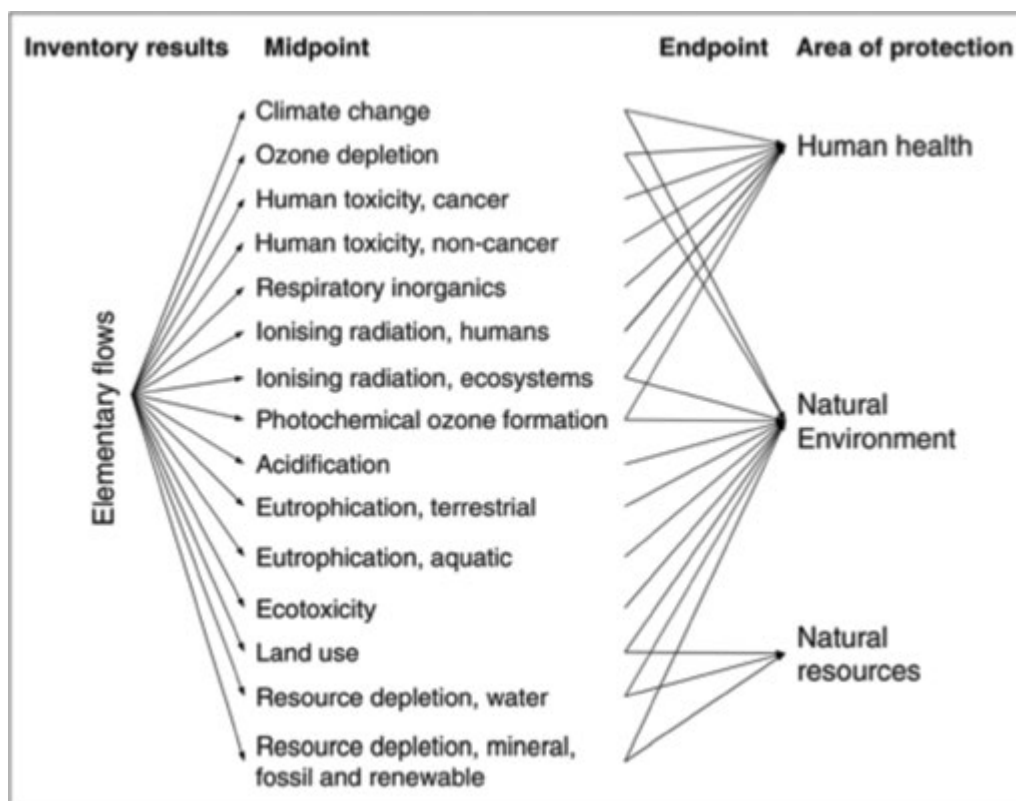
- EPS (*Environmental Priority Strategies*), baseado na modelação dos impactos finais (*endpoint*), neste caso com os resultados expressos em unidades monetárias.
- *Swiss Ecoscarcity* (ou *Ecopoints*), apoiado no cálculo da diferença a um objetivo.
- CML 1992, fundamentado na modelação dos impactos intermédios (*midpoint*).

Esses métodos serviram de base para a definição das três principais doutrinas de AICV, no âmbito das quais são ainda hoje desenvolvidos os principais estudos de ACV (EC/JRC/IES, 2012d).

Os métodos tradicionais de ACV são normalmente exemplos de modelos *midpoint*, o que quer dizer que utilizam indicadores de categorias de impacto que se situam entre as emissões e o impacto final fazendo-se a modelação do impacto a partir desse indicador. O indicador é escolhido normalmente num ponto em que se pensa que modelação adicional não é exequível ou envolve demasiada incerteza, ou porque a comparação já é possível sem recurso à modelação adicional. São exemplos de métodos *midpoint* o ILCD 2011, o CML-IA e o EDIP 2003 (Finnveden, 2009).

Ao contrário, os métodos *endpoint* aplicam-se quando a finalidade da ACV é a determinação dos impactos em áreas de proteção ambiental. Nesse tipo de abordagem, a modelação inclui todo o processo ambiental, já que as áreas de proteção ambiental encontram-se no seu final. É exemplo de um método *endpoint* o Ecological Scarcity 2013, sendo o ReCiPe um método simultaneamente *midpoint* e *endpoint*. A figura 10 esquematiza as categorias e impacto *midpoint* e *endpoint*.

Figura 10 – Diferença entre métodos midpoint e endpoint



Fonte: Haushild et al. (2013).

Desde os anos 90, muitas tentativas foram feitas para harmonizar as abordagens à AICV. A norma ISO 14042, publicada em 1999 e atualmente parte da norma ISO 14044, estabeleceu alguns princípios genéricos que permitem a compatibilidade de muitos métodos de AICV (EC/JRC/IES, 2012d).

Considerando o histórico da utilização das metodologias de AICV, o presente capítulo contém um resumo descritivo de métodos compreensivos e assuntos específicos que são usados em projetos de ACV europeus.



## 2.4.2. MÉTODOS

### 2.4.2.1. ILCD 2011 (MIDPOINT)

Com o desenvolvimento do *International Reference Life Cycle Data System* (ILCD), foram igualmente avaliados os vários métodos de AICV existentes (EC/JRC/IES, 2010).

Com base nos resultados obtidos, o JRC/IES estabeleceu o método ILCD 2011 *Midpoint*, que identifica por categoria de impacto ambiental, a melhor prática de AICV segundo os seus autores, fazendo uso dos métodos e dos fatores de caracterização já publicados (EC/JRC/IES, 2012).

Da sua aplicação resultam indicadores para diferentes tipos categorias de impacto que refletem impactos potenciais (pressões) relacionados com emissões poluentes ou consumo de recursos. Entre as categorias de impacto consideradas, contam-se as alterações climáticas, a depleção da camada de ozono, a formação de agentes fotoquímicos, a acidificação, a toxicidade humana, entre outras.

Esse método de origem não tinha definidos fatores de normalização nem de ponderação. No entanto, no âmbito do projeto Prosuite, apoiado pelo 7º programa quadro da Comissão Europeia, foram estimados fatores de normalização para diversas categorias ambientais do ILCD 2011, que podem nesse sentido ser utilizados em análises ACV em conjunção com o referido método (Laurent et al., 2013). Por outro lado, o próprio JRC publicou em setembro de 2014 valores de normalização no contexto do estabelecimento das Pegadas Ambientais de Produto (PAP) (JRC, 2014).

### 2.4.2.2. RECIPE (MIDPOINT E ENDPOINT)

O método ReCiPe foi criado em 2008 pelo RIVM (National Institut for Public Health and Environment – Netherlands), University of Leiden, PRé Consultants e Radboud Universiteit Nijmegen, tendo surgido a partir dos métodos Eco-indicator 99 e CML 2002. Integrou e harmonizou as categorias de impacto ao nível intermédio (*midpoint*) e final (*endpoint*) através de uma nova estrutura de cálculo (JRC/IES, 2010).

Ao nível de *midpoint*, são abrangidos 18 categorias de impactos, como por exemplo: as alterações climáticas, a depleção da camada de ozono, a acidificação terrestre, a eutrofização de águas superficiais, entre outras. As categorias de impacto final (*endpoint*) são, por outro lado, os danos na saúde humana, na diversidade dos ecossistemas e na disponibilidade de recursos. O método apresenta fatores de normalização (indicadores *midpoint* e *endpoint*) e de ponderação (indicadores *endpoint*).

O método ReCiPe tem sido periodicamente atualizado desde a sua publicação.

### 2.4.2.3. CML-IA (MIDPOINT)

O método CML-IA foi publicado pelo Center of Environmental Science (CML) da Universidade de Leiden em 2013, sendo uma atualização do método CML 2 baseline 2000. A abordagem do método é orientada para o problema (*midpoint*).

Segundo o guia *Handbook on Life Cycle Assessment*, Operational guide to the ISO standards são definidas categorias de impacto obrigatórias (usadas na maior parte dos estudos

de ACV), categorias de impacto adicional (que não são usadas muitas vezes em estudos de ACV), bem como outras categorias de impacto, para as quais não existem indicadores, pelo que é impossível o seu uso em ACV (Guinée et al., 2011).

Nesse contexto, o método CML-IA define métodos baseline para as categorias de impacto obrigatórias (melhores práticas) nos casos em que existem vários modelos diferentes para a caracterização de uma categoria de impacto.

Entre as categorias utilizadas podem-se referir, por exemplo, a acidificação, as alterações climáticas, a depleção de recursos abióticos, a ecotoxicidade de águas superficiais e a toxicidade humana (Acero, 2014). O método CML-IA apresenta fatores de normalização.

#### 2.4.2.4. EDIP 2003 (MIDPOINT)

O método EDIP (*Environmental Design of Industrial Products*) resultou de um esforço de quatro anos, realizado na década de 90, na Dinamarca, e envolveu o Institut for Product Development (IPU) da Technical University of Denmark, várias indústrias e a Agência de Proteção do Ambiente dinamarquesa (Wenzel et al., 1997).

O método EDIP 2003 foi uma atualização da sua primeira versão de 1997. Nessa nova versão, os fatores de caracterização abrangem a modelação da dispersão das substâncias e o subsequente aumento no potencial de exposição. A relevância ambiental dos impactos calculados é assim maior, esperando-se que estes sejam mais coincidentes com os impactos efetivos no ambiente das substâncias nocivas, sendo também estes mais fáceis de interpretar em termos de dano ambiental (Hauschild, et al., 2003).

O método EDIP 2003 apoia a ACV de produtos industriais e utiliza apenas categorias de impacto ao nível intermédio (*midpoint*), cobrindo a maior parte dos impactos relacionados com emissões, utilização de recursos e ambiente de trabalho (Wenzel et al., 1997, Hauschild e Wenzel, 1998). Foram efetuadas adaptações à versão de 2003 do método EDIP entre 2008 e 2013. O método apresenta fatores de normalização e ponderação.

#### 2.4.2.5. ECOLOGICAL SCARCITY 2013 (ENPOINT)

O método de AICV *Ecological Scarcity* (também denominado *Swiss Ecoscarsity* e *Swiss Endpoints*) foi originalmente publicado na Suíça nos anos 90.

O método permite a ponderação e/ou agregação do impacto ambiental decorrente de várias intervenções distintas pela utilização de ecofatores (Frischknecht et al., 2007). O método fornece fatores de ponderação para diferentes tipos de emissões e para a utilização de energia. Os ecofatores baseiam-se nos fluxos reais anuais e nos fluxos críticos anuais definidos para determinado país ou região (EC/JRC/IES, 2012d).

A AICV, segundo o método *Ecological Scarcity* adequa-se, por exemplo, para a avaliação de produtos e processos muito específicos. É também muitas vezes usado como um elemento de avaliação nos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) das empresas, no que se refere à determinação do grau de significância dos impactos ambientais (EC/JRC/IES, 2010). No método pode-se recorrer à ponderação.

#### 2.4.2.6. USETOX

O método USEtox foi criado em 2004 pela UNEP-SETAC *Life Cycle Initiative* no sentido de criar consenso relativamente aos fatores de

caracterização que dizem respeito à toxicidade (Pre Consultants, 2013 e Rosenbaum et al., 2008). O USEtox apresenta as substâncias causadoras de impacto agrupadas em duas classes que refletem o nível de confiança nos cálculos (Resenbaum, 2008):

- Fatores de caracterização recomendados.
- Fatores de caracterização interina.

No caso dos impactos sobre a toxicidade humana, as substâncias encontram-se agrupadas em carcinogênicas e não carcinogênicas, utilizando-se para avaliar a ecotoxicidade o nível de toxicidade de águas superficiais (Pre Consultants, 2013). O método apresenta fatores de normalização.

### 2.4.2.7. CED

O método CED (*Cumulative Energy Demand*) foi publicado pelo *Swiss Centre for LCI*, em 2003, no âmbito da base de dados ecoinvent v.2.0, embora a sua gênese venha desde o início dos anos 70 depois da primeira crise do petróleo (Althaus, 2007).

O método CED tem por objetivo determinar o consumo dos diversos tipos de energia (e.g. energia renovável proveniente de biomassa, energia não renovável fóssil, etc.) ao longo do ciclo de vida de um produto ou serviço, pelo que considera impactos decorrentes do consumo direto e indireto de energia (Althaus, 2007).

Os resultados obtidos através do método CED podem ser usados para a comparação com estudos que avaliem apenas o consumo de energia. Esse método pode também ser usado como forma de verificar erros na avaliação, já que é fácil avaliar erros com base nos resultados desta avaliação, devido a ser assunto específico (Althaus, 2007).

O CED divide-se em várias categorias de impacto relativas a recursos não renováveis: fósseis,

nucleares e biomassa, ou a recursos renováveis: biomassa, vento, sol, geotermia e água. Foram efetuadas adaptações à versão de 2003 do método CED entre 2004 e 2010.

A versão 3.0 da base de dados ecoinvent, devido à sua alteração metodológica, não permitia de forma consistente a aplicação do método CED devido ao tratamento efetuado aos fluxos de energias renováveis. A situação foi corrigida com o lançamento da ecoinvent 3.1, em julho de 2014.

### 2.4.2.8. ECOLOGICAL FOOTPRINT

O conceito do método *Ecological footprint* foi desenvolvido em 1994 com base numa dissertação de doutoramento de Mathis Wackernagel, orientada por William Rees. O trabalho foi posteriormente publicado no livro *Our ecological footprint* (Wackernagel et al., 1996). Após o ano 2000, ganhou crescente interesse político. O método é normalmente usado para dimensionar a pressão humana num contexto geográfico, por exemplo, de um país, região ou cidade (Huijbregts, 2008).

O recurso ao método Ecological Footprint na AICV permite a obtenção de um indicador simples da pressão humana sobre os ecossistemas naturais. O indicador reflete a área de terra e água teoricamente necessária para determinada população produzir os recursos que consome e para absorver parte dos resíduos produzidos na sequência do consumo de combustíveis fósseis (EC/JRC/IES, 2012d).

O método apresenta várias limitações, por exemplo, só inclui um conjunto restrito de questões ambientais (e.g. a terra necessária à produção de comida e madeira indispensável ao sequestro de carbono) (EC/JRC/IES, 2010). Por outro lado, o Ecological footprint não inclui e não pode ser dividido em várias categorias de impactos, não

sendo assim possível analisar individualmente cada uma delas (EC/JRC/IES, 2010).

Tal como o método CED, a utilização do método Ecological Footprint resulta num indicador único que transmite a dimensão do impacto de um determinado produto ou serviço. É um método simples para efeitos de comunicação, mas não se adapta bem, por exemplo, ao suporte de decisão em políticas públicas (Van der Veen, 2010).

### 2.4.3. PANORAMA GLOBAL DE UTILIZAÇÃO

A possibilidade de acesso a diferentes métodos de AICV deve ser vista como uma mais-valia na elaboração de estudos de ACV (Acero, 2014). Como estabelecido no presente capítulo, diversos métodos de AICV têm sido desenvolvidos e aplicados, tendo-se verificado uma evolução desde os métodos *midpoint* e *endpoint* dedicados aos métodos que tentam combinar as duas abordagens e modelam os impactos tanto ao nível intermédio como final (Hauschild et al., 2013).

Por vezes a escolha entre os métodos de AICV não é completamente óbvia e os resultados obtidos pela utilização desses métodos podem ser bastante distintos para o mesmo ICV de base (Hauschild et al., 2013).

Entre as categorias de impacto *midpoint* frequentes e que são transversais a muitos dos métodos contam-se as alterações climáticas, a eutrofização, a acidificação, a depleção da camada de ozônio e a oxidação fotoquímica.

Nesse contexto, algum esforço tem sido desenvolvido de modo a guiar/harmonizar abordagens. Por exemplo, o CML da Universidade de Leiden publicou um guia o qual define quais as categorias de impacto

obrigatórias (usadas na maior parte dos estudos de ACV) (Guinée et al, 2011).

Outro exemplo é o esforço do JRC de sistematização dos vários métodos, categorias e modelos utilizados para avaliação de impactos no ciclo de vida, para identificar a abordagem científica preferencial para várias categorias de impacto existentes, bem como as limitações que ainda subsistem (EC/JRC/IES, 2010).

Finalmente, a AICV é ainda uma das prioridades do trabalho que está sendo efetuado no âmbito da *Life Cycle Initiative*, e os indicadores de avaliação de impacto do ciclo de vida constituem uma das *flagship activities*, coordenadas por Rolf Frischknecht e Olivier Jolliet.

Os *outputs* previstos da presente atividade da ICV são um relatório orientador, com suporte web, que contenha os indicadores e os fatores de caracterização recomendados (por região). Outros resultados eventuais são a definição de orientações para o desenvolvimento de indicadores de impacto por região, caso não seja possível encontrar consensos nos fatores de caracterização associados, bem como quais as necessidades de investigação em áreas como a depleção de recursos minerais ou bióticos, que carecem ainda de bastante desenvolvimento (Jolliet et al., 2014).

No âmbito do trabalho desenvolvido, no *workshop* realizado em Glasgow, Escócia, em 2013 para atacar prioritariamente os principais efeitos ambientais, o grupo de trabalho envolvido nessa atividade recomendou que o trabalho para a criação de consensos iniciasse nas categorias alterações climáticas, efeitos na saúde resultantes da emissão de partículas, uso do solo e uso da água, que são das mais importantes categorias ambientais no contexto atual (Jolliet et al., 2014).

## 2.5. CASOS DE ESTUDO: TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DA ACV

### 2.5.1. ENQUADRAMENTO

A área científica em que a ACV se insere é muito dinâmica, o que se prova pela existência de cerca de 100 redes/plataformas mundiais para a promoção e cooperação no âmbito do conceito de ciclo de vida e da ACV (Bjorn et al., 2013).

Apresentam-se algumas tendências que se perspectivam para o futuro relacionadas com essa área, por exemplo, a abordagem de modelação dos ICV, o desenvolvimento dos métodos de AICV ou o desenvolvimento de outras ferramentas baseadas no ciclo de vida.

### 2.5.2. DADOS PARA ICV

Existe atualmente uma tendência para o desenvolvimento de mais e melhores bases de dados de ICV, por exemplo, aprofundando os requisitos de qualidade e revisão dos conjuntos de dados, como são exemplos os requisitos ILCD estabelecidos no âmbito da EPLCA.

O desenvolvimento de conjuntos de dados regionais é um assunto bastante importante no uso da ACV para aplicações práticas (e.g. empresas), devido à dispersão geográfica associada a muitas cadeias de valor existentes. Adicionalmente, muitos programas nacionais e regionais requerem o desenvolvimento de regras e requisitos regionais específicos para os dados de ICV (Baitz et al., 2013).

A regionalização em ACV é muitas vezes associada apenas à adaptação dos processos de ICV existentes (e.g. europeus) à realidade de outras regiões (e.g. América do Sul). No entanto, para a criação de conjuntos de dados regionais de processos tecnológicos, mais do que a utilização de métodos inteligentes ou ferramentas de software, é muito importante o conhecimento de engenharia e do contexto subjacente à região em causa (Baitz et al., 2013).

A nível de dados para ACV, existe igualmente uma tendência para o desenvolvimento e aprofundamento de tabelas EEIO (*Environmental Extended Input-Output*) para uso em modelos *Input-Output* e modelos Híbridos.

### 2.5.3. MODELAÇÃO ICV

A forma de modelação do ICV é um tópico importante em ACV, dado que as escolhas realizadas podem levar a resultados muito distintos quando se considera o mesmo sistema de produto. Como tal, é igualmente um tema polémico.

Considerando a modelação de ICV, a comunidade de ACV distingue os estudos baseados no processo de atribuição e os estudos consequenciais, embora a distinção seja também criticada porque ignora estudos que estão no meio das abordagens e impede um diálogo construtivo para o uso criativo das abordagens metodológicas (Suh e Yang, 2014).

Já a modelação baseada no processo de atribuição é descrita pelo *ILCD Handbook* como a forma de modelação do ICV em que a inventariação dos fluxos de *inputs* e *outputs* de todos os processos é realizada como estes ocorrem (EC/JRC/IES, 2010c). Esta abordagem é usada nas principais bases de dados, incluindo na ecoinvent 3.0, Agri-Footprint 1.0, ELCD 3.0 e GaBi,

Por outro lado, a modelação consequencial é descrita como o princípio de modelação do ICV que identifica e modela todos os processos no sistema de *background* em consequência das decisões realizadas no sistema *foreground* (EC/JRC/IES, 2010c).

Vários autores referem que a abordagem baseada no processo de atribuição é preferencial, dado que, por exemplo, descreve os fluxos ambientalmente relevantes de e para um processo ou sistema de produto. Como tal, constitui a base para obtenção de resultados robustos, sobretudo para aplicações práticas, por exemplo nas empresas, que as alterações dos resultados estão diretamente relacionadas com as modificações dos processos técnicos em análise, as incertezas ou variações nos resultados são compreensíveis e quantificáveis através de variações de parâmetros e as tendências futuras podem ser analisadas mediante de cenários adequados (Baitz et al., 2013).

Outros autores defendem que a abordagem consequencial é preferencial, pois permite avaliar os efeitos de uma ação específica no sistema de *background*, suporta o processo de tomada de decisão de forma robusta e evita muitas das limitações da abordagem baseada no processo de atribuição, abordagem muito simples que falha na resposta às questões subjacentes que motivam o uso da ACV (e.g. Plevin et al., 2014).

No entanto, os defensores da abordagem baseada no processo de atribuição criticam tal posição, já que, se em termos teóricos tal pode ser o caso, na prática a abordagem consequencial para ser robusta necessita de correta previsão de como o mercado se comportará no futuro, o que não é fácil de realizar, mesmo utilizando modelos econométricos complexos (e.g. Suh e Yang 2013, Baitz et al., 2013).

Em termos científicos, é previsível que a discussão deste aspecto tenda a continuar no futuro, bem como o desenvolvimento dos aspectos metodológicos e das ferramentas subjacentes às várias abordagens.

Tal poderá ocorrer igualmente com as bases de dados, tomado o exemplo da trajetória da ecoinvent. Com a introdução da versão 3.0, em complemento à abordagem baseada no processo de atribuição, foi disponibilizado um modelo de sistema de produto com base na abordagem consequencial, sendo que, para o futuro, o ecoinvent Centre pretende igualmente lançar novos modelos de sistema de produto, com variações dos modelos existentes (alocação por receita, alocação por carbono, etc.) (Ruiz, 2013).

## 2.5.4. MODELOS AICV

Existe ainda desenvolvimento metodológico a realizar no âmbito dos modelos de AICV, sobretudo em determinadas categorias e modelos de impacto ambiental<sup>17</sup>. Por exemplo, após um trabalho comparativo dos diferentes métodos existentes, a equipe do JRC responsável pelo ILCD identificou lacunas nos indicadores *midpoint* para as categorias ecotoxicidade terrestre e acidificação aquática. Ao nível dos indicadores *endpoint* as lacunas são bem maiores, existindo um amplo espaço para melhoria. Outros aspectos incluem (Sala et al., 2011):

- Integração de categorias de impacto que não são amplamente consensuais ou estão em desenvolvimento e para as quais não existem ainda modelos completos e fatores de caracterização (tais como ruído, acidentes, salinização).

17. A terceira fase da Life Cycle Initiative tem uma Flagship activity relacionada com o Indicadores de avaliação de impacto do ciclo de vida (Flagship activity 1b, co-chairs Rolf Frischknecht e Olivier Jolliet).

- O estabelecimento de um quadro comum e de um glossário para aumentar a possibilidade de que especialistas fora da área da ACV possam perceber como podem contribuir para o desenvolvimento dos métodos.
- O desenvolvimento de fatores de caracterização com base em alguns modelos promissores, mas para os quais não existem algoritmos ou forma de calcular os fatores de caracterização necessários para a ACV.
- Promover a diferenciação geográfica e temporal dos métodos, para melhor integração de níveis diferentes de avaliações de impacto.
- Desenvolver um quadro estruturado para lidar com as incertezas associadas aos modelos e fatores de caracterização.
- Continuar a melhorar a função de apoio à decisão da ACV, por exemplo, através do desenvolvimento de formas de comunicação de resultados mais condensadas e fáceis de compreender.

A tendência para regionalização de dados de ICV encontra-se igualmente correlacionada com a regionalização dos métodos de AICV (Baitz et al., 2013). Nesse sentido, surgem novos métodos que utilizam fatores de caracterização adaptados a cada região, sobretudo nas categorias ambientais cujos resultados são mais afetados por esse aspecto.

Por exemplo, os métodos Boulay et al. (2011), Hoekstra et al. (2012) e Motoshita et al. (2011) vocacionados para o cálculo da pegada da água contêm fatores de caracterização regionais ou por país.

Outra categoria de impacto em que é importante existirem fatores de caracterização regionais é a categoria de uso do solo, cujos impactos são bastante dependentes da localização, devido ao ambiente e ao tipo de utilização agrícola existente.

## 2.5.5. FERRAMENTAS RELACIONADAS COM A ACV DE PROCESSOS

Segundo Guinée et al. 2011, na área da ACV, o início do século XXI até o presente caracterizou-se como a era da divergência, ao contrário dos anos 90, que segundo esses autores foram a década da harmonização (normas ISO, UNEP/SETAC *Life Cycle Initiative*).

Tal deve-se ao fato de terem aparecido ou ganho realce novas abordagens no contexto da ACV, como a modelação dos aspectos temporais, a ACV consequencial, as abordagens híbridas que combinam a ACV com a análise input-output e novas categorias de impactos, indicadores e fatores de caracterização (Zamagni, 2012). Prevê-se que os desenvolvimentos nesse âmbito continuem no futuro.

Por outro lado, desenvolveram-se ou ganharam realce outras ferramentas relacionadas com a ACV, por exemplo, a *Life Cycle Costing* (LCC) e a *Social Life Cycle Assessment* (S-LCA). Neste sentido, tem-se assistido igualmente a uma tentativa de harmonização das abordagens. Por exemplo, em relação à ACV Social, no âmbito UNEP/SETAC *Life Cycle Initiative*, foi estabelecido um quadro conceitual (UNEP, 2009 e UNEP, 2011a) e no caso do LCC, um código de conduta (Swarr et. al., 2011).

Um aspecto ainda em aberto é a integração dos vários tipos de análise para se conseguir alcançar uma verdadeira ferramenta de análise de sustentabilidade, que considere as suas três vertentes (Zamagni, 2012).

Por exemplo, Klöpffer (2008) propôs uma ferramenta conceitual, a *Life Cycle Sustainability Assessment* (LCSA), em que  $LCSA = LCA + LCC + S-LCA$ , mas outras abordagens têm sido

desenvolvidas para integrar as complexidades inerentes a uma ferramenta desse tipo, por exemplo, Guinée et al. (2011). O desenvolvimento dos aspectos econômicos e sociais ligados ao ciclo de vida, bem como a integração das três vertentes de sustentabilidade de maneira coerente e robusta continuará certamente como uma área de desenvolvimento, como demonstrado pelo interesse da comunidade científica por essa linha de investigação (Heijungs, 2014).

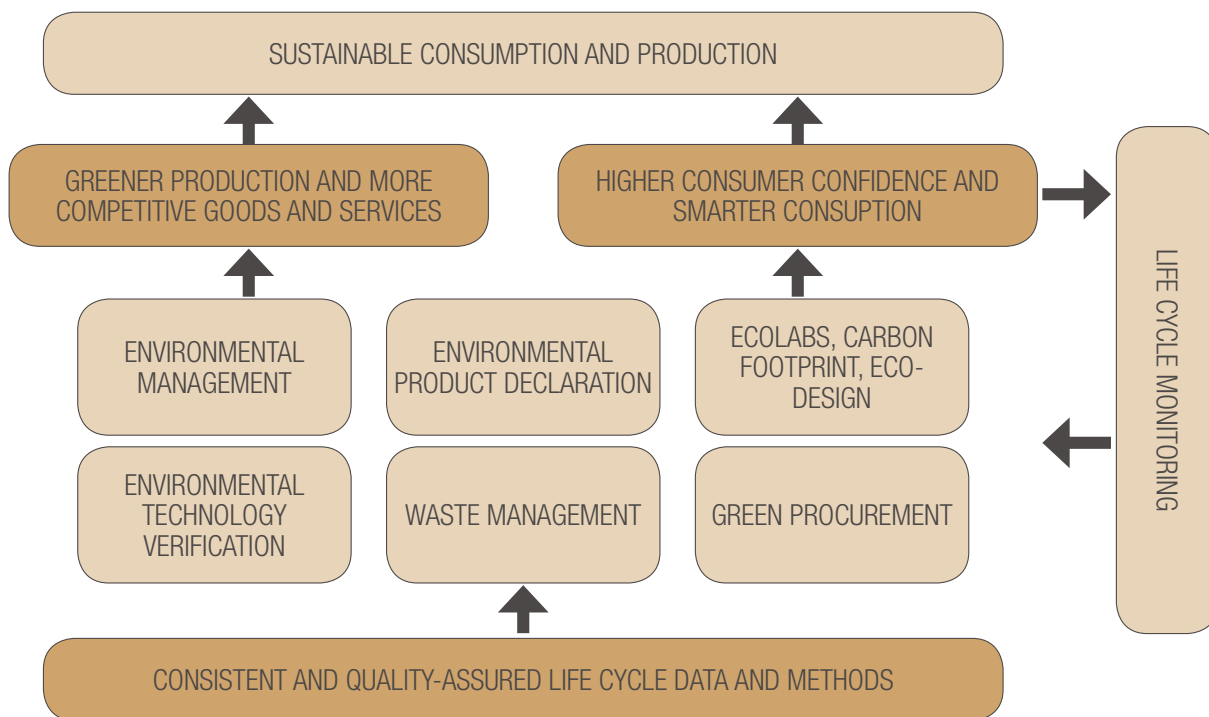
## 2.6. CASOS DE ESTUDO: ACV COMO SUPORTE A POLÍTICAS DE PRODUTO E OUTRAS ESTRATÉGIAS AMBIENTAIS

### 2.6.1. ENQUADRAMENTO

No presente capítulo apresentam-se casos de estudo em que a ACV suporta o desenvolvimento de políticas relacionadas à produção e ao consumo sustentável (ver figura 11).

Em nível europeu, dão-se exemplos relacionados com a utilização da ACV na gestão e comunicação ambiental nas empresas, bem como na definição de estratégias de compras verdes por parte das entidades públicas, e finalmente, com o uso da ACV na definição da política europeia de resíduos.

Figura 11 – Instrumentos baseados no conceito de ciclo de vida que suportam a produção e o consumo sustentável



Fonte: Sala et al. (2011).



## 2.6.2. PRODUÇÃO MAIS LIMPA E ECODESIGN

Muitas empresas e associações empresariais aplicam o conceito de ciclo de vida com o objetivo de gerir todo o ciclo de vida dos produtos e serviços de uma organização para alcançar padrões de produção e consumo mais sustentáveis. A esse processo denomina-se gestão do ciclo de vida (Life Cycle Management) (Jensen e Remmen, 2004), que se encontra relacionado com outros conceitos relacionados com o desempenho sustentável das empresas, como a produção mais limpa e o ecodesign.

Por exemplo, a ACV é utilizada como uma ferramenta de apoio à decisão para a escolha de materiais, seleção de tecnologias, análise de critérios de projeto, etc., permitindo analisar os trade-offs existentes na cadeia de valor em consequência de determinadas decisões.

Nos parágrafos seguintes apresentam-se alguns exemplos de empresas que utilizam a ACV na sua atividade.

### UNILEVER

A Unilever é uma empresa fundada na Inglaterra no final do século XIX e é atualmente responsável por mais de 400 marcas, presentes em cerca de 190 países. As marcas pertencem sobretudo aos setores da saúde e bem-estar, e vão desde os gelados, aos sabonetes e shampoos. Pertencem à Unilever marcas como a Knorr, a Helmann's, a Dove ou a Omo (UNILEVER, 2013).

A Unilever utiliza a ACV com frequência para analisar o seu impacto efetivo no ambiente, de três formas distintas:

- Ecodesign.
- Avaliação ambiental de produtos já existentes.
- Projetos de investigação científica.

A utilização da ACV no design de produtos serve normalmente para comparar os novos produtos com os existentes e medir as diferenças do ponto de vista do seu impacto ambiental. Os resultados das análises são utilizados pelos responsáveis pelo desenvolvimento dos produtos da UNILEVER e podem também ser comunicados aos consumidores como forma de reconhecimento do desempenho ambiental dos produtos (UNILEVER, 2014).

No caso de produtos já existentes, a ACV é usada, por exemplo, para identificar oportunidades de melhoria do desempenho ambiental. Este foi o caso dos estudos de avaliação do impacto da utilização do solo resultantes da produção da margarina, do cálculo do nível de emissões de gases com efeito estufa resultantes do fornecimento de produtos agrícolas certificados e da avaliação do desempenho de um cacau certificado. Na sequência desses estudos, a Unilever encontra-se atualmente trabalhando com seus fornecedores de óleo de palma e tomates, no sentido de apoiar a melhoria do seu desempenho ambiental (UNILEVER, 2014).

No que respeita à participação em projetos de investigação, a experiência adquirida permite aos técnicos da Unilever participar regularmente em grupos de trabalho de investigação e desenvolvimento para sistematizar procedimentos de ACV (UNILEVER, 2014).

Os principais resultados da utilização da ACV na Unilever, segundo a empresa, relacionam-se com a melhoria do seu desempenho ambiental, econômico e social, a melhoria da imagem corporativa e o aumento do conhecimento da sua cadeia de valor.

Observa-se ainda que a Unilever desde 2010, segue uma estratégia de sustentabilidade denominada *Unilever Sustainable Living Plan*, que tem por principal objetivo a separação entre o crescimento econômico do grupo e do seu impacto ambiental (UNILEVER, 2013). Para definição da sua estratégia de sustentabilidade, a Unilever utilizou alguns resultados dos seus estudos de ACV, elaborados ao longo da última década em colaboração com especialistas nessa área.

## BMW

A BMW é uma empresa alemã fundada no início do século XX, possuindo 28 fábricas instaladas em 13 países. A empresa produz veículos para três segmentos de negócios gerindo, para além da BMW, as marcas Mini e Rolls-Royce (BMW, 2014).

A BMW integra os conceitos de sustentabilidade na sua estratégia corporativa e ambiciona ser a empresa mais sustentável da indústria automotiva. Como resultados do seu esforço, a BMW tem sido listada no *Dow Jones Sustainability Index* desde 1999 (BMW, 2014). Além do investimento em investigação e desenvolvimento de tecnologias eficientes de consumo de combustível, que reduzem o impacto ambiental da utilização dos seus veículos, a BMW utiliza a ACV para reduzir o impacto ambiental dos veículos nas restantes fases do seu ciclo de vida.

A BMW utiliza metodologias de ACV numa fase precoce do desenvolvimento dos seus produtos, estabelecendo para eles objetivos ambientais ousados. Desse modo, no design dos veículos BMW, os técnicos têm em conta os impactos potenciais dos produtos que desenvolvem desde a seleção de materiais, à produção, utilização e subsequente reciclagem dos veículos em fim de vida. Para a BMW, são tão importantes as metas ambientais estabelecidas para os seus veículos, como o seu custo ou peso (BMW, 2014).

Logo, o novo modelo elétrico da BMW - o i3 foi o primeiro veículo do grupo sobre o qual foi consistentemente aplicada uma abordagem de Engenharia de Ciclo de Vida, de acordo com a norma ISO 14062. Baseado no consumo de um mix de eletricidade de origem renovável, estimou-se que o BMW i3 tem potencial de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) de cerca de 50% ao longo o seu ciclo de vida (BMW, 2014b).

A ambição da BMW para o i3 foi não só produzir um carro sem emissões diretas de GEE, como também inovar na utilização de materiais. O BMW i3 estabeleceu um novo *standard* de sustentabilidade (BMW, 2014b). Os designers do BMW i3 foram inovadores na escolha das matérias-primas utilizadas no espaço dos passageiros, dado que foram definidos o alumínio e a fibra de carbono como principais materiais constituintes. Por outro lado, nos painéis das portas e no painel de instrumentos, definiu-se a utilização de fibras naturais recicláveis, pele curtida de forma natural e madeira de eucalipto com certificação FSC. No global, foram utilizados 25% de materiais recicláveis e de plásticos reciclados no interior do i3, sendo os estofos fabricados a partir de *polyester* 100% reciclado. Quanto ao exterior do veículo, são usados na produção do i3 cerca de 25% de plásticos reciclados (BMW, 2014b).

No futuro, a BMW pretende ter uma abordagem de Engenharia de Ciclo de Vida no design dos veículos de tecnologia convencional.

## NESTLÉ WATERS

A Nestlé Waters é uma empresa suíça criada em 1992, sendo hoje a empresa mundial mais relevante no setor da água engarrafada. Possui 100 fábricas localizadas em 36 países, que são responsáveis pela produção de 63 marcas (Nestlé Waters, 2014).

O Grupo Néstlé tem uma estratégia de sustentabilidade já consolidada e apoiada em nove vetores de atuação, que incluem a eficiência na utilização de recursos, a melhoria do desempenho ambiental dos seus produtos e embalagens, a redução do impacto relativo a alterações climáticas, a valorização do capital natural, o fornecimento de informação clara aos clientes, a eficiência no consumo de água, a formação específica dos seus colaboradores e a preocupação com toda a cadeia de valor dos seus produtos. Além disso, a Nestlé elaborou estudos de ACV para todas as suas categorias de produtos, incluindo a água, o café, os gelados, entre outros (Nestlé, 2014).

No caso da Nestlé Waters, tem havido ao longo dos últimos anos investimento elevado na utilização da ACV, sobretudo no sentido de medir a pegada ambiental dos produtos comercializados. Nesse sentido, foi desenvolvida a *Global Environmental Footprint* (GEF) que é, segundo a empresa, uma das ferramentas mais completas de avaliação da pegada ambiental no setor específico da água engarrafada (Nestlé Waters, 2014). A GEF foi desenvolvida em 2008 pela RDC-Environment com o objetivo de realizar estudos de ACV numa abordagem multicritério, para medir e gerir as ações de melhoria ambiental desenvolvidas pela empresa (Nestlé Waters, 2014).

Tanto a ferramenta como a metodologia na sua base foram sujeitas a uma avaliação crítica por peritos internacionais de ACV. Por exemplo, as emissões de GEE e o consumo de energia são calculados segundo as recomendações do *GHG Protocol*, pelas normas ISO 14064-1 (quantificação e verificação das emissões de GEE) e ISO 14040-44 (Nestlé Waters, 2014).

A Nestlé Waters recorre à GEF para avaliar e comparar os seus produtos, tendo em conta os

impactos em todas as fases do ciclo de vida. A GEF pode também ser utilizada no desenvolvimento de novos produtos, ou na construção de novas fábricas, podendo neste caso ser comparados vários cenários hipotéticos. A Nestlé Waters assegura, assim, que são ponderados os impactos ambientais desde uma fase precoce do desenvolvimento de novos projetos.

### 2.6.3. RÓTULOS ECOLÓGICOS E DECLARAÇÕES AMBIENTAIS DE PRODUTO

Um dos objetivos que as empresas têm ao utilizar ACV é poderem comunicar mais eficazmente seu posicionamento ambiental junto a consumidores, para melhorar a competitividade dos seus produtos e serviços e incrementar sua imagem corporativa. É neste âmbito que se inserem as declarações ambientais de produto e os rótulos ecológicos.

Atualmente existe uma grande variedade de rótulos ecológicos e tipos de declarações ambientais de produto que se baseiam na aplicação do conceito do ciclo de vida e em estudos de ACV. Tecem-se a seguir algumas considerações sobre esses instrumentos de comunicação, a fim de enquadrar a iniciativa que a Comissão Europeia leva a cabo para harmonizar abordagens nesse campo.

#### DECLARAÇÕES AMBIENTAIS DE PRODUTOS EXISTENTES

As declarações ambientais são uma ferramenta de comunicação que devem ter por base a ACV, e para serem atribuídas, o estudo de ACV deve seguir um conjunto de normas preestabelecidas.

Por exemplo, no âmbito do *The International EPD® System*, de origem sueca (ver <http://www.environdec.com/>), sistema que segue a norma

ISO 14025 (*Type III Environmental Declarations*<sup>18</sup>) e no caso dos produtos de construção na Europa, a norma EN 15804, para a formulação de declarações ambientais, os estudos de ACV devem seguir as *Product Category Rules* (PCR) estabelecidas (e.g. BRE global, 2014). Elas são desenvolvidas especificamente para cada tipo de produto, mas usando uma base metodológica comum, que segue as normas ISO 14040 e 14044.

Como exemplos de empresas que efetuam declarações ambientais de produto, contam-se as do setor do papel. Na sequência da pressão da opinião pública, foram, ao longo dos anos, elaborados estudos com base em metodologias de ACV para a conhecer o verdadeiro impacto ambiental do setor ao longo da sua cadeia de valor, priorizar e medir os efeitos das ações de melhoria e comunicar-se com os consumidores.

Alguns dos estudos foram publicados em revistas científicas, e além disso seus resultados foram utilizados em campanhas de comunicação que tiveram por objetivo o esclarecimento de algumas questões relativas ao impacto ambiental da indústria do papel. São exemplos a campanha *Myths & Realities da TwoSides*, associação europeia criada em 2008 por empresas do setor gráfico, e a campanha da *Confederation of European Paper Industries* (CEPI), com a mesma designação (<http://www.cepi.org/mythsandrealities>).

Outro exemplo é a iniciativa que se denominou *Paper Profile*, estudo que culminou com a definição de uma declaração ambiental de produto específica para o setor do papel. O *Paper Profile*, cujo formato é constantemente atualizado, é um documento de

uma página, produzido individualmente para cada produto, que fornece informação essencial sobre a composição do papel, indicadores ambientais e de gestão ambiental e aquisição de madeira. O principal objetivo do *Paper Profile* é tornar clara e uniforme a informação fornecida aos consumidores sobre o papel que consomem ([www.paperprofile.com/](http://www.paperprofile.com/)) (Paper Profile, 2013).

Figura 12 – Exemplos de sistemas para declarações ambientais de produto.



## RÓTULOS ECOLÓGICOS EXISTENTES

Os rótulos ecológicos, por sua vez, determinam os requisitos ambientais que os produtos ou serviços devem cumprir a fim de poderem exibir o rótulo. Os rótulos ecológicos envolvem a certificação do produto ou serviço por terceiros (isto é, que não o próprio produtor ou o fornecedor do serviço), e podem ser de vários tipos (Comissão Europeia, 2011):

- Rótulos multicritérios multissetoriais, como o rótulo ecológico europeu (a Flor).
- Rótulos inerentes a um parâmetro único, como o rótulo de produção biológica da EU.
- Rótulos de caráter setorial, como o rótulo FSC (*Forest Stewardship Council*).
- Rótulo de produtos classificados, de que é exemplo a rotulagem energética da EU para frigoríficos e máquinas de lavar roupa, entre outros equipamentos.

De todos, os rótulos multicritérios multissetoriais são os que têm mais relação com o conceito de ciclo de vida e com a metodologia de ACV.

18. Além da norma ISO 14025 - Environmental labels and declarations, Type III, environmental declarations (baseadas em estudos de ciclo de vida), destacam-se as seguintes:

- ISO 14024 - Environmental labels and declarations, Type I, environmental labelling (Rótulos ecológicos, cujos critérios subjacentes são definidos por um organismo independente e são controlados por um processo de certificação e auditoria. Os critérios podem requerer estudos de ACV).
- ISO 14021 - Environmental labels and declarations, Type II, self-declared environmental claims (desenvolvidas pelos produtores).

Figura 13  
Exemplos de rótulos ecológicos europeus



Os rótulos se baseiam em informações científicas sobre o impacto ambiental de um produto ou serviço ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração das matérias-primas até à eliminação dos resíduos, passando pelas bases de produção, distribuição e utilização propriamente dita. Aplicam um conjunto de critérios de aprovação/rejeição que condicionam a atribuição do rótulo em questão. Para cada grupo de produtos ou serviços abrangido pelo sistema, são estabelecidos diferentes conjuntos de critérios (Comissão Europeia, 2011).

São outros exemplos de rótulos multicritérios multissetoriais o Cisne Nórdico e o Anjo Azul.

#### INICIATIVA EU SINGLE MARKET FOR GREEN PRODUCTS INITIATIVE

Segundo a Comissão Europeia, existe uma pressão crescente para as empresas comunicarem e demonstrarem que as suas atividades são ambientalmente corretas, tanto ao nível dos produtos que fabricam, como da organização propriamente dita (European Commission, 2012).

No entanto, a elaboração e comunicação de informação de maneira transparente e confiável é dificultada pelo fato de existir uma panóplia de metodologias, com as suas características, regras e âmbitos que são aplicadas de forma diferenciada em nível europeu/internacional e nacional. Tal reflete-se nos custos incorridos pelas empresas,

que caso queiram comunicar ambientalmente seus produtos e organizações em diferentes locais, necessitam de adotar diferentes standards. O fato de não existir uma abordagem única contribui para a desconfiança de consumidores diante das comunicações ambientais das empresas (Comissão Europeia, 2013).

Nesse sentido, em 2013 a Comissão Europeia lançou a iniciativa Single Market for Green Products, que tem por base a aplicação da ACV de modo a ultrapassar tais problemas através dos seguintes recursos (<http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/>)

- Estabelecer dois métodos para avaliar o desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida dos produtos (Pegada Ambiental dos Produtos - PAP)<sup>19</sup> e organizações (Pegada Ambiental das Organizações - PAO)<sup>20</sup>.
- Recomendar a utilização voluntária desses métodos aos estados-membros, às empresas, às organizações privadas e à comunidade financeira através de uma recomendação da Comissão.
- Permitir um período de teste para o desenvolvimento de regras específicas para produtos e setores, através de um processo que integra vários *stakeholders*.
- Fornecer princípios para a comunicação do desempenho ambiental, tais como a transparência, a confiabilidade, a integridade, a comparabilidade e a clareza.
- Apoiar os esforços internacionais no sentido de maior coordenação no desenvolvimento metodológico e disponibilidade de dados.

Como pegada ambiental entende-se a medida multicritério do desempenho ambiental de um

19. Product Environmental Footprint (PEF), em inglês.

20. Organisation Environmental Footprint (OEF), em inglês.

produto ou de uma organização que fornece produtos e que é baseada numa abordagem de ciclo de vida (Recchioni et al., 2013).

A fase piloto tem três anos, conta com a participação voluntária de partes interessadas, e compreende os seguintes objetivos (Comissão Europeia, 2013):

- Estabelecer e validar o processo de desenvolvimento de Regras de Categoria de Pegada Ambiental dos Produtos (RCPAP)<sup>21</sup> e de Regras Setoriais de Pegada Ambiental das Organizações (RSPA)<sup>22</sup>, incluindo o desenvolvimento de padrões de referência ambientais.
- Facilitar a aplicação dos métodos da pegada ambiental, especialmente para as PME.
- Testar diferentes sistemas de conformidade e verificação da PAP e da PAO, incluindo a verificação *ex-ante* (avaliação da conformidade) e a verificação *ex-post* (vigilância do mercado).
- Testar diferentes abordagens para a comunicação «empresa a consumidor» e «empresa a empresa».

Posteriormente, a Comissão avaliará os progressos alcançados, nomeadamente se os métodos, os padrões de referência para o desempenho de produtos e setores e os incentivos estabelecidos deram provas de poderem ser aplicados em instrumentos políticos (Comissão Europeia, 2013). Consoante os resultados, a Comissão elaborará as correspondentes recomendações, no quadro do previsto na proposta da Comissão para um novo programa de ação da União para 2020 em matéria de ambiente (Comissão Europeia, 2012). O sucesso da iniciativa da Comissão Europeia e

o seu contributo para o alargamento do uso da ACV é portanto um assunto ainda por esclarecer (ver discussão, por exemplo, Finkbeiner, 2014 e Galaola e Pant, 2014).

Nota-se que o interesse suscitado por essa iniciativa da Comissão Europeia é muito grande. Foram propostos 90 projetos-piloto na primeira fase, sendo que foram selecionados 17, envolvendo mais de 100 empresas de todo o mundo (Galatola e Pant, 2014).

Por exemplo, na Pegada Ambiental dos Produtos, deu-se início aos seguintes projetos-piloto (1ª fase).

- Baterias e acumuladores.
- Tintas decorativas.
- Tubos para abastecimento de água quente e fria.
- Detergentes domésticos.
- Produtos intermédios de papel.
- Equipamento de tecnologias de informação.
- Couro.
- Folhas de metal.
- Sapatos sem couro.
- Produção de eletricidade por painéis fotovoltaicos.
- Insulação térmica.
- Estacionário de escritório.
- T-shirts.
- Fontes de alimentação elétrica ininterrupta.

Foram igualmente escolhidos os consórcios para os produtos que serão ser alvo da segunda fase do desenvolvimento dos PAP piloto. Estão ligados ao setor agroalimentar, sendo:

21. Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRS), em inglês.

22. Organisation Environmental Footprint Sector Rules (OEFSRs), em inglês.

- Cervejas.
- Café.
- Produtos lácteos.
- Alimentação de animais destinados à produção de alimentos.
- Peixes.
- Carne.
- Azeite.
- Água embalada.
- Massas alimentícias.
- Alimentação de animais domésticos.
- Vinho.

O desenvolvimento dos projetos-piloto tem por base o documento metodológico “Recomendação da Comissão, de 9 de abril de 2013, sobre a utilização de métodos comuns para a medição e comunicação do desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida de produtos e organizações”, que define as orientações para o desenvolvimento dos estudos de ACV direcionados para a definição das Pegadas Ambientais do Produto (PAP) (Comissão Europeia, 2013b) e ainda o documento que visa guiar o desenvolvimento dos RCPAP (European Commission, 2014).

Dos aspectos que ficaram definidos no âmbito da recomendação da Comissão para o estabelecimento das PAP destinados à comunicação externa, contam-se os requisitos de qualidade dos dados para as ACV (Recchioni et al., 2013). Nesse sentido, foi definido o índice PEF Data Quality Rating (DQR) de forma análoga à dos requisitos de qualidade do sistema ILCD (Comissão Europeia, 2013b), embora não totalmente coincidente.

$$DQR = \frac{TeR+GR+TiR+C+P+M}{6}$$

Em que,

- TeR (*Technological representativeness*) - representatividade tecnológica.
- GR (*Geographical representativeness*) - representatividade geográfica.
- TiR (*Time-related representativeness*) - representatividade temporal.
- C (*Completeness*) – integralidade.
- P (*Precision / uncertainty*) - precisão/ incerteza.
- M (*Methodological appropriateness and consistency*) - consistência à adequação metodológica.

Para existir conformidade com o sistema PAP, no mínimo, é necessário que 70% do contributo ambiental por categoria apresente uma DQR<3 (boa qualidade), e os conjuntos de dados são classificados de acordo com os critérios da tabela 10.

Tabela 10 – Requisitos de qualidade do sistema PAP

SCORE	TeR	GR	TiR	C	P	M
1	Same process / technology	country specific	< 3years	> 90%	<10%	fully compliant
2	technology mix	eu 27 mix	3-5 years	80-90%	10-20%	cradle to grave multifunctionality according to iso 14040/44 end o life modeling included
3		eu countries	5-10 years	70-80%	20-30%	2 out of 3
4	similar products	other countries	10-15 years	50-70%	30-50%	1 out of 3
5	unknown	global unknown	> 15 years unknown	<50% unknown	>50% unknown	none

Fonte: Biemann et al. (2013).

Observa-se que o sistema ILCD e PAP em termos metodológicos apresentam muitas semelhanças (ver por exemplo a figura 14 relativa aos requisitos de qualidade), dado serem promovidos pela mesma entidade, a Comissão Europeia.

Figura 14 – Comparação dos requisitos de qualidade do sistema PAP e ILCD (Entry-level)

	DOCUMENTATION	NOMENCLATURE	DATA QUALITY	REVIEW	METHOD
ILCD ENTRY LEVEL	The minimum documentation extent specified	Compliance with ILCD nomenclature document	ISO quality criteria	"Qualified reviewer" required (based on ISO 14025)	ISO 14040 and 14044
EF GUIDE	ILCD handbook ILCD format to be used	ILCD reference elementary flows	PEF Guide criteria (based on ISO)	Separate review report	PEF Guide (Based on ISO)

Fonte: Recchioni et al. (2013).

Nota: para o sistema ILCD, os requisitos Entry-level são provisórios.



## 2.6.4. CONTRATOS PÚBLICOS ECOLÓGICOS

As administrações públicas europeias gastam anualmente o equivalente a 17% do produto interno bruto da UE na aquisição de bens e serviços (European Union, 2010), relacionados com equipamentos de escritório, materiais de construção e veículos de transporte, manutenção de edifícios, transporte, etc. (European Union, 2010).

Nesse sentido, a Comissão Europeia lançou uma iniciativa para promover os contratos públicos ecológicos <sup>23</sup>

Como contratos públicos ecológicos entende-se "... um processo mediante o qual as autoridades públicas procuram adquirir bens, serviços e obras com um impacto ambiental reduzido em todo o seu ciclo de vida quando comparado com bens, serviços e obras com a mesma função primária que seriam de outro modo adquiridos." (Comissão Europeia, 2008). Os contratos públicos ecológicos são um instrumento voluntário, que as autoridades públicas dos estados-membros podem decidir em que medida os pretendem implementar (Comissão Europeia, 2011).

A Comissão Europeia encorajou os diversos estados-membros a desenvolver estratégias nacionais. A Comissão Europeia elaborou ainda o "Manual de contratos públicos ecológicos" (Comissão Europeia, 2011), para suportar o desenvolvimento desse tipo de contratos nos estados-membros, bem como estabeleceu critérios comuns para produtos/serviços selecionados.

Desde 2008 foram definidos mais de 20 critérios para produtos/serviços específicos (<http://ec.europa.eu/environment/gpp/>), que são de dois tipos:

- Critérios essenciais, que têm em consideração os indicadores ambientais relevantes, e que foram desenvolvidos com vista a necessitarem um esforço mínimo de verificação por parte das autoridades públicas e manterem baixos os custos inerentes a esse processo.
- Critérios compreensivos, que visam a escolha dos melhores produtos em termos ambientais disponíveis no mercado e que requerem maior esforço de verificação e aumento de custos.

Em julho de 2014, os critérios CPE ativos eram os seguintes, indicando-se igualmente o ano da sua introdução:

- Papel de cópia e papel para usos gráficos (2008).
- Produtos e serviços de limpeza (2012).
- Equipamentos de tecnologias de informação para escritório (2012).
- Construção (2008).
- Transportes (2012).
- Mobiliário (2008).
- Eletricidade (2012).
- Produtos alimentares e serviços de catering (2008).
- Têxteis (2012).
- Produtos e serviços de jardinagem (2012).
- Isolamento térmico (2010).
- Revestimentos de soalhos duros (2012).

23. Denominado Green Public Procurement (GPP), em inglês, e por vezes "compras públicas verdes" ou "compras públicas sustentáveis", em português.

- Painéis interiores (2010).
- Produção combinada de calor e eletricidade (2010).
- Iluminação pública e sinalização rodoviária (2012).
- Infraestruturas para águas residuais (2013).
- Iluminação interior (2012).
- Sanitas com descarga e urinóis (2013).
- Torneiras sanitárias (2013).
- Equipamentos de representação gráfica (2014).
- Equipamentos elétricos e eletrônicos usados no setor da saúde (2014).

A comissão europeia, no processo de desenvolvimento dos CPE, não se concentrou nos detalhes de todos os aspectos ambientais do ciclo de vida de um produto, por exemplo, realizando ACV específicas a esses produtos, mas suportou

o processo de estabelecimento dos requisitos baseados em rótulos ecológicos já existentes, bem como em informação do ciclo de vida desses produtos já publicada (<http://ec.europa.eu/environment/gpp/>).

No âmbito dos critérios ambientais, um dos aspectos realçados é a rotulagem ecológica, que implique certificação do produto ou serviço por terceiros segundo determinados requisitos ambientais, e que podem ser um instrumento útil no processo de adjudicação, embora não se podendo condicionar ou restringir a aceitação de um produto sem rótulo ecológico (Comissão Europeia, 2011).

Por exemplo, a utilização de rótulos ecológicos serve em alguns casos como meio de verificação da conformidade com os critérios do CPE, como acontece para os têxteis - critério 8. metais pesados (ver Figura 15).

Figura 15 – Exemplo de um critério ambiental definido pela UE para os contratos públicos ecológicos para têxteis

Critérios fundamentais	Critérios complementares
3.1 Critérios CPE da UE para têxteis	
OBJETO	OBJETO
Aquisição de produtos têxteis com teores reduzidos de substâncias tóxicas, com preferência por fibras e produtos com reduzido impacto ambiental durante a produção e feitos a partir de fibras produzidas com o mínimo de pesticidas.	Aquisição de produtos têxteis com teores reduzidos de substâncias tóxicas, com preferência por fibras e produtos com reduzido impacto ambiental durante a produção e feitos a partir de fibras produzidas com o mínimo de pesticidas.
ESPECIFICAÇÕES	ESPECIFICAÇÕES
<p><b>8. Metais pesados</b></p> <p>A concentração de Cádmio (Cd), Crómio (Cr), Níquel (Ni), Chumbo (Pb) e Cobre (Cu) no produto final não deve exceder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cádmio (Cd): 0,1 ppm</li> <li>• Crómio (Cr): 2,0 ppm</li> <li>• Níquel (Ni): 4,0 ppm</li> <li>• Chumbo (Pb): 1,0 ppm</li> <li>• Cobre (Cu): 50,0 ppm</li> </ul> <p>Verificação: Os produtos que ostentam um rótulo ecológico de tipo I, que certifique a conformidade com os critérios enumerados, são considerados conformes. São também aceites outros meios de prova apropriados tais como quaisquer outros rótulos particulares ou nacionais referentes aos têxteis que preencham os critérios enumerados, um dossiê técnico do fabricante ou um relatório de ensaio elaborado por um organismo acreditado.</p>	<p><b>8. Metais pesados</b></p> <p>A concentração de Cádmio (Cd), Crómio (Cr), Níquel (Ni), Chumbo (Pb) e Cobre (Cu) no produto final não deve exceder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antimónio (Sb): 30 ppm</li> <li>• Arsénio (As): 1,0 ppm (vestuário exterior), 0,2 ppm (outros)</li> <li>• Cádmio (Cd): 0,1 ppm</li> <li>• Crómio (Cr): 2,0 ppm (vestuário exterior), 1,0 ppm (outros)</li> <li>• Crómio (VI) (Cr-VI): 0,5 ppm</li> <li>• Cobalto (Co): 4,0 ppm (vestuário exterior), 1,0 ppm (outros)</li> <li>• Mercúrio (Hg): 0,02 ppm</li> <li>• Níquel (Ni): 4,0 ppm (vestuário exterior), 1,0 ppm (outros)</li> <li>• Chumbo (Pb): 1,0 ppm (vestuário exterior), 0,2 ppm (outros)</li> <li>• Cobre (Cu): 50,0 ppm (vestuário exterior), 25,0 ppm (outros)</li> </ul> <p>Verificação: Os produtos que ostentam um rótulo ecológico de tipo I, que certifique a conformidade com os critérios enumerados, são considerados conformes. São também aceites outros meios de prova apropriados tais como quaisquer outros rótulos particulares ou nacionais referentes aos têxteis que preencham os critérios enumerados, um dossiê técnico do fabricante ou um relatório de ensaio elaborado por um organismo acreditado.</p>

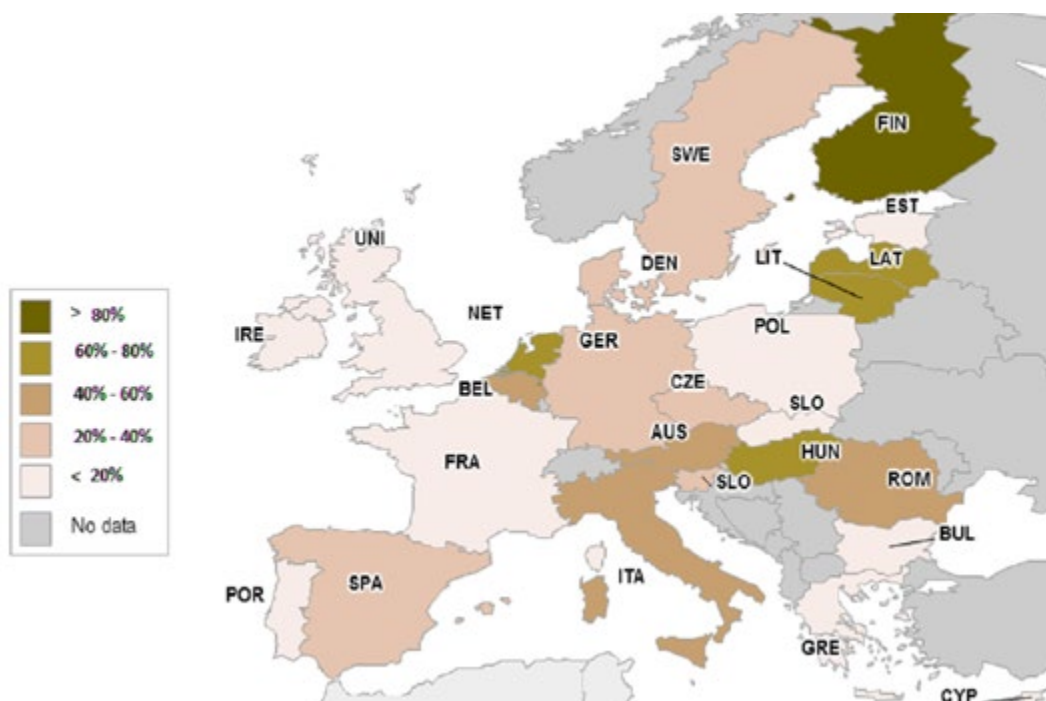
Fonte: Comissão Europeia (2012b).

Um estudo de avaliação de ciclo de vida realizado pela Defra no Reino Unido, em 2010, é citado nos critérios definidos para os têxteis para evidenciar qual é a ordem de preferência de escolha das fibras têxteis, recorrendo, para o efeito, aos indicadores de utilização de energia, consumo de água, de emissões de gases com efeito estufa, de emissões de águas residuais e utilização direta dos solos (Comissão Europeia, 2012b).

Estão previstos novos critérios CPE, para sistemas de aquecimento e edifícios de escritórios, bem como a revisão de critérios já estabelecidos, por exemplo, para mobiliário, sendo que a maior parte dos grupos de trabalho que procederão a essa revisão são liderados pelo Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies (JRC/IPTS), em Madrid, que foi o responsável por liderar a elaboração de critérios existentes para vários produtos, bem como pela definição do Rótulo Ecológico Europeu ([http://susproc.jrc.ec.europa.eu/product\\_bureau/projects.html](http://susproc.jrc.ec.europa.eu/product_bureau/projects.html)).

De acordo com um estudo encomendado pela Comissão Europeia, aparentemente a meta de 50% de integração de critérios CPE nos concursos de aquisição públicos não foi cumprida globalmente em nível europeu até o final de 2010, para os produtos/serviços que à data tinham critérios definidos (CEPS/College of Europe, 2012). Por exemplo, 11 países apresentavam níveis de aplicação inferiores a 20%, como é o caso de Portugal, Irlanda, Finlândia e Polónia (ver figura 16).

Figura 16 – Rácio de utilização de critérios CPE por valor dos contratos públicos nos vários países da UE (2009-2010)



## 2.6.5. POLÍTICA DE RESÍDUOS

No quadro da política de ambiente europeia, a política de resíduos tem merecido especial destaque há vários anos. Durante os anos 90, a crescente perceção pública dos impactos ambientais associados à produção e gestão de resíduos conduziu a um sentimento adverso em relação às soluções usualmente utilizadas para a eliminação de resíduos, contribuindo para a adoção de novas políticas para reduzir e desviar os resíduos encaminhados para aterros e lixeiras para soluções de reutilização, reciclagem e valorização (Ribeiro, 2008).

Como exemplo da mudança de enquadramento verificada, foram definidos fluxos prioritários de resíduos a serem alvo da atenção comunitária de uma forma integrada, devido à sua quantidade e/ou perigosidade (a que está relacionada à Política Integrada de Produto (PIP)). Adotou-se assim o conceito da Responsabilidade Alargada do Produtor (RAP) (ou *Extended Producer Responsibility* (EPR), em inglês), impondo aos produtores a responsabilidade pela gestão dos seus produtos em fim de vida e o cumprimento de determinadas metas e

normas ambientais, como sejam metas de recolha, reciclagem e valorização.

Com as novas políticas, os fabricantes de alguns produtos considerados prioritários ficaram responsabilizados pelo impacto ambiental dos seus produtos, em todas as fases do seu ciclo de vida, ou seja, desde a extração das matérias-primas até seu fim de vida. Como exemplo da aplicação do conceito RAP, pode-se citar a adoção da diretiva sobre embalagens (Diretiva 94/62/CE, de 20 de Setembro), que constituiu a primeira diretiva em nível comunitário a aplicar o conceito, tendo-se traduzido em importante mudança de visão e ênfase da política de resíduos.

Posteriormente, foram adotadas diretivas semelhantes para outros tipos de produtos em fim de vida, como as baterias e acumuladores e os veículos em fim de vida (VFV).

A política de resíduos europeia é enquadrada em termos gerais pela Diretiva Quadro "Resíduos" (DQR, Diretiva n.º2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro) que defende o reforço da prevenção dos resíduos, a introdução de uma abordagem que considere todo o ciclo de vida dos produtos e materiais e não apenas a fase de produção de resíduos e a redução dos impactos ambientais e na saúde associados à produção e gestão dos resíduos.

De acordo com a mesma diretiva, o princípio da hierarquia dos resíduos estabelece que a política e a legislação em matéria de resíduos em nível europeu devem respeitar a seguinte ordem de prioridades: prevenção e redução, preparação para a reutilização, reciclagem, outros tipos de valorização e eliminação.

Nesse sentido, o n.º 2 do Artigo 4º da DQR refere que a ordem de prioridades estabelecida pela

hierarquia dos resíduos pode não ser observada, desde que as opções adotadas se justifiquem ambientalmente, aplicando o conceito de ciclo de vida aos impactos globais da produção e gestão dos resíduos em causa.

Assim, a orientação da política de resíduos da UE tem considerado os impactos ambientais dos produtos ao longo dos seus ciclos de vida, e visa igualmente a melhoria do desempenho ambiental de todos os intervenientes durante esses ciclos de vida.

Por exemplo, estudos de ACV têm sido usados como base para auxiliar o estabelecimento de metas ambientais de reutilização, reciclagem e valorização de resíduos. É o caso da diretiva relativa a embalagens, que guia a gestão em fim de vida dos resíduos de embalagens, mas que integra também aspectos de outras fases do ciclo de vida, na qual se diz que "os objetivos de reciclagem para cada material específico deverão ter em conta avaliações do ciclo de vida e análises dos custos-benefícios, que têm indicado claras diferenças entre os vários materiais de embalagem, tanto em termos de custos como de benefícios da reciclagem, e que aumentarão a coerência do mercado interno da reciclagem desses materiais" (Diretiva 2004/12/CE).

Já em 1994, na versão introduzida nesse ano, a diretiva embalagens referia no artigo 10º, relativo à normalização, que "a Comissão promoverá, em especial, a elaboração de normas europeias relativas a critérios e metodologias de análise do ciclo de vida da embalagem (Diretiva 94/62/CE). Em 2010 foi produzido um relatório técnico pelo CEN, com diretrizes de melhores práticas para a abordagem específica às embalagens e sua distribuição (CEN, 2010).

Outros exemplos de estudos realizados para suportar a definição legislativa relativa a resíduos

incluem estudo de comparação de diferentes tipos de pilhas e acumuladores no âmbito da Diretiva pilhas e acumuladores (Bio Intelligence Service, 2011), e o estudo relativo a resíduos equipamentos elétricos e eletrônicos no âmbito da Diretiva REEE (Huisman et al., 2007).

O próprio JRC tem estado muito ativo na utilização da ACV para a avaliação dos sistemas de gestão de resíduos. Por exemplo, publicou os seguintes relatórios:

- Environmental Assessment of Municipal Waste Management Scenarios: Part I – Data collection and preliminary assessments for life cycle thinking pilot studies (EC/JRC/IES, 2007).
- Environmental Assessment of Municipal Waste Management Scenarios: Part II – Detailed Life Cycle Assessments (EC/JRC/IES, 2007b).
- Supporting Environmentally Sound Decisions for Bio-Waste Management (EC/JRC/IES, 2011b).
- Supporting Environmentally Sound Decisions for Waste Management (EC/JRC/IES, 2011c).

Ressalta-se que a Comissão Europeia quer promover cada vez mais a melhoria do desempenho ambiental dos produtos e serviços numa lógica de ciclo de vida e de eficiência de recursos. Como exemplo de uma iniciativa recente conta-se a proposta de “Estratégia Europeia para a Economia Circular” (COM (2014) 398 final<sup>24</sup>, de julho de 2014, que entre outros aspectos, pretende:

- Aumentar a reciclagem impedindo a perda de materiais valiosos.
- Gerar emprego e crescimento econômico, demonstrando como novos modelos de negócios, o ecodesign e as simbioses industriais podem mover a Europa em direção a zero resíduos.
- Reduzir as emissões de gases com efeito estufa e os impactos ambientais.

Sendo que para isso define um conjunto de objetivos, entre os quais:

- Aumentar a reciclagem/reutilização dos resíduos urbanos para 70% em 2030.
- Aumentar a reciclagem/reutilização de resíduos de embalagens para 80% em 2030, com metas específicas por material, como o papel (90% até 2025), os plásticos (60% até 2030), madeira (80% até 2030) e metais ferrosos, alumínio e vidro (90% até 2030).
- Fazer o phasing out dos aterros até 2025 para os recicláveis.
- Aumentar o custo-eficácia dos sistemas de responsabilidade alargada do produtor.
- Harmonizar e simplificar o cálculo das metas e melhorar a fiabilidade das estatísticas-chave.
- Simplificar as obrigações de reporte e aligeirar as obrigações que incidem sobre as PME.

24. COM (2014) 398 final. Para uma economia circular: programa para acabar com os resíduos na Europa. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, 2 de julho de 2014.

## 3. EXPERIÊNCIA DE ACV NO BRASIL

Edivan Cherubini

### 3.1. HISTÓRIA DA ACV

As primeiras ações do Brasil sobre Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) são de 1994 com a criação de um subcomitê específico sobre ACV, sob a coordenação de Hubmaier Andrade, Cícero Dias e José Ribamar Chehebe, junto ao Grupo de Apoio à Normalização Ambiental (GANa) (Seo; Kulay, 2006; Willers; Rodrigues, 2013), criado a partir de uma iniciativa de empresas, associações e entidades de importantes segmentos econômicos e técnicos do país, com o apoio da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O GANa tinha como finalidade acompanhar e analisar o desenvolvimento das normas de gestão ambiental da série ISO 14000 pelo Comitê Técnico 207 (TC 207). Após o término da primeira rodada de trabalhos do ISO/TC 207, o GANa encerrou suas atividades no ano de 1998. Atualmente, o Brasil participa das discussões das normas ISO 14000 e elaboração das normas brasileiras correspondentes por meio do Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (CB-38), criado com estrutura semelhante ao ISO/TC 207 e seus Subcomitês (ABNT, 2006).

Em 1998, o primeiro livro brasileiro abordando o tema ACV na língua portuguesa é publicado após o encerramento das atividades do GANa, de autoria de José Ribamar Chehebe, um dos membros brasileiros do Subcomitê 05 de Avaliação de Ciclo de Vida, intitulado Análise de Ciclo de Vida de Produtos: Ferramenta Gerencial da ISO 14000, representando importante marco para a disseminação da metodologia no Brasil (Lima, 2007; Thiermann, 2012; Willers; Rodrigues, 2013).



Em 1999 é finalizado o primeiro projeto de avaliação de impactos ambientais por meio da metodologia de ACV no Brasil, chamado Análise do Ciclo de Vida de Embalagens para o Mercado Brasileiro, realizado pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), por meio do Centro de Tecnologia de Embalagem (CETEA) (Coltro, 2007; Willers; Rodrigues, 2013). O projeto foi realizado a partir de uma parceria entre o Consórcio de Associações e Empresas e com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e pode ser considerado uma das primeiras iniciativas de criação de uma base de dados para ACV. O projeto comparou diferentes materiais para embalagens além de conter informações sobre geração de energia elétrica da rede pública, transporte de cargas e da gestão de resíduos sólidos. Nos anos de 2001-2003 os modelos de geração de energia elétrica da rede pública e de transporte de cargas foram atualizados por meio do projeto Ampliação do Banco de Dados do CETEA para Análise de Ciclo de Vida de Produtos e de Embalagens. O projeto foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Coltro, 2007).

Com o crescimento do interesse brasileiro na metodologia de ACV, no ano de 2001 foi lançada a norma NBR ISO 14040. A publicação da norma, como observado por Lima (2007), analisando a evolução das publicações de dissertações e teses, pode ter sido o principal motivo para o grande pico de defesas nos anos de 2004/2005.

No ano de 2002 foi criada a Associação Brasileira de Ciclo de Vida (ABCV), que tem como finalidade viabilizar a difusão e a consolidação da Gestão do Ciclo de Vida, atuando junto às empresas e instituições acadêmicas de ensino e pesquisa, órgãos governamentais e sociedade organizada (ABCV, 2014). A entidade desde 2008 promove o Congresso Brasileiro de Gestão de Ciclo de Vida, evento bienal, que em 2016 estará na sua quinta edição.

Em 2003 é lançado o site de ACV pelo Instituto Brasileiro de Informação em Tecnologia (Ibict) (<http://acv.ibict.br/>), uma iniciativa para integrar parceiros da indústria, governo, instituições de pesquisa e academia, e demais interessados em desenvolver e aprimorar a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida no Brasil (Ibict, 2014).

No ano de 2004, a ABCV promove o Workshop sobre ACV que contou com a participação de Roland Hischier, doecoinvent Centre, centro que desenvolve uma das bases de dados mais completa de ACV no mundo. O evento contou com a participação de representantes da indústria, academia, empresas de consultoria, governo e organizações civis. No mesmo ano, o governo brasileiro por meio do Ibict firmou uma parceria com o governo suíço, representado pelo EMPA, centro de pesquisa na área ambiental, para a realização de treinamentos para construção de base de dados (Seo; Kulay, 2006; Thiermann, 2012). O projeto chamado Capacitação para desenvolvimento de base de dados para inventário de ciclo de vida no Brasil (*Capacity Building in Life Cycle Inventory Database development in BRASIL*) teve como objetivo treinar e capacitar players da comunidade brasileira de ACV para a criação de uma base de dados nacional e transferência de conhecimento do sistema usado pela base dados suíça (EMPA, 2014). Em 2004, a ACV é definida como questão estratégica para a avaliação de conformidade pelo Programa Brasileiro de Avaliação da Conformidade (PBAC).

No ano de 2006, é aprovado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) o projeto Inventário do Ciclo de Vida para a competitividade Ambiental da Indústria Brasileira – SICV Brasil, com o objetivo de desenvolver a infraestrutura necessária para a implantação da metodologia de avaliação do ciclo de vida no Brasil. Dentre as atividades financiadas pelo fundo setorial verde-amarelo, estavam o desenvolvimento de: sistema de informação




para gestão de inventários de ciclo de vida (ICV) brasileiros, guia metodológico para elaboração de ICV, terminologia brasileira (Ontologia em ACV), a realização de três estudos de inventários pilotos (Diesel, Energia Elétrica e Transporte), portal de ACV e capacitação de profissionais. O projeto foi coordenado pelo Ibict e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia e contou com a participação da Universidade de Brasília (UnB), Universidade de São Paulo (USP), Ministério de Ciência e Tecnologia (atual Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI), Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Confederação Nacional da Indústria (CNI), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Petrobras, ABCV, Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica e Inovação (ABIPTI) e ABNT.

No ano de 2007, a ABCV promove a 2ª Conferência Internacional sobre Avaliação de Ciclo de Vida na América Latina. No evento o Ibict anunciou que a base de dados nacional não seguiria o formato da base doecoinvent, seguindo o formato da PE International, entendendo que era oportunidade para estudar diferentes modelos e desta maneira definir a melhor opção para uma base de dados brasileira (Thiermann, 2012; Willers; Rodrigues, 2013).

No ano de 2008, é realizado o 1º Congresso Brasileiro de Gestão do Ciclo de Vida, com a primeira edição na cidade de Curitiba-PR. A segunda edição do evento, em 2010, foi sediada em Florianópolis-SC, organizada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) por intermédio do Grupo de Pesquisa em Avaliação de Ciclo de Vida (Ciclog). A terceira edição realizada, em 2012, foi sediada na cidade de Maringá-PR e organizada pelo Departamento de Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM). A quarta edição do congresso realizada, em 2014, foi sediada na cidade de São Bernardo do Campo-SP e organizada pela ABCV.

Em 2009, o Ibict, a Comissão Europeia e a UNEP/SETAC assinam acordo para cooperação. No mesmo ano, define-se o formato do Sistema Internacional de Dados de Referência sobre o Ciclo de Vida (International Reference Life Cycle Data System – ILCD) como padrão para a construção dos inventários brasileiros. A escolha pelo formato ILCD para construção de ICV é justificado por ser um sistema de dados internacional, facilitando a troca de informações de inventários com diversos países do mundo (Thiermann, 2012).

Em 2010, por meio da Resolução 03/2010 do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial é aprovado o termo de referência do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV) para o estabelecimento de diretrizes para a implantação do programa, determinando o INMETRO responsável pela coordenação e detalhamento do PBACV articulando-se com o Ibict. O termo cria o Grupo de Trabalho sobre Avaliação do Ciclo de Vida (GT-ACV) pelo Comitê Brasileiro de Avaliação de Conformidade para a proposta do PBACV (Brasil, 2010a). Integraram o GT-ACV representantes do (i) setor governamental: Ministério da Defesa, Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Agência Nacional de Telecomunicações e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; (ii) do setor produtivo: SEBRAE, Anfavea, Abit, Senai/Cetiqt, Sindicel, Abinee, Bracelpa, Sindirochas e Cetemag; (iii) da academia: especialistas da UnB, UTFPR e USP; (iv) de institutos de tecnologia: CTI, ITAL, ABTCP, CETEM, CNPEM-CTBE e Embrapa; e (v) de outras partes interessadas: Associação Brasileira do Ciclo de Vida, Associação Brasileira de Normas Técnicas/Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental/ Subcomitê de Avaliação do Ciclo de Vida e Associação Brasileira dos Organismos de Certificação (Brasil, 2010b).



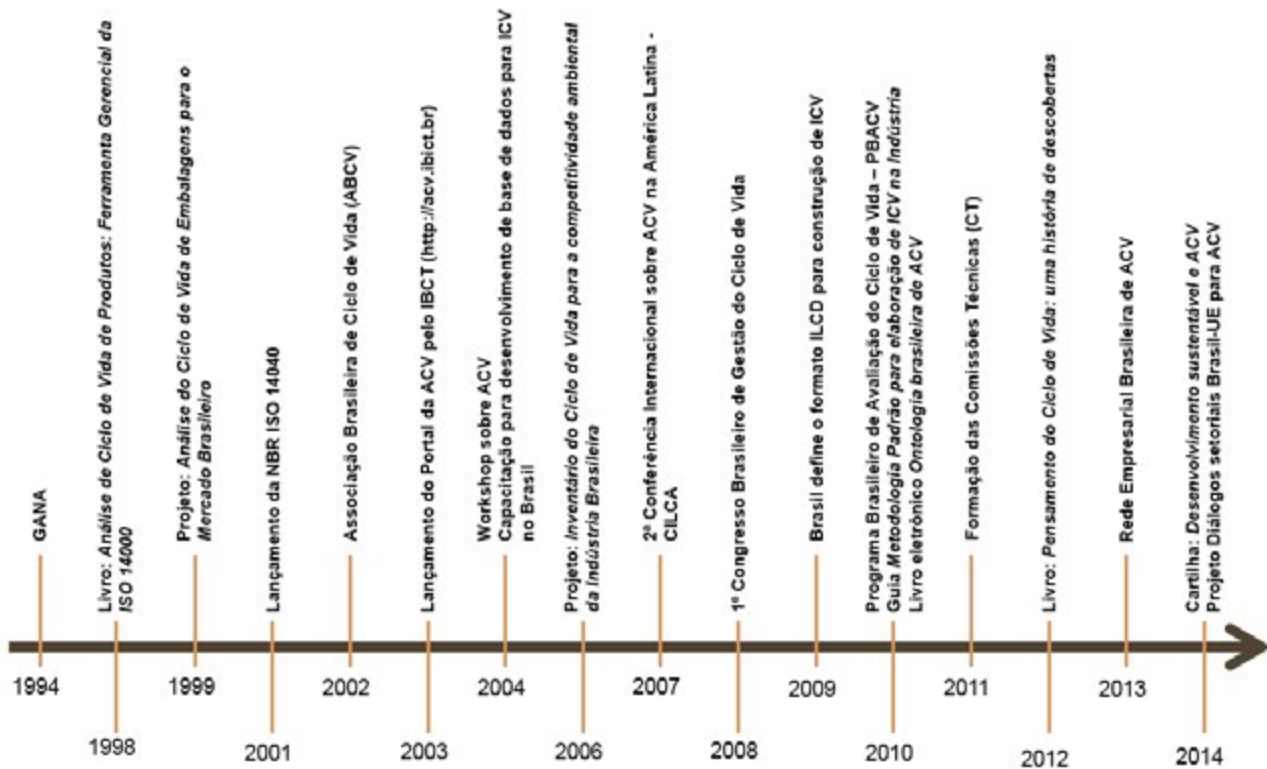
No mesmo ano, por meio da Resolução 04/2010 é aprovado o PBACV tendo como principal finalidade apoiar o desenvolvimento sustentável e a competitividade ambiental da produção industrial brasileira e a promover o acesso aos mercados interno e externo (BRASIL, 2010b). Em 2010, é apresentada a metodologia brasileira de ACV por meio do guia “Metodologia Padrão para Elaboração de Inventários de Ciclo de Vida da Indústria” e a primeira versão da base de dados com um inventário piloto do óleo diesel, além do lançamento do livro eletrônico da Ontologia brasileira da ACV disponibilizado no Portal ACV/ Ibict (<http://ontologia.ibict.br>) (Silva et al., 2010).

Em estudo divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (United Nations Environment Programme – UNEP) para identificar a evolução do Pensamento do Ciclo de Vida (Life Cycle Thinking) e o desenvolvimento de competências em países não membros da OECD, o Brasil é posicionado como nível 2, com alguma experiência em pesquisa e regulamentações fundamentadas com base no conceito de ciclo de vida. O estudo classifica em quatro níveis de desenvolvimento, sendo o último como práticas avançadas de ciclo de vida e regulamentação desenvolvida (UNEP, 2010).

No ano de 2011, a Resolução 01/2011 aprova o regimento interno e a composição do Comitê Gestor do PBACV, bem como define as Comissões Técnicas (CT): CT1 Captação de Recursos (Elizabeth Cavalcanti/Inmetro), CT2 Inventários (Armando de Azevedo Caldeira Pires/UnB), CT3 Avaliação de Impactos (Sebastião Roberto Soares/UFSC), CT4 Difusão (Maria Aparecida Martinelli/Inmetro) e CT5 Formação e Capacitação (Cássia Maria Lie Ugaya/UTFPR) (Brasil, 2011a).

Em 2012, é lançado pelo Ibict o livro “O pensamento do ciclo de vida: uma história de descobertas” durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável 2012 (Rio+20). No ano de 2014, é lançada a cartilha de “Desenvolvimento Sustentável e Avaliação do Ciclo de Vida”, direcionada a pequenos e médios empresários, assim como todos engajados na busca pela redução de impactos ambientais, sociais e econômicos ao longo do ciclo de vida de produtos ou serviços. A obra é um dos esforços do Ibict em parceria com a Confederação Nacional da Indústria (CNI) para a disseminação da metodologia de ACV em âmbito empresarial (Ibict, 2014). Na Figura 17 estão resumidos os principais marcos históricos da ACV no Brasil.

Figura 17 - Marcos históricos do desenvolvimento do ACV no Brasil.



## 3.2. PRÁTICAS DA ACV NOS DIVERSOS SETORES

### 3.2.1. ENQUADRAMENTO

A comunidade brasileira de ACV, atualmente, é representada pelo PBACV, pela ABCV e por mais de 27 grupos e/ou laboratórios de pesquisa, 18

empresas de consultoria em ACV e 64 empresas/indústrias que usam a ACV como prática de gestão ambiental, além de iniciativas voluntárias como a Rede Empresarial Brasileira de Avaliação de Ciclo de Vida. Neste capítulo são identificados os principais atores e seu papel no desenvolvimento e aplicação de ACV no Brasil, em âmbito acadêmico, do governo, de prestadores de serviço e de empresas.

## 3.2.2. A ACV NA PERSPECTIVA DE DIFERENTES ENTIDADES

### 3.2.2.1. UNIVERSIDADES E INSTITUIÇÕES DE PESQUISA

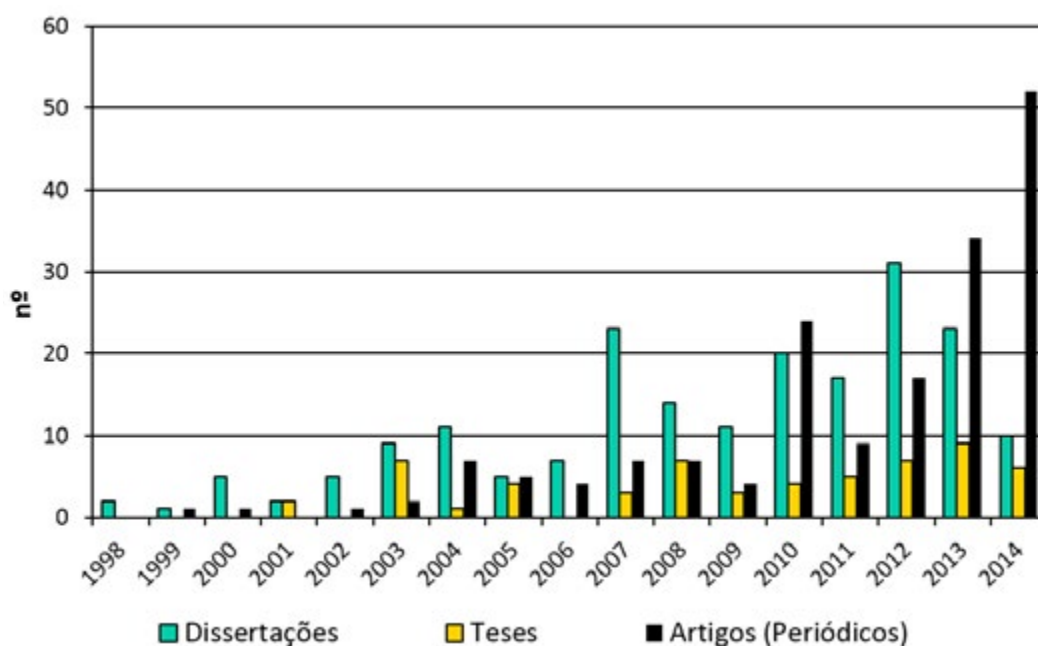
A academia é o setor mais evoluído tanto no desenvolvimento quanto na aplicação da metodologia de ACV. A comunidade científica

brasileira em ACV compreende mais de 646 pessoas, entre alunos de pós-graduação (trabalhos defendidos), professores e pesquisadores.

A produção científica nacional que aborda o conceito de ciclo de vida é superior a 196 dissertações de mestrado, 58 teses de doutorado e 175 publicações em periódicos nacionais e internacionais. Na Figura 18 é possível ver a evolução das publicações nacionais relacionadas ao tema por tipo, ao longo dos anos.

Figura 18 – Evolução de estudos com o tema

“Pensamento do Ciclo de Vida” desenvolvidos por pesquisadores brasileiros.



Analisando a formação de profissionais em ACV, a USP é a universidade com o maior número de dissertações e teses defendidas, com mais de 53 trabalhos de pós-graduação stricto-sensu. Destaca-se também a participação da UFSC, UTFPR, UNICAMP, UnB, UFRJ e UFRGS, todas com mais de 10 defesas entre mestrado e doutorado (Tabela 11).

Tabela 11 – Instituições brasileiras de pesquisa por defesas em nível de pós-graduação stricto-sensu

INSTITUIÇÃO	Nº DISSERTAÇÃO	Nº TESES	TOTAL POR INSTITUIÇÃO
Universidade de São Paulo (USP)	41	12	53
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	16	7	23
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	20	-	20
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	9	8	17
Universidade de Brasília (UnB)	11	3	14
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	7	6	13
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	7	4	11
Universidade Federal da Bahia (UFBA)	6	2	8
Universidade Estadual Paulista (UNESP)	5	3	8
Demais instituições*	74	13	87
Total geral	196	58	254

\* IPT; CEFET-RJ; UFF; UFMG; UNIFEI; UFSM; IPEN; UFPR; CEFET-MG; UPE; FURB; PUCRS; UFSCar; UESC; UEM; UCS; UFV; UFMS; UFU; PUCRJ; UEL; UNIMEP; UNIP; UFRRJ; UNISC; UFC; UNISINOS; UFPA; UDESC; UNIVILLE; CEUN-IMT; UNIARA e UNITAU.

Dentre os principais responsáveis pelo desenvolvimento da ACV nas universidades, o professor Gil Anderi da Silva, da USP, coordenador do primeiro grupo de pesquisa voltado para o tema ACV, o GP2, e atual presidente da ABCV, possui o maior número de orientações de trabalhos acadêmicos. Ao todo foram identificados 174 professores que orientaram/co-orientaram trabalhos em nível de pós-graduação stricto-sensu. Na Tabela 12 estão listados os principais professores que desenvolvem a temática em programas de pós-graduação.

Tabela 12 – Principais orientadores de pesquisa em ACV no Brasil

Orientador*/Instituição (grupo/laboratório de pesquisa**)	Dissertação	Tese	Total
Gil Anderi da Silva	17	2	19
USP (GP2)	17	2	19
Cássia Maria Lie Ugaya	15	-	15
UTFPR (Grupo de Avaliação da Sustentabilidade de Produtos)	15	-	15
Sebastião Roberto Soares	11	3	14
UFSC (Ciclog)	11	3	14
Armando de Azevedo Caldeira-Pires	9	-	9
UnB (ACV Brasil)	8	-	8
UNITAU	1	-	1
Aldo Roberto Ometto	5	2	7
USP (EGCV)	5	2	7
Asher Kiperstok	4	2	6
UFBA (TECLIM)	4	2	6
Luiz Fernando de Abreu Cybis	4	1	5
UFRGS (Prevenção da Poluição Industrial)	4	1	5
José Antonio Assunção Peixoto	5	-	5
CEFET-RJ (Desenvolvimento e Normalização da Produção)	5	-	5
Electo Eduardo Silva Lora	4	1	5
UNIFEI (NEST)	4	1	5
Cláudia Echevengúá Teixeira	4	-	4
IPT (Gestão e Engenharia do Ciclo de Vida)	2	-	2
UCS	2	-	2
Sérgio Almeida Pacca	4	-	4
USP (Ciclovida)	4	-	4
Rogério de Aragão Bastos do Valle	3	1	4
UFRJ (SAGE)	3	1	4
Jorge Orlando Cuéllar Noguera	4	-	4
UFMS	4	-	4

\* Somente professores com mais de quatro orientações de trabalhos com o tema ACV. Não considera orientações em andamento e co-orientações. \*\* Somente grupos/laboratórios de pesquisa com o tema ACV.

Em termos de publicações em periódicos nacionais e internacionais, a USP se mantém como a instituição com maior número de citações como afiliação dos pesquisadores, seguida pela UTFPR e UFSC. Nas publicações é possível perceber a participação de instituições de pesquisa, tais como o ITAL, a Embrapa e o CTBE do CNPEM e empresas como a Petrobras. No geral, foram citadas mais de 61 instituições e/ou empresas como afiliação dos pesquisadores.

A Figura 19 apresenta um resumo dos principais pesquisadores com publicações em periódicos, de acordo com o número de publicações de cada autor.

Figura 19 – Principais pesquisadores brasileiros em ACV



Na Tabela 13 estão listados os principais pesquisadores com publicações em periódicos no tema ACV e suas respectivas afiliações.

Tabela 13 – Pesquisadores brasileiros com publicações em periódicos

PESQUISADORES*	Nº PARTICIPAÇÕES EM ARTIGOS
Aldo Roberto Ometto (USP/EGCV)	14
Armando de Azevedo Caldeira Pires (UnB/ACV Brasil)	13
Rodrigo Augusto Freitas de Alvarenga (UDESC/Ciclog)	12
Sebastião Roberto Soares (UFSC/Ciclog)	11
Cássia Maria Lie Ugaya (UTFPR/Grupo de Avaliação da Sustentabilidade de Produtos)	11
Luiz Alexandre Kulay (USP/GP2)	10
Anna Lúcia Mourad (CETEA/ITAL)	8
Joaquim E.A. Seabra (Unicamp/CTBE)	8
Diogo Aparecido Lopes Silva (USP/EGCV)	8
Sérgio Almeida Pacca (USP/Ciclovida)	8
Electo Eduardo Silva Lora (UNIFEI/NEST)	8

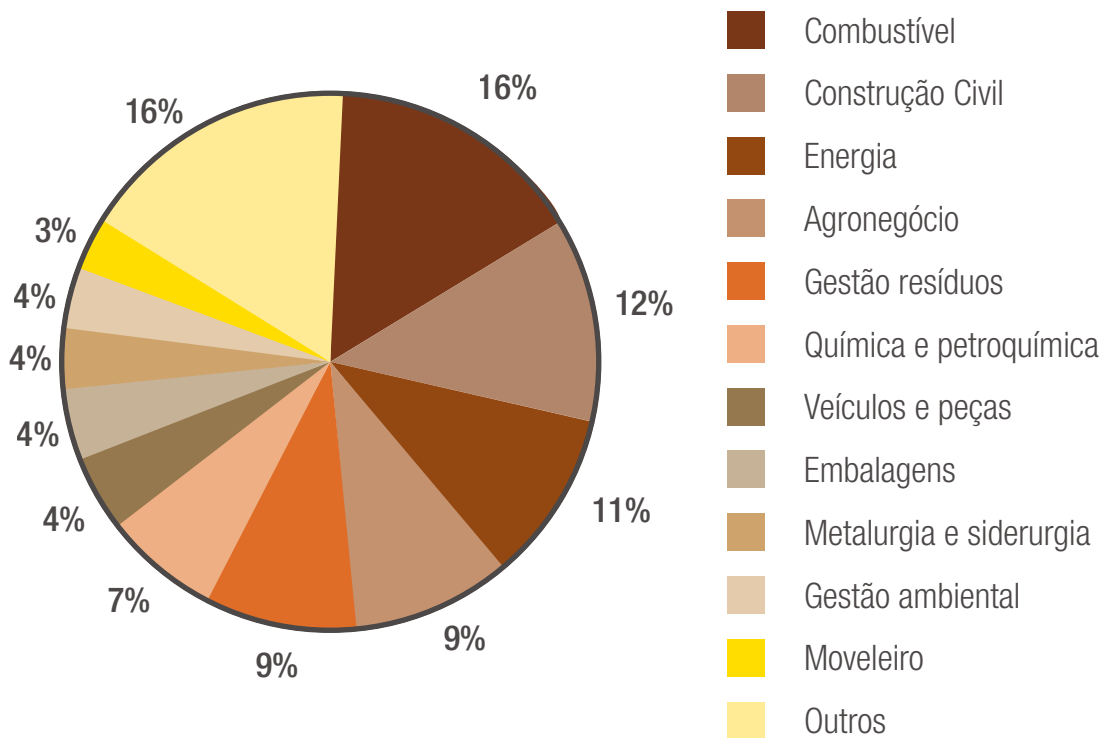
\* Publicados até 11/2014.

Analisando o conteúdo dos trabalhos desenvolvidos no Brasil (dissertações, teses e artigos), a maioria dedica-se à aplicação da ACV a um sistema de produto. No entanto, percebe-se uma parcela grande (14,0% das dissertações, teses e artigos) abordando questões metodológicas, tais como adaptação de métodos de AICV, criação de métodos

para avaliação de impacto social do ciclo de vida, abordagem consequential, além de modelos de construção de ICV. Em termos de aplicação da ACV, destacam-se o setor de produção de combustíveis (principalmente biocombustível) e o de construção civil, como pode ser observado no gráfico da Figura 20.



Figura 20 – Principais áreas de aplicação de ACV das pesquisas no Brasil



Em pesquisa realizada na base de diretórios de grupos de pesquisa do CNPq (<http://lattes.cnpq.br/web/dgp>), e a partir de informações disponíveis na web e literatura, foram identificados 27 grupos e/ou laboratórios de pesquisa ligados a universidades nacionais ou a centros de pesquisa com linhas de pesquisa voltadas para o desenvolvimento e aprimoramento da metodologia de ACV e sua aplicação na realidade brasileira. Além dos grupos e laboratórios descritos nos itens 3.2.2.1.1 a 3.2.2.1.27, foram identificados dois projetos de pesquisa que envolvem o tema ACV aplicado à área

de construção civil sob a coordenação da Prof.<sup>a</sup> Ana Paula Kirchheim, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Aplicação da Análise do Ciclo de Vida (ACV) para a avaliação ambiental de materiais cimentícios convencionais em comparação a cimentos sustentáveis; Aplicação da Análise do Ciclo de Vida (ACV) para a avaliação ambiental de materiais de construção convencionais em comparação a materiais sustentáveis. Na Figura 21 podem ser visualizados todos os grupos/laboratórios de pesquisa que desenvolvem estudos na área de ACV.

Figura 21 - Distribuição geográfica dos grupos de pesquisa em ACV no Brasil



#### 3.2.2.1.1. GP2 - GRUPO DE PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa do departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), fundado em 1998. O GP2 é o primeiro grupo de pesquisa acadêmico a ter como principal linha de pesquisa a ACV. O grupo tem como objetivos o desenvolvimento de metodologia, execução de estudos de ACV, acadêmicos e não acadêmicos, para a determinação de indicadores de sustentabilidade, elaboração de banco de dados e a capacitação de recursos humanos.

O GP2 conta com mais de 9 estudos completos de ACV executados na área não acadêmica e mais de 22 cursos oferecidos em empresas (Nogueira, 2012). Desde 2010 possui parceria com a

Petrobras S.A. em projetos para construção de banco de dados para apoio à execução de estudos de ACV para o setor petroquímico, abrangendo polímeros e biopolímeros. O GP2 é parceiro da Embrapa, no desenvolvimento de estudos de ACV da cana-de-açúcar e seus derivados produzidos no Centro-Sul brasileiro, baseada em dados, fatores e modelos adaptados às condições nacionais.

**LINHAS DE PESQUISA:** Propriedades físicas de fertilizantes; Prevenção da poluição; Análise de ciclo de vida; Questão ambiental e formação do engenheiro químico; Aproveitamento de rochas fosfáticas brasileiras para a produção de termofosfatos.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Química.

**COORDENADOR:** Prof. Gil Anderi da Silva

**CONTATO:** (11) 3091-2213 | ganderis@usp.br

**LOGRADOURO:** Av. Prof. Luciano Gualberto, Trav. 3, nº 380, Cidade Universitária, CEP 05505-900, São Paulo, SP.

### 3.2.2.1.2. ACV BRASIL - AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa do departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília (UnB), fundado em 2006. O ACV Brasil foi consolidado para responder às demandas substanciadas na regulamentação ambiental e no conceito de Desenvolvimento Sustentável. Tem como objetivos a promoção das aplicações da ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) e do conceito de ciclo de vida (Life Cycle Thinking - LCT) nas práticas da gestão sustentável, nas atividades econômicas da América do sul; Intercâmbio de informação sobre as condições para a boa aplicação de ACV e LCT; Intercâmbio de informação em relação à interface entre a ACV e outras ferramentas de gestão empresarial ambiental; Implementação de atividades educacionais relacionadas à aplicação da ACV e LCT; Disponibilização de dados e de métodos cientificamente sólidos para permitir a realização da ACV; Elaboração de um guia sobre o uso de dados e métodos para o desenvolvimento da ACV como ferramenta de gestão do desenvolvimento tecnológico para promover o melhor uso da energia e materiais e a produção de bens e serviços com o menor impacto ambiental possível; Estimulo à discussão da iniciativa da UNEP - Life Cycle Thinking - nos outros países sul-americanos, através de cursos e seminários, ajudando assim, à difusão de conhecimentos e o intercâmbio de experiências.

O principal produto dos projetos oriundos desse grupo é a produção integrada de conhecimento entre os diferentes grupos e países participantes com o intercâmbio de informações e realização de estudos de caso. O grupo ACV Brasil da UnB é

parceiro do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict) no desenvolvimento de base de dados nacional para ICV. Realiza pesquisas junto ao Inmetro em ACV, no âmbito do PBACV. Possui parceria com a Embrapa para o desenvolvimento de estudos de ACV para construção de ICV da cana-de-açúcar e seus derivados, e com a Petrobras para ACV aplicada a sistemas de produção de Petróleo.

**LINHAS DE PESQUISA:** Base de dados para ICV; Indicadores de impacto ambiental ao longo do ciclo de vida – AICV; Inventário do ciclo de vida – ICV.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Mecânica.

**COORDENADOR:** Prof. Armando de Azevedo Caldeira Pires

**CONTATO:** (61) 3307-2314 | armandcp@unb.br

**LOGRADOURO:** Universidade de Brasília (UnB), campus Darcy Ribeiro, nº 1, Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília, DF.

### 3.2.2.1.3. CICLOG – GRUPO DE PESQUISA EM AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa do departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), fundado em 2006. Tem como missão desenvolver e disseminar o conhecimento no campo da análise e da gestão ambiental do ciclo de vida dos produtos, processos e serviços, a partir de pesquisas de metodologias de ACV e suas aplicações no Brasil. Para isso, conta com uma equipe multidisciplinar de pesquisadores. Responsável pela organização do 2º Congresso Brasileiro em gestão do Ciclo de Vida de Produtos e Serviços, com o tema “Colaborando para decisões sustentáveis no ano de 2010”. Embora formalizado junto ao CNPq em 2006,

as atividades do Ciclog com estudos sobre ACV iniciaram em 2002 com o projeto sobre Análise do Ciclo de Vida de Produtos Cerâmicos da Indústria de Construção Civil. Com a consolidação da equipe, foram feitos estudos de análise de sensibilidade e incertezas em ACV; aplicação da metodologia para a avaliação de desempenho ambiental de equipamentos de desinfecção de resíduos de serviços de saúde; análise comparativa da sustentabilidade de cadeias avícolas no Brasil e na França; análise ambiental das cadeias produtivas de leite na Região Sul do Brasil; ACV da cadeia produtiva de biocombustíveis a partir da produção de microalgas; ciclo de vida de compressores com análise de cenários de disposição final e análise da influência das fronteiras no resultado final; ACV da suinocultura comparando cenários de manejo de dejetos; avaliação de incertezas de escolhas metodológicas; normalização de critérios ambientais aplicados à ACV; análise dos métodos de alocação; estudo comparativo entre diferentes ferramentas de gestão ambiental (ACV; pegada ecológica e pegada carbônica); características de impermeabilização de resíduos de fundição e aproveitamento de lodo de esgoto para a fabricação experimental de tubos de concreto.

O Ciclog foi responsável pela proposição e desenvolvimento de indicador de desempenho ambiental de produtos baseado em análise simplificada de ciclo de vida para Selo de qualidade ambiental de produtos do Instituto Falcão Bauer. No âmbito indústria, o Ciclog firmou parcerias para capacitação de equipe técnica da Schulz S.A., BRF S.A. e para Celulose Irani S.A. Atualmente parceiro da Fundação Vanzolini para o desenvolvimento de regras de categoria de produto (RCP) para acabamentos internos de edificações, com estudo de caso aplicado para rodapé de poliestireno da Santa Luzia Ltda. O grupo de pesquisa é também parceiro da EnCiclo Soluções Sustentáveis Ltda, empresa de consultoria ambiental.

**LINHAS DE PESQUISA:** Alocação de impactos;

Análise multicritério; Avaliação de impactos; Avaliação do ciclo de vida.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Sanitária e Ambiental.

**COORDENADOR:** Prof. Sebastião Roberto Soares

**CONTATO:** (48) 3721-6319 | sr.soares@ufsc.br  
lwww.ciclodevida.ufsc.br

**LOGRADOURO:** Engenharia Sanitária e Ambiental, campus universitário, Trindade, CEP 88040-970, Florianópolis, SC, caixa postal 476.

#### 3.2.2.1.4. GRUPO DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE PRODUTOS

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), existente desde 2008 e a ser formalizado em 2014. O Grupo tem como missão contribuir para o conhecimento que permita avaliar o desempenho ambiental, social e econômico de produtos, considerando desde a extração de recursos ao descarte final de produto.

**LINHAS DE PESQUISA:** Avaliação do ciclo de vida; Avaliação social do ciclo de vida; Avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia de Produção.

**COORDENADOR:** Prof.<sup>a</sup> Cássia Maria Lie Ugaya

**CONTATO:** (41) 3310-4884  
cassiaugaya@utfpr.edu.br

**LOGRADOURO:** Av. 7 de setembro, nº 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba, PR.

#### 3.2.2.1.5. EGCV - ENGENHARIA E GESTÃO DO CICLO DE VIDA DE PRODUTO

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa do departamento de Engenharia de Produção da Universidade de

São Paulo (USP), fundado em 2001. O grupo tem desenvolvido diversos trabalhos e projetos nos últimos anos, entre eles: A organização de sete Workshops sobre adequação ambiental em manufatura e engenharia do ciclo de vida, objetivando aproximar e integrar os conhecimentos desenvolvidos/praticados em organizações e empresas junto à comunidade acadêmica; Desenvolvimento de projetos junto ao Global Network on Sustainable Manufacturing, como “Desenvolvimento de uma metodologia para a Introdução dos Aspectos de Manufatura Sustentável em Micro e Pequenas Empresas” do PROBRAL, cujo objetivo é a criação de framework para habilitação de micro, pequenas e médias empresas brasileiras e alemãs em manufatura sustentável; Projeto “Remanufacturing oriented Production Equipment Development” pelo BRAGECRIM, em parceria com a Universidade Técnica de Berlim (TU Berlin) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), tendo como objetivo o desenvolvimento de um equipamento de produção que seja remanufaturado; Programa educacional GLOBAL ENGINEERING TEAMS (GET) empreendido pelo Institute for Machine Tools and Factory Management da TU Berlin e pelo NUMA da Escola de Engenharia de São Carlos; Projeto de extensão universitária com a HP do Brasil em 2008, com a realização de um estudo sobre Ecodesign aplicado ao ciclo de vida de uma multifuncional; Coordenação de subprojetos do IFM (Instituto Fábrica do Milênio) junto ao Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA) sob financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) em: ecodesign, desmontagem e remanufatura, transferência de tecnologia e adequação ambiental dos processos de fabricação. O coordenador e líder do grupo é pesquisador credenciado na Academia Internacional de Engenharia de Produção (CIRP) desde 2007 e também suplente da Comissão da EESC no Programa USP Recicla, desde 2007. O EGCV contribui para o projeto “LCADB.sudoe”

como editor de processos de manufatura, o projeto tem como objetivo a elaboração de base de dados para ecodesign para Espanha, França e Portugal.

**LINHAS DE PESQUISA:** Sustentabilidade em processo; Sustentabilidade em produto; Sustentabilidade em tecnologia; Sustentabilidade na gestão.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia de Produção.

**COORDENADOR:** Prof. Aldo Roberto Ometto

**CONTATO:** (16) 3373-8608 | aometto@sc.usp.br

**LOGRADOURO:** Av. Trabalhador São-Carlense, nº 400, Centro, CEP 13566-590, São Carlos, SP.

### 3.2.2.1.6. TECLIM - REDE DE TECNOLOGIAS LIMPAS

**DESCRIÇÃO:** A TECLIM foi fundada em 1998 com recursos dos programas PADCTIII/CIAMB/CAPES, CNPq e Projeto Nordeste. Em 1999/2000, com recursos do PADCTIII/Plataforma/CNPq, deu início ao Fórum de Tecnologias Limpas da Bahia, que estruturou a Rede TECLIM que associa empresas e instituições públicas e privadas. No âmbito da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA), participam da REDE o departamento de Engenharia Ambiental, departamento de Engenharia Química e o departamento de Engenharia Mecânica. O TECLIM existe com o intuito de estabelecer e dinamizar cooperação interinstitucional para realização de estudos e experiências no sentido de ampliar e aprofundem o conceito de tecnologias limpas na prática produtiva e mais especificamente na produção industrial, assim como, simultaneamente, iniciar ações que as tornem realidade. A consecução deste objetivo requer uma ação abrangente e articulada entre os diversos atores envolvidos: organizações em geral, setor industrial, órgãos governamentais e o setor educacional, particularmente a UFBA. O próprio caráter da proposta exige intensa ação interdisciplinar.

O TECLIM desenvolve projetos com recursos do Fundo Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) em parceria com diversas empresas. É neste sentido que o TECLIM vem articulando organizações públicas e privadas; dos setores produtivos, de pesquisa e desenvolvimento, educação e capacitação, e regulamentação ambiental, para elevar o pensamento ambiental na direção de soluções dos problemas na fonte. Isto é, privilegiar as medidas de prevenção da poluição e minimização de resíduos àquelas que apenas visam transformar os resíduos gerados para facilitar a sua disposição no meio ambiente.

**LINHAS DE PESQUISA:** Capacitação e transferência de tecnologias limpas; Ecologia industrial e análise do ciclo de vida; Gestão do ciclo do nitrogênio; Otimização ambiental de processos industriais e urbanos; Saneamento sustentável.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Sanitária.

**COORDENADORES:** Prof. Asher Kiperstok | Prof. Ricardo de Araújo Kalid

**CONTATO:** (71) 3283-9798 | (71) 3283-9892  
cteclim@ufba.br | www.teclim.ufba.br

**LOGRADOURO:** Rua Aristides Novis, nº 02, 4º andar, Federação, CEP 40210-630, Salvador, BA.

### 3.2.2.1.7. NEST - NÚCLEO DE EXCELÊNCIA EM GERAÇÃO TERMELÉTRICA E DISTRIBUÍDA

**DESCRIÇÃO:** Núcleo de pesquisa do Instituto de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), fundado em 1998. É um dos grupos de excelência apoiados pela Companhia Energética do Estado de Minas Gerais – (CEMIG). O maior potencial do NEST está na elaboração de projetos de pesquisa e desenvolvimento, a inovação tecnológica, testes de validação e fabricação de

equipamentos e sistemas relacionados com a cogeração e geração distribuída a partir de fontes fósseis e renováveis de energia (biomassa e solar). Outra atividade de grande potencial são os cursos de qualificação, especialização e treinamento para o pessoal técnico do setor energético do país.

**LINHAS DE PESQUISA:** ACV - Análise do ciclo de vida; Biocombustíveis; Cogeração; Determinação de compostos orgânicos emitidos na combustão de biomassa; Diagnóstico termodinâmico em sistemas de refrigeração; Energia solar; Escoamentos multifásicos; Gaseificação e pirólise de biomassa; Geração termelétrica; Hidrogênio renovável; Motores stirling a biomassa; Métodos numéricos; Prevenção e controle da poluição na indústria; Refrigeração e ar condicionado; Tecnologias de combustão; Transferência de calor; Transferência de calor em escoamento bifásico; Turbinas a gás.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Mecânica.

**COORDENADORES:** Prof. Electo Eduardo Silva Lora | Prof. Osvaldo José Venturini

**CONTATO:** (35) 3629-1548

nest.unifei@gmail.com | www.nest.unifei.edu.br

**LOGRADOURO:** Av. BPS, nº 1303, Pinheirinho, CEP 37500-903, Itajubá, MG, caixa postal 50

### 3.2.2.1.8. SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

**DESCRIÇÃO:** Grupo de Pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), fundado em 2003. Tem sua atuação focada principalmente nas seguintes áreas: Avaliação de ciclo de vida (ACV); Análise química de efluentes, resíduos e materiais; Novos materiais e biogás a partir de resíduos agroindustriais; Mudanças climáticas.

Na linha de ACV, pesquisas vêm sendo realizadas na adaptação do método às condições tropicais brasileiras para avaliação de impactos, assim como análises de novos produtos e processos tecnológicos agroindustriais desde a etapa de desenvolvimento laboratorial, escalonamento e transferência da inovação à sociedade, visando a melhoria do desempenho ambiental de inovações. No âmbito das pesquisas na linha de “análises químicas”, os trabalhos permitem agregação de valor a materiais até então não utilizados em processos produtivos, partindo de uma caracterização de resíduos e materiais da biomassa do semiárido. A linha de “novos materiais” dá prosseguimento à caracterização inicial de materiais, definindo rotas tecnológicas que permitam a valorização econômica desses recursos. Processos vêm sendo desenvolvidos nas áreas de materiais compósitos, nanotecnologia e produção de energia a partir de fontes vegetais renováveis. Na linha relacionada a resíduos agroindustriais, destaca-se a pesquisa que viabilizou o aproveitamento da casca de coco verde, contribuindo para incrementar a cadeia produtiva desse fruto, desenvolvimento de novos materiais, incluindo compósitos, aumento da vida útil de lixões e aterros sanitários, melhoria das condições da saúde pública e instrumentalização da comunidade através da geração de emprego e renda. Os estudos na área de “mudanças climáticas” avaliam o impacto de variações de temperatura e precipitação sobre o desenvolvimento de culturas tropicais, assim como o impacto dos processos de produção agroindustriais sobre as mudanças climáticas.

**LINHAS DE PESQUISA:** Análises químicas; Desenvolvimento de novos materiais e energia a partir de resíduos agroindustriais; Mudanças climáticas e sustentabilidade da agricultura irrigada tropical; Sustentabilidade ambiental com foco em avaliação de ciclo de vida (ACV).

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Sanitária.

**COORDENADORES:** Maria Cléa Brito de Figueirêdo, Dra. | Rubens Sonsol Gondim, Dr.

**CONTATO:** (85) 33917100  
clea.figueiredo@embrapa.br

**LOGRADOURO:** Rua Dra. Sara Mesquita, nº 2270, Pici, CEP 60511-110, Fortaleza, CE.

### 3.2.2.1.9. CNPEM - AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), fundado em 2010.

**LINHAS DE PESQUISA:** Avaliação do Ciclo de Vida; ACV.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Ciências Exatas e da Terra; Geociências.

**COORDENADORES:** Otávio Cavalett, Dr. | Antonio Maria Francisco Luiz Jose Bonomi, Dr.

**CONTATO:** (19) 3518-3197  
otavio.cavalett@bioetanol.org.br

**LOGRADOURO:** AC Unicamp, nº 10000, Cidade Universitária, CEP 13083-970, Campinas, SP, caixa postal 6170.

### 3.2.2.1.10. DESENVOLVIMENTO E NORMALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa do Centro de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), fundado em 2002. O Grupo Desenvolvimento e Normalização da Produção investiga os sistemas de produção, tomando como referência os conceitos de desempenho organizacional e de desenvolvimento que contemplam a sustentabilidade econômica, ecológica e social.

A abordagem é multidisciplinar e se apropria da descrição do ambiente organizacional, avaliando a tecnologia, os processos de normalização, aspectos das culturas locais e modelos de gestão em curso, através das múltiplas iniciativas presentes em setores diversos. No processo de avaliação são consideradas e integradas dimensões qualitativas e quantitativas do desempenho da organização, trabalhados através da eleição de indicadores e construção de critérios teórica e empiricamente. O grupo, neste momento, constitui-se de professores pesquisadores, alunos de mestrados e alunos de iniciação científica.

**LINHAS DE PESQUISA:** Desenvolvimento de tecnologias integradas a produtos e processos; Organização e gestão da produção.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia de Produção.

**COORDENADORES:** Prof. José Antonio Assunção Peixoto | Prof. Leydervan de Souza Xavier

**CONTATO:** (21) 2569-4495  
joseapeixoto@yahoo.com.br

**LOGRADOURO:** Av. Maracanã, nº 229, Bloco E - sala E 503, Maracanã, CEP 20271-110, Rio de Janeiro, RJ.

### 3.2.2.1.11. PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), fundado em 2004.

**LINHAS DE PESQUISA:** Gestão ambiental industrial; Sustentabilidade ambiental do biodiesel de girassol; Sustentabilidade no saneamento básico.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Sanitária.

**COORDENADOR:** Prof. Luiz Fernando de Abreu Cybis

**CONTATO:** (051) 3316-6567 | lfcybis@iph.ufrgs.br

**LOGRADOURO:** Av. Bento Gonçalves, nº 9500, Campus do Vale, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, caixa postal 15029.

### 3.2.2.1.12. CICLOVIDA - LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

**DESCRIÇÃO:** O Laboratório de pesquisa do Instituto de Energia e Ambiente (Ciclovida) da Universidade de São Paulo (USP), fundado em 2012. O Ciclovida surgiu na remodelação estrutural do IEE e atua tanto no ensino como na pesquisa e extensão. Seu propósito é desenvolver e aplicar a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) na análise de sistemas energéticos. A ACV é uma metodologia de contabilidade ambiental que permite fazer a avaliação dos impactos ambientais levando em conta todos os estágios da vida do produto, desde a extração de matérias-primas, transporte de recursos até a disposição final dos resíduos.

**LINHAS DE PESQUISA:** Avaliação de impactos do ciclo de vida (Life Cycle Impact Assessment); Balanço energético (Cumulative Energy Demand and Energy Payback Time); Custos de externalidades de energia (External Costs of Energy); Inventários do ciclo de vida (Life Cycle Inventories); Matriz insumo-produto (LCA-Input-Output Approach); Pegada do carbono (Carbon Footprint); Pegada Hídrica (Water Footprint).

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Energia.

**COORDENADOR:** Prof. Nilton Bispo Amado

**CONTATO:** (11) 3091-2585  
labacv@iee.usp.br  
vida@iee.usp.br  
www.iee.usp.br  
abacv/labacv.htm



**LOGRADOURO:** Avenida Professor Luciano Gualberto, nº 1289, Cidade Universitária, CEP 05508-010, Butantã, São Paulo, SP

### 3.2.2.1.13. SAGE - LABORATÓRIO DE SISTEMAS AVANÇADOS DE GESTÃO SUSTENTÁVEL DA PRODUÇÃO

**DESCRIÇÃO:** Laboratório do programa de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), fundado em 1995. O SAGE busca desenvolver um modo inovador e avançado de se fazer produção sustentável no Brasil, que promova níveis elevados de eficiência, de preservação ambiental, de justiça social e de realização pessoal. Tem como objetivo analisar, qualificar e inovar as formas de produzir sustentavelmente bens e serviços. Isto significa que, no projeto e na produção destes bens e serviços, deve haver uma integração de critérios técnicos, econômicos, sociais e ambientais. Para isto, o SAGE atua de forma interdisciplinar, graças a uma equipe própria que inclui engenheiros, químicos e biólogos e várias parcerias com outros laboratórios da UFRJ.

O SAGE atua primordialmente onde a gestão da produção e a sustentabilidade precisam se encontrar, recorrendo diretamente à fronteira do conhecimento científico. Tendo por base trabalhos anteriores que o transformaram numa referência nacional em Gerenciamento de Processos (mapeamento e racionalização de processos, gestão de competências, Sistemas ERP, Gestão Eletrônica de Documentos e Workflow), ele se concentra hoje em Gestão do Ciclo de Vida, Avaliação Multicritério da Sustentabilidade e Gestão da Produção.

**LINHAS DE PESQUISA:** Análise inorgânica e de processos físico-químicos; Biotecnologias marinhas; Gestão de processos; Gestão do ciclo de vida; Métodos multicritério de decisão aplicados à sustentabilidade.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia de Produção.

**COORDENADOR:** Prof. Rogério de Aragão Bastos do Valle

**CONTATO:** (21) 3622-3545  
rogerio.valle@sage.coppe.ufrj.br  
www.sage.coppe.ufrj.br

**LOGRADOURO:** Centro de Tecnologia 2, Rua Moniz de Aragão, nº 360, bloco 2, Ilha do Fundão, CEP 21941-972, Rio de Janeiro, RJ.

### 3.2.2.1.14. ACV AGRONEGÓCIO - AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA NA AGRICULTURA, PECUÁRIA E AGROINDÚSTRIA

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), fundado em 2014. O ACV Agronegócio desenvolve pesquisas para a adaptação das metodologias de ACV e da avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV) às peculiaridades do país e visa contribuir para o desenvolvimento de um inventário do ciclo de vida (ICV) aplicável aos sistemas agropecuários.

**LINHAS DE PESQUISA:** Análise do ciclo de vida; Cadeias produtivas da carne; Gestão do agronegócio.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Ciências Agrárias e Zootecnia.

**COORDENADOR:** Prof. Cláudio Favarini Ruviano

**CONTATO:** (67) 9968-2047  
clandioruviano@ufgd.edu.br

**LOGRADOURO:** Rua João Rosa Góes, nº 1761, Vila Progresso, CEP 79825-070, Dourados, MS, caixa postal 322.

### 3.2.2.1.15. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa da Universidade de Pernambuco (UPE), fundado em 2002, que objetiva contribuir para a avaliação dos aspectos que relacionam o produto da construção civil (Obras de engenharia: obras de infraestrutura, edificações residencial, comercial e industrial) e o meio ambiente para a inserção do setor da construção civil com os princípios do desenvolvimento sustentável.

**LINHAS DE PESQUISA:** Avaliação do ciclo de vida; Gestão ambiental; Materiais e componentes de construção.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Civil.

**COORDENADORES:** Prof. Arnaldo Cardim de Carvalho Filho | Prof.<sup>a</sup> Fátima Maria Miranda Brayner

**CONTATO:** (81) 3184-7580 | cardim@poli.br

**LOGRADOURO:** Rua Benfica, nº 455, Madalena, CEP 50720-001, Recife, PE.

### 3.2.2.1.16. GESTÃO E ENGENHARIA DO CICLO DE VIDA

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa do Centro de Tecnologias Ambientais e Energéticas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), fundado em 2010. A fim de consolidar a área de gestão e engenharia do ciclo de vida como campo de atuação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), o grupo visa fomentar o desenvolvimento de projetos voltados à avaliação ambiental de produtos e serviços e desenvolvimento de processos sustentáveis, utilizando diversas metodologias, tais como ecodesign, produção mais limpa e avaliação do ciclo de vida (ACV). O grupo apresenta como diferencial a inserção

do IPT em diferentes cadeias produtivas e a sua transdisciplinariedade em termos de capacitação técnica e laboratorial. Os objetivos específicos são fomentar os projetos em andamento e promover a estruturação de projetos na área de engenharia do ciclo de vida (ECV) em setores chave, e iniciar um levantamento de informações sobre produtos e processos em algumas cadeias produtivas a fim de contribuir para um futuro banco de dados brasileiro.

**LINHAS DE PESQUISA:** Avaliação ambiental de produtos e serviços; Desenvolvimento de processos sustentáveis.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Civil.

**COORDENADORES:** Prof.<sup>a</sup> Cláudia Echevengá Teixeira | Pesquisador Oswaldo Sanchez Júnior, Msc.

**CONTATO:** (11) 3767-4251 | cteixeira@ipt.br

**LOGRADOURO:** Rua Professor Almeida Prado, nº 532, prédio 59, Butantã, CEP 05508-901, São Paulo, SP.

### 3.2.2.1.17. LINCA - LABORATÓRIO INTERDISCIPLINAR DE CONFLITOS AMBIENTAIS E GESTÃO AMBIENTAL

**DESCRIÇÃO:** Laboratório de pesquisa do programa de Planejamento Energético da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), fundado em 2000. O LINCA configura-se como centro de referência no estudo das questões relacionadas à Gestão Ambiental, trabalhando os aspectos institucionais e legais do meio ambiente, com destaque para o gerenciamento de bacias hidrográficas, o gerenciamento de resíduos sólidos, as normas e padrões de controle e monitoramento, o licenciamento e avaliação de impacto ambiental e demais instrumentos de política e gestão ambiental.

**LINHAS DE PESQUISA:** Análise de ciclo de vida; Gestão de recursos hídricos; Gestão de resíduos;

Instrumentos de gestão ambiental pública e privada; Avaliação de impacto ambiental e licenciamento ambiental. Zoneamento industrial; Sistema de gestão ambiental e ISO 14.000; Avaliação de desempenho ambiental e indicadores; Auditoria ambiental pública e privada; Análise multicritério e técnicas de suporte à decisão; Métodos e modelos de suporte para a gestão ambiental; Conflitos ambientais e negociação; Ecologia industrial; Parques industriais ecológicos.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia de Produção.

**COORDENADORA:** Prof.<sup>a</sup> Alessandra Magrini

**CONTATO:** (021) 2562-8760  
ale@ppe.ufrj.br  
www.linca.coppe.ufrj.br

**LOGRADOURO:** Centro de Tecnologia, Bloco C Sala 211, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, CEP 21941-972, Rio de Janeiro, RJ.

### 3.2.2.1.18. GEM2A - GRUPO DE ESTUDOS EM MATERIAIS E MEIO AMBIENTE

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), fundado em 2011, que compreende as grandes áreas de materiais e meio ambiente. A primeira, se dedica ao estudo do comportamento de materiais diversos quando submetidos a esforços mecânicos por meio de ensaios. A segunda área possui foco na Gestão Ambiental, mais especificamente na utilização de suas metodologias de trabalho, as quais permitem verificar processos, produtos e serviços, de modo a identificar aspectos e contribuir para a minimização dos impactos ao homem e ao meio ambiente.

**LINHAS DE PESQUISA:** Avaliação do ciclo de vida; Ergonomia e segurança no trabalho; Produção mais limpa; Reologia e textura de alimentos.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Mecânica.

**COORDENADOR:** Prof. Luciano Brito Rodrigues

**CONTATO:** (77) 3261-8651  
rodrigueslb@gmail.com

**LOGRADOURO:** Rodovia BR 415, km 03, s/n, Primavera, CEP 45700-000, Itapetinga, BA.

### 3.2.2.1.19. BIOMA - BIOENERGIA E MEIO AMBIENTE

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), fundado em 2000. O BioMa tem como tema central o aproveitamento de óleos e gorduras vegetais in natura e residuais para a produção de biodiesel. A pesquisa é multidisciplinar e envolve profissionais de diversos departamentos: Ciências Agrárias e Ambientais, Ciências Exatas e Tecnológicas, Ciências Biológicas e Ciência Econômicas. O tema engloba uma série de objetivos específicos tais como, coleta, pré-processamento e caracterização físico-química das matérias-primas, otimização da reação de transesterificação em laboratório utilizando planejamento fatorial, produção em planta piloto com capacidade para processar 1400 L de óleos vegetais por batelada, caracterização físico-química do biodiesel, desenvolvimento de novos catalisadores para a reação de transesterificação de óleos vegetais, avaliação dos impactos ambientais do combustível/processo através da metodologia de análise comparativa do ciclo de vida (Life Cycle Analysis- LCA) do biodiesel com o do diesel convencional, avaliação financeira e econômica da produção de biodiesel para diferentes cenários de produção industrial e comercial; estudo da biodegradabilidade do biodiesel em ambientes aquáticos e no solo e estudo do aproveitamento racional dos subprodutos da reação. Todos os objetivos específicos estão contemplados nas

diversas linhas de pesquisa do grupo. Um dos objetivos centrais do grupo é contribuir para a implantação do biodiesel como combustível automotivo no Brasil. Os projetos de pesquisa do BioMa são, em geral, desenvolvidos em parceria com outras universidades (UFBA, UNICAMP, UFPR, UNIFACS) e abordam temas de interesse comum aos setores acadêmicos e industrial. Como resultado do trabalho do BioMa, o grupo participa da Rede Baiana de Biocombustíveis (RBB), Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB) e RECOMBIO.

**LINHAS DE PESQUISA:** Análise do ciclo de vida de produtos, Sistemas e processos energéticos; Avaliação de impactos ambientais ; Biodegradação e bioremediação de petróleo, biodiesel e derivados; Catálise heterogênea; Controle de qualidade de biodiesel; Ecologia química; Economia dos recursos naturais e meio ambiente; Energia renovável; Modelagem molecular aplicada ao desenvolvimento de novos materiais; Síntese e caracterização de materiais; Uso de coprodutos da produção de biodiesel para produção de biogás.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Ciências Exatas e da Terra; Química.

**COORDENADORES:** Prof.<sup>a</sup> Rosenira Serpa da Cruz  
| Prof. José Adolfo de Almeida Neto

**CONTATO:** (73) 3680-5274 | roserpa@uesc.br

**LOGRADOURO:** Rodovia Jorge Amado, km 16, Salobrinho, CEP 45662-900, Ilhéus, BA.

### 3.2.2.1.20. GPMCA - GRUPO DE PESQUISA EM MOTORES E COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa do departamento de Engenharia Mecânica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), fundado

em 2013. Dentre as principais motivações para a criação do GPMCA, citam-se: (a) a importância da pesquisa e do desenvolvimento de processos de produção de biocombustíveis como o biodiesel e biogás; (b) o fato do Brasil incentivar a busca por novos combustíveis renováveis, aumentando a diversidade da matriz energética; (c) o fato de que existem poucos grupos de pesquisa que trabalham nesse contexto no Brasil e no mundo, principalmente englobando áreas como a engenharia e química.

O grupo permitirá a interação e uma possível colaboração entre pesquisadores de diferentes Unidades Acadêmicas desta Universidade, bem como o fortalecimento da colaboração já existente com a Universidade de Coimbra (Portugal), em particular com o Grupo de Energia para a Sustentabilidade, coordenado pelo Prof. Fausto Freire, e com o CIENTEC-RS, por meio do Prof. Dr. Luis Mazzini. Como resultados diretos do trabalho a ser realizado, espera-se a aprovação de novos projetos de pesquisa que promovam a interação da graduação com a pós-graduação, bem como da universidade com empresas, tais como SULGÁS, PETROBRÁS, entre outras. Além disso, espera-se que os trabalhos desenvolvidos no Grupo gerem resultados inovadores e de qualidade a fim de garantir que possam ser publicados em Conferências e Periódicos nacionais e internacionais de relevância dentro do contexto das Engenharias II.

**LINHAS DE PESQUISA:** Análise do ciclo de vida de diferentes combustíveis; Análises de desgaste em componentes de motores abastecidos com biodiesel; Análises de desgaste em componentes de motores abastecidos com biodiesel; Geração de energia elétrica em grupo gerador operando com biodiesel; Produção de biodiesel a partir de óleo de fritura usado; Testes de desempenho de motores abastecidos com biodiesel.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Mecânica.

**COORDENADORES:** Carlos Alexandre dos Santos  
| Marcus Seferin

**CONTATO:** (51) 3353-4042  
carlos.santos@pucrs.br

**LOGRADOURO:** Av. Ipiranga, nº 6681, Partenon,  
CEP 90619-900, Porto Alegre, RS.

### 3.2.2.1.21. GRUPO DE ESTUDOS EM CICLO DE VIDA DE PRODUTO

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), fundado em 2014. Que tem como missão realizar atividades de ensino, pesquisa e extensão sobre a temática “Ciclo de Vida de Produto”, gerando conhecimento de excelência, contribuindo para a formação de profissionais e colaborando para o desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira. Visão: Ser reconhecido nacional e internacionalmente como um grupo de referência em ensino, pesquisa e extensão sobre a temática “Ciclo de Vida de Produto”.

**LINHAS DE PESQUISA:** Avaliação do ciclo de vida de produto; Gestão e desenvolvimento de produto; Métodos para engenharia de produtos; Programa de manufatura inteligente – informações modeladas como suporte à Empresa Estendida Integrada.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia de Produção.

**COORDENADOR:** Prof. Milton Borsato

**CONTATO:** (41) 3310-4852  
borsato@utfpr.edu.br

**LOGRADOURO:** Av. 7 de setembro, nº 3165,  
Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba, PR.

### 3.2.2.1.22. GRUPO DE DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS E ENERGIAS LIMPAS

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), fundado em 1997. O Grupo de Desenvolvimento de Materiais e Tecnologias Limpas vem atuando em pesquisa na Faculdade de Química desde 1997, sempre voltado para auxiliar na resolução de problemas ambientais e desenvolvimento de novos materiais. Desenvolve estudos nas áreas de síntese de biomateriais (biopolímeros, nanocápsulas, nanoesferas, nanofibras.) e resinas PU base água para a indústria de tintas e adesivos, reciclagem química de polímeros, síntese de materiais poliméricos com nanocargas, utilização de subprodutos na produção de biocombustíveis e também no estudo das reações de carbonatação de resíduos e mineral, visando auxiliar na mitigação dos impactos ambientais causados pelo carbono. A captura de CO<sub>2</sub> usando líquidos iônicos, polímeros e sólidos nanoestruturados também vêm sendo pesquisada pelo grupo. Os trabalhos desenvolvidos têm permitido uma integração entre a universidade e as indústrias regionais e nacionais, bem como com outras universidades nacionais e internacionais. O grupo, atualmente, conta com o apoio financeiro da PETROBRAS, FINEP, CNPq, Killing, A. S Technology, entre outras Indústrias.

**LINHAS DE PESQUISA:** Adesivos; Análise de Ciclo de vida; Biocombustíveis; Biopolímeros; Conversão química do CO<sub>2</sub>; Materiais nanoestruturados; Novos materiais visando a captura de CO<sub>2</sub>; Reciclagem química de polímeros; Síntese, Modificação e Caracterização de macromoléculas.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Ciências Exatas e da Terra; Química.

**COORDENADORES:** Sandra Mara Oliveira Einloft |  
Rosane Angélica Ligabue

**CONTATO:** (51) 3320-3549 | einloft@puccrs.br

**LOGRADOURO:** Av. Ipiranga, nº 6681, Partenon, CEP 90619-900, Porto Alegre, RS.

### 3.2.2.1.23. GPRA - GRUPO DE PESQUISA EM RECURSOS AMBIENTAIS

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), fundado em 2009. O GPRA é formado por profissionais com formação em diversas áreas do conhecimento e se estrutura em sete eixos de atuação: (a) Avaliação de ciclo de vida (ACV); (b) Educação Ambiental; (c) Ergonomia; (d) Gestão de Higiene e Segurança do Trabalho; (e) Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas; (f) Produção Mais Limpa; (g) Tecnologia de Saneamento Ambiental. O grupo possui atuação efetiva dentro da instituição, com seus pesquisadores doutores atuando como orientadores em programas de pós-graduação, e também na orientação de bolsistas de iniciação científica. Projetos têm sido aprovados no sentido de proporcionar melhor infraestrutura para o desenvolvimento das pesquisas dentro das linhas de atuação. O GPRA tem buscado parcerias institucionais visando o fortalecimento de suas ações dentro e fora do estado da Bahia, o que muito contribuirá para as pesquisas em desenvolvimento.

**LINHAS DE PESQUISA:** Avaliação do ciclo de vida; Educação ambiental; Engenharia de conservação de água e solo; Ergonomia; Gestão de higiene e segurança no trabalho; Planejamento e gestão de bacias hidrográficas; Produção mais limpa; Tecnologia de saneamento ambiental.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Ciências Agrárias; Agronomia.

**COORDENADORES:** Prof.<sup>a</sup> Flávia Mariani Barros | Prof. Luciano Brito Rodrigues

**CONTATO:** (77) 3261-8609

gpracnpq@yahoo.com.br

**LOGRADOURO:** Rodovia BR 415, km 03, s/n, Primavera, CEP 45700-000, Itapetinga, BA.

### 3.2.2.1.24. QUALIDADE E CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS E PRODUTOS AGROPECUÁRIOS

**DESCRIÇÃO:** Grupo de Pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), fundado em 2006. O grupo “Qualidade e Certificação de Sistemas e Produtos Agropecuários” realiza trabalhos de pesquisa aplicados a sistemas de produção sustentáveis, de baixo impacto ambiental ou diferenciados (agroecológicos, orgânicos, de produção integrada, com indicação geográfica, entre outros). Os trabalhos abrangem o desenvolvimento de tecnologias de pré e pós-colheita compatíveis com estes sistemas de produção não convencionais e o desenvolvimento de ferramentas para a avaliação de impacto ambiental; incluem o monitoramento da qualidade e segurança de alimentos, com ênfase na determinação de resíduos químicos e biológicos, principalmente em alimentos; incluem, ainda, o estudo de diferentes protocolos de certificação de sistemas e produtos agropecuários, bem como os pré-requisitos para os mesmos (criação e difusão de soluções tecnológicas para serem incorporadas às Boas Práticas Agrícolas e Boas Práticas de Fabricação). Recentemente, o grupo passou a atuar em estudos de avaliação de ciclo de vida (ACV) de produtos agropecuários.

**LINHAS DE PESQUISA:** Avaliação de ciclo de vida de produtos agrícolas; Instrumentos de avaliação de impacto ambiental; Monitoramento de resíduos químicos e biológicos; Tecnologias para sistemas de produção sustentáveis, diferenciados ou de baixo impacto ambiental.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Ciências Agrárias; Agronomia.

**COORDENADORES:** Marília Ieda da Silveira Folegatti Matsuura, Dra. I Fagoni Fayer Calegario, Dr.

**CONTATO:** (19) 3311-2700  
marilia@cnpma.embrapa.br  
www.cnpma.embrapa.br

**LOGRADOURO:** Rod. SP 340, km 127,5, Tanquinho Velho, CEP 13820-000, Jaguariúna, SP, caixa postal 69.

### 3.2.2.1.25. ECOLOGIA INDUSTRIAL

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa do Instituto Federal da Bahia (IFBA), fundado em 2013. O Ecologia Industrial executa atualmente 2 projetos com recursos da FAPESB (edital PPP e pro-pesquisa), como os títulos “Análise de Fluxo Mássicos para a Baía de Todos os Santos” e “Avaliação de Ciclo de Vida para o biodiesel usando produtos regionais”. Tem projetos financiados pelo IFBA (Pro-pesquisa). Seus trabalhos são referências regionais na área de Avaliação do Ciclo de Vida – (ACV) e Inventário de emissões atmosféricas de fontes na região metropolitana de Salvador.

**LINHAS DE PESQUISA:** A aplicação regional de ferramentas da Ecologia Industrial (EI) visando a identificação e quantificação dos fluxos de recursos naturais; Avaliação do Ciclo de Vida de Produtos Regionais; Gestão e Controle da Qualidade do Ar; Indicadores de Sustentabilidade.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia Sanitária.

**COORDENADOR:** Prof. Armando Hirohumi Tanimoto | Prof. Édler Lins de Albuquerque

**CONTATO:** (71) 2102-9507  
armando@ifba.edu.br | www.ecoin.ifba.edu.br

**LOGRADOURO:** Rua Emídio dos Santos, s/n, Barbalho, CEP 40301-015, Salvador, BA.

### 3.2.2.1.26. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa da Universidade Federal Fluminense (UFF), fundado em 2012.

**LINHAS DE PESQUISA:** Tecnologias aplicadas para organizações sustentáveis.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Engenharias; Engenharia de Produção.

**COORDENADOR:** Prof. Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas

**CONTATO:** (21) 2629-5615 | msg3@hotmail.com

**LOGRADOURO:** Rua Passo da Pátria, nº 324, São Domingos, CEP 24210-240, Niterói, RJ, caixa postal 100.175.

### 3.2.2.1.27. EMBALAGEM E MEIO AMBIENTE

**DESCRIÇÃO:** Grupo de pesquisa do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), fundado em 1995. O Grupo de Embalagem e Meio Ambiente do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Embalagens - CETEA/ITAL é uma equipe multidisciplinar com pesquisadores da área de embalagens plásticas, metálicas, vidro e celulósicas com mais de dez anos de experiência em Estudos de Avaliação do Ciclo de Vida – (ACV) aplicados à realidade brasileira e realizados com estreita colaboração do setor produtor de embalagens do País. Aplicando o conceito de ACV, o CETEA se especializou em Desenvolvimento de Embalagem e Meio Ambiente, ou seja, aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável e da visão sobre o ciclo de vida dos produtos para orientação do desenvolvimento de embalagens.

**LINHAS DE PESQUISA:** Avaliação do ciclo de vida de produtos; Desenvolvimento de embalagem e meio ambiente; Desenvolvimento de produto com menor impacto ambiental.

**ÁREA PREDOMINANTE:** Ciências Biológicas; Ecologia.

**COORDENADOR:** Eloisa Elena Correa Garcia

**CONTATO:** (19) 3743-1900 | eloisa@ital.sp.gov.br  
| www.cetea.ital.sp.gov.br

**LOGRADOURO:** Av. Brasil, nº 2880, Jardim Chapadão, CEP 13070-178, Campinas, SP.

### 3.2.2.2. PRESTADORES DE SERVIÇO

No âmbito da prestação de serviço em ACV no Brasil, foram identificadas quatro empresas que possuem como core business o desenvolvimento de projetos e capacitação em ACV, a EnCiclo de Florianópolis-SC, ACV Brasil de Curitiba-PR, a Polilab de Lorena-SP e a Meio ambiente Estratégia Ecoeficiência Tecnologia (MEET) de São Paulo. No entanto, grandes empresas nacionais de consultoria ambiental (e.g. Geoklock) têm vislumbrado na ACV, uma nova oportunidade de negócio, demonstrando a crescente relevância que o tema tem despertado no país ao longo dos últimos anos. A Figura 22 apresenta algumas das empresas prestadoras de serviço no Brasil.

Figura 22 – Distribuição geográfica de empresas prestadoras de serviço em ACV.



Nos itens 3.2.2.2.1 a 3.2.2.2.19, estão descritos alguns dos principais prestadores de serviço em ACV e seus respectivos contatos. A lista de empresas a seguir não é exaustiva, podendo haver outras empresas que prestam serviços em ACV no Brasil.

#### 3.2.2.2.1. ENCICLO SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS LTDA.

Fundada em 2013, a EnCiclo Soluções Sustentáveis Ltda. dedica-se à prestação de serviços de consultoria em sustentabilidade. É especializada em gestão ambiental com foco na realização de projetos sob a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de produtos e serviços. Com atuação em todo o Brasil, a empresa tem o objetivo de avaliar as cadeias produtivas de indústrias e empresas, no que se refere a diagnósticos ambientais e proposição de melhorias em seus processos, destacando ACV, Pegadas ecológica, hídrica e de



carbono, Análise de Inventário e Análise de Impacto Ambiental. Esses conhecimentos são essenciais para que indústrias/empresas implantem um perfil sustentável, ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável em seus processos produtivos. Para isso, a EnCiclo Soluções Sustentáveis Ltda. conta com uma equipe multidisciplinar de colaboradores com experiência em pesquisa, desenvolvimento e aplicação de ACV, o que proporciona rigor científico e precisão aos estudos realizados. Além disso, as parcerias com empresas e grupos de pesquisa contribuem para a aplicação do conhecimento técnico e científico em busca de dados consistentes para uma avaliação ambiental ágil e eficiente.

**CONTATO:** (48) 3283-0015 | (48) 9927-9064 | contato@enciclo.com.br | www.enciclo.com.br

**LOGRADOURO:** Av. das Águias, nº 231, Edifício Inaitec Pedra Branca, sala 110, Cidade Criativa Pedra Branca, CEP 88137-280, Palhoça, SC (Grande Florianópolis).

### 3.2.2.2.2. ACV BRASIL

A ACV Brasil nasce dos interesses comuns de profissionais e pesquisadores a partir da ideia de constituir uma empresa que contribua ao processo de desenvolvimento da sociedade e da economia. Alcança-se isso com a realização de estudos que orientem mudanças em processos produtivos, na direção do uso racional de recursos e de padrões de consumo justos e sustentáveis. A atuação da ACV Brasil abrange o ciclo de vida de produtos e serviços. A empresa é parceira da PRé Consultants, desenvolvedora do software SimaPro®, líder em Avaliação do Ciclo de Vida, bem como da ifu Hamburg GmbH, desenvolvedora do Umberto®. Acompanha o desenvolvimento do Life Cycle Initiative, da UNEP e da SETAC, além de estar ligada à Rede Latino Americana, à Associação Brasileira do Ciclo de Vida e ao Centro Regional de Inventário do Ciclo de Vida.

**CONTATO:** (41) 3044-5977 | acvbrasil@acvbrasil.com.br | www.acvbrasil.com.br

**LOGRADOURO:** Rua Des. Aurélio Feijó, nº 75, sala 7, Boa Vista, CEP 82540-091, Curitiba, PR.

### 3.2.2.2.3. MEIO AMBIENTE ESTRATÉGIA ECOEFICIÊNCIA TECNOLOGIA (MEET)

Empresa de prestação de serviços ambientais que tem como missão favorecer o processo de evolução sustentável através da avaliação do desempenho ambiental de empresas, produtos e serviços com o uso da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). A MEET acredita que a sustentabilidade empresarial somente será alcançada quando houver um equilíbrio entre as dimensões econômica, ambiental, social e cultural.

**CONTATO:** (11) 99721-7451  
rita.monteiro@meet.com.br  
www.meet.com.br

**LOGRADOURO:** Rua Francisco Xavier da Rocha, nº 377, Parque Alves de Lima, CEP 04902-070, São Paulo, SP.

### 3.2.2.2.4. POLILAB CONSULTORIA

A Polilab Consultoria nasceu para conquistar e prestar serviços num nicho de mercado pouco explorado e com oportunidades concretas, principalmente no que se refere a polímeros, qualidade, sustentabilidade e mercado automotivo. Em 1996, a empresa foi fundada tendo como seu primeiro cliente a então OPP Polímeros Avançados, que necessitava de um sistema de informações que gerenciasse seu volume de materiais de acordo com a necessidade de cada modelo e peça para cada montadora. Atualmente, a Polilab consultoria presta serviços para montadoras, seu universo de fornecedores, empresas de produção seriada de pequeno e grande porte, ministra treinamento, trabalha em gestão da qualidade e sistemas,

desenvolvimento de materiais poliméricos e amplia seu mercado de serviços com atuação em Sustentabilidade com a ferramenta de Avaliação de Ciclo de Vida e Reciclagem.

**CONTATO:** (11) 99688-8841  
fernando.novaes@polilab.com.br  
www.polilab.com.br

**LOGRADOURO:** Av. Oswaldo Aranha, 103, CEP, 12606-000, Lorena, SP.

#### 3.2.2.2.5. GEOKLOCK

A Geoklock oferece serviços para toda a área ambiental, tais como investigação de terrenos, remediação de áreas contaminadas, análises de risco, projetos de engenharia, geotecnia ambiental, indicadores de sustentabilidade e contabilidade ambiental, licenciamento ambiental, inventários de gases de efeito estufa (GEE), Water Footprint, Carbon Footprint, Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de materiais e produtos, auditoria ambiental e energias renováveis. A empresa possui capacitação para o processo de certificação de Carbon Footprint de produtos pela CarbonTrust e faz parte do Water Footprint Network com profissionais treinados e capacitados para realização de estudos para todo o ciclo de vida do produto, ou seja, a sustentabilidade do uso da água.

**CONTATO:** (11) 5501-3777  
www.geoklock.com.br

**LOGRADOURO:** Av. das Nações Unidas, 13797, Bloco 2, 14º andar, CEP 04794-000, São Paulo, SP (Matriz).

#### 3.2.2.2.6. WAYCARBON

A mudança climática faz da economia de baixo carbono uma questão fundamental para o desenvolvimento sustentável. Seus efeitos sobre recursos naturais e serviços ecossistêmicos

impactam a economia e a sociedade e demandam inovações para enfrentar desafios transformando-os em oportunidades. A WayCarbon trabalha para promover a competitividade e a transição para uma economia de baixo carbono nos setores público e privado, com o desenvolvimento de soluções inovadoras relacionadas à mudança climática, contribuindo para gerar valor aos clientes e para a sociedade. Preservando a objetividade e integridade do trabalho, a WayCarbon encara desafios complexos com coragem para propor soluções não convencionais que explorem oportunidades de mercado.

**CONTATO:** (31) 3401-1074  
www.waycarbon.com

**LOGRADOURO:** Rua Prof. José Vieira de Mendonça, 770, Edifício Institucional do BH-TEC, sala 210, Engenho Nogueira, CEP 31310-260, Belo Horizonte, MG.

#### 3.2.2.2.7. SGS

A SGS é líder mundial em inspeção, verificação, testes e certificação. Com mais de 80.000 funcionários, opera uma rede com mais de 1.650 escritórios e laboratórios no mundo todo. Constantemente busca ultrapassar as expectativas de seus clientes e da sociedade para poder oferecer serviços líderes no mercado, não importa onde. São líderes em fornecer soluções empresariais especializadas que aumentam a qualidade, segurança e produtividade e reduzem riscos, ajudam os clientes a enfrentar um mundo cada vez mais regulamentado. Os serviços independentes adicionam valor significativo às operações dos clientes, garantindo a sustentabilidade dos negócios.

**CONTATO:** (11) 3883-8800  
www.sgsgroup.com.br

**LOGRADOURO:** Av. Andrômeda, nº 832, CEP 06473-000, Barueri, SP.

### 3.2.2.2.8. TERRA CONSULTORIA E PERÍCIA AMBIENTAL

Uma empresa privada, sediada em Uberlândia, MG, que está no mercado desde 2002, como uma prestadora de serviços especializada na área ambiental. Em resposta às expectativas e necessidades crescentes de seus clientes, a Terra Consultoria e Perícia Ambiental desenvolveu competências também em Qualidade, Saúde e Segurança Ocupacional e Responsabilidade Social, áreas relacionadas e complementares. A Terra Consultoria e Perícia Ambiental conta, ainda, com a parceria de várias empresas com especialidades distintas e de competência comprovada, permitindo que seja disponibilizada uma equipe integrada capaz de se adaptar às necessidades do cliente, com atuação diferenciada em cada trabalho e um custo altamente competitivo.

**CONTATO:** (34) 3234-3332  
terra@terraconsultoriaambiental.com.br  
www.terraconsultoriaambiental.com.br

**LOGRADOURO:** Av Nicomedes Alves dos Santos, 1133, Altamira, CEP 38411-106, Uberlândia, MG.

### 3.2.2.2.9. CYCLOS CONSULTORIA AMBIENTAL

A Cyclos Consultoria Ambiental, fundada em 2003, é uma empresa de Consultoria e Assessoria Ambiental voltada para o setor produtivo. Oferece aos seus clientes soluções sustentáveis para adequação e redução de custos operacionais, com orientação prioritária para a otimização das equipes e do uso de matérias-primas, energia, água e outros recursos. As empresas sustentáveis alcançam benefícios econômicos permanentes com maior rapidez em seus processos e melhor qualidade de seus produtos. Paralelamente, com

a progressiva redução nos custos associados aos desperdícios de tempo das equipes e recursos naturais – água, energia e materiais – proporcionam benefícios ambientais e sociais onde estão inseridas por meio da redução da geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, fortalecendo no seu processo gerencial o conceito de prevenção da poluição e de riscos ocupacionais e sociais.

**CONTATO:** (21) 2611-7689 | (21) 9945-3880 | contato@cyclos.com.br | www.cyclos.com.br

**LOGRADOURO:** Rua Dr. Henrique Portugal, nº 96, São Francisco, CEP 24360-080, Niterói, RJ.

### 3.2.2.2.10. VERTI ECOTECNOLOGIAS S.A.

As questões ambientais podem ser pensadas como oportunidades de negócios aliadas à sustentabilidade. Hoje, o investimento em tecnologias limpas é uma forte tendência de mercado e faz parte da agenda de empresas atentas à evolução e inovação. Para isso, é preciso conhecer as etapas críticas dos processos industriais e quais impactam mais no meio ambiente, avaliando possibilidades de redução de custo, otimização de recursos e geração de receitas. Para entender essas demandas e organizar respostas de forma planejada e voltada a resultados, a Verti Ecotecnologias – uma empresa do Grupo Promon – oferece serviços diversos que auxiliam as empresas a identificarem oportunidades de melhoria e também a desenvolverem essas oportunidades.

**CONTATO:** (31) 3495-3781  
www.vertiecotecnologias.com.br

**LOGRADOURO:** Rua Mário de Andrade, nº 128, CEP, 31565-110, Belo Horizonte, MG.

### 3.2.2.2.11. PGP CONSULTORIA E ASSESSORIA

Fundada em 1996 por Luis Filipe Sousa Dias Reis, com a finalidade de assessorar as empresas no desenvolvimento e melhoria de seus processos de gestão. Desde então, a sua área de atuação estendeu-se, e para isso muito contribuiu os mais de 30 anos de experiência profissional de seu fundador. O seu nome, PGP, tem origem no conceito PESSOAS - GESTÃO - PROCESSOS, a base do sucesso de qualquer empresa. Com atividades nas áreas da Gestão Empresarial - Qualidade - Produtividade - Competitividade - Desenvolvimento Organizacional - Planejamento Estratégico, Business Plan, Recursos Humanos, de Gestão Ambiental e Responsabilidade Social, bem como Gestão Agropecuária / Agribusiness, tendo a sua atuação ultrapassado as fronteiras brasileiras.

**CONTATO:** (41) 3244-9971 | (41) 8853-6985 | [pgpconsultoria@pgpconsultoria.com.br](mailto:pgpconsultoria@pgpconsultoria.com.br)  
[www.pgpcconsultoria.com.br](http://www.pgpcconsultoria.com.br)

**LOGRADOURO:** Travessa Percy Withers, nº 50, conj. 102, Água Verde, CEP 80240-210, Curitiba, PR.

### 3.2.2.2.12. IN.AMBI INTELIGÊNCIA AMBIENTAL

Fundada por profissionais de ampla experiência no mercado nacional e internacional, a in.ambi fornece serviços de consultoria e assessoria em meio ambiente e sustentabilidade para todo o setor industrial, agrícola, florestal e público, para o desenvolvimento e implantação de projetos. A in.ambi possui experiência nacional e internacional no atendimento de clientes nos setores automobilístico, aviação, mineração, cosméticos, farmacêuticos, químico, papel e celulose, logística e de alimentos de pequenas, medias e grandes empresas, produtores agroflorestais de pequeno, médio e grande porte e órgãos públicos.

**CONTATO:** (19) 3243-5494  
[contato@inambi.com](mailto:contato@inambi.com)  
[www.inambi.com](http://www.inambi.com)

**LOGRADOURO:** Av. Barão de Itapura, nº 2310, 5º, Guanabara, CEP 13073-300, Campinas, SP.

### 3.2.2.2.13. CICLO AMBIENTAL ENGENHARIA LTDA.

A CICLO AMBIENTAL Engenharia Ltda. é uma empresa regulamentada pelo CREA-SP, estabelecida no mercado desde 1993, com atuação em serviços de engenharia em soluções ambientais integradas e consultoria em gestão da sustentabilidade. Contando com recursos multidisciplinares e uma ampla rede de fornecedores e colaboradores, além de um quadro técnico especializado, a CICLO AMBIENTAL está capacitada a responder prontamente à maioria das demandas na área ambiental e em sustentabilidade com garantia de flexibilidade, agilidade e qualidade. O suporte técnico da CICLO AMBIENTAL garante à empresa uma otimização de recursos, modernização de sistemas e potencialização de resultados, agregando assim valor à organização, imagem da marca, produtos e serviços.

**CONTATO:** (19) 3258-6335 | (19) 3579-8354 | (19) 7809-2650 | [cicloambiental@cicloambiental.eng.br](mailto:cicloambiental@cicloambiental.eng.br) | [www.cicloambiental.com.br](http://www.cicloambiental.com.br)

**LOGRADOURO:** Rua Clovis Bevilacqua, nº 243, CEP 13073-021, Campinas, SP.

### 3.2.2.2.14. G&R ASSESSORIA E CONSULTORIA EMPRESARIAL E AMBIENTAL

A Germano & Ribeiro AMBIENTAL é uma empresa de Assessoria, Consultoria, Auditoria e Treinamento focada na implementação de Sistema de Gestão conforme as normas e requisitos NBR ISO 9001 (Sistema de Gestão da Qualidade); NBR ISO 14001 (Sistema de Gestão Ambiental); NBR ISO

18801 (Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho); SA 8000 (Sistema de Gestão de Responsabilidade Social) NBR ISO 22000 Sistema de Gestão e Segurança Alimentar, NBR ISO 17025 Requisitos para Laboratório, NBR ISO 26000 Sistema de Gestão e Diretrizes para Responsabilidade Social e RDC 59 Boas Práticas de Fabricação e Distribuição. A G&R AMBIENTAL presta serviços para toda a área ambiental tais como Licenciamento e Regularização de empreendimentos, remediação de reas contaminadas, análises de risco, desenvolvimento de projetos sustentáveis, elaboração de PGRS e PGRSS (plano de gestão e gerenciamento de resíduos), implantação e implementação de logística reversa (LR), indicadores de sustentabilidade, inventários de gases de efeito estufa (GEE), Water Footprint, Carbon Footprint e Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de materiais e produtos.

**CONTATO:** (16) 98808-5225 | (16) 99385-3880  
contato@gerambiental.com.br  
www.gerambiental.com.br

**LOGRADOURO:** Rua Florêncio de Abreu, nº 681, sala 1203, Edifício Canada, Ribeirão Preto, SP.

### 3.2.2.2.15. STCP

Fundada há 30 anos, em Curitiba/PR, a STCP é pioneira no Brasil em atuar de forma completa e eficiente em diferentes áreas relacionadas ao setor Florestal, Ambiental e de Engenharia. Para isso, a empresa apresenta uma equipe multidisciplinar, com profissionais plenos e experientes nas mais diversas especialidades. Com sua origem e tradição na Consultoria para projetos relacionados ao setor Florestal, hoje a STCP oferece também: soluções completas em Engenharia (Gerenciamento e Fiscalização de Obras e Projetos); expertise em Gerenciamento Ambiental, de Propriedades Rurais, Operações Florestais, Aquisição e Venda de Ativos e visão para Negócios Inovadores.

**CONTATO:** (41) 3252-5861 | www.stcp.com.br

**LOGRADOURO:** Rua Euzébio da Motta, nº 450, Juvevê, CEP 80530-260, Curitiba, PR.

### 3.2.2.2.16. ATA ATIVOS AMBIENTAIS

A ATA é uma consultora privada, brasileira e independente. Oferece um conjunto amplo de serviços especializados em sustentabilidade empresarial, sempre associada à geração de valor. Possui uma equipe de profissionais altamente capacitados, experientes em diferentes especialidades, plenamente comprometidos com a missão da ATA. A empresa busca relacionamentos duradouros, solidamente fundamentados na ética, na objetividade e na eficácia das ações.

**CONTATO:** (11) 5505-9676 | info@atapart.com.br  
www.atapart.com.br

**LOGRADOURO:** Rua Alcides Ricardini Neves, nº 12, cj 914, Brooklin, CEP 04575-050, São Paulo, SP.

### 3.2.2.2.17. ESSÊNCIA AMBIENTAL CONSULTORIA

A Essência Ambiental Consultoria é uma empresa com um novo conceito em prestação de serviços na área ambiental, responsabilidade social, segurança operacional e do trabalho, saúde ocupacional e desenvolvimento econômico. Assim, a empresa Essência Ambiental Consultoria assessora empresas e empreendimentos a atuarem de forma integrada nos quesitos de segurança, saúde, meio ambiente e responsabilidade social, tendo como um dos principais objetivos, acompanhar as diversas etapas de cada projeto que envolvem o licenciamento prévio, de instalação e operação, bem como assessorar as empresas em assuntos relacionados ao Meio Ambiente, Saúde Ocupacional e Segurança do Trabalho (HSE) e nos processos de suas respectivas certificações (ISO, OHSAS, entre outras).

CONTATO: (84) 3222-4791  
www.essenciambiental.com

LOGRADOURO: Rua Romualdo Galvão, nº 773,  
sala 1506, Tirol, CEP 59056-100, Natal, RN.

### 3.2.2.2.18. EMCON AMBIENTAL

A EMCON Ambiental foi fundada em 2002 com a união de dois setores fundamentais à solução das questões relacionadas ao meio ambiente, o técnico e o jurídico. No setor técnico, a EMCON Ambiental visa subsidiar o setor público e privado com soluções ambientais nas diversas áreas intrínsecas a esse mercado, minimizando danos e riscos decorrentes das atividades relacionadas ao crescimento mundial, bem como maximizando processos de ganhos ambientais. Está localizada no litoral centro-norte catarinense, no município de Itajaí. Devido sua localização, sua equipe técnica pode se deslocar facilmente para qualquer local no Brasil, com agilidade e rapidez.

CONTATO: (47) 3344-2974 | (47) 9122-1506  
www.emconambiental.com.br

LOGRADOURO: Rua Anita Garibalbi, nº 257,  
Centro, CEP 88303-020, Itajaí, SC.

### 3.2.2.2.19. EFRO REPRESENTAÇÕES LTDA.

A EFRO é a empresa representante na América do Sul da PE International para comercialização e suporte do software GaBi.

CONTATO: Mario Becker (11) 3214-5573 | (11) 98117-3927 | m.becker@pe-international.com

LOGRADOURO: Rua Maranhão, nº 107, sala 601,  
CEP 01240-001, São Paulo, SP.

## 3.2.2.3. EMPRESAS E ASSOCIAÇÕES EMPRESARIAIS

### 3.2.2.3.1. MOTIVAÇÕES PARA O USO DA ACV

A ACV ainda é pouco explorada pelas empresas e associações nacionais como uma prática de gestão ambiental. Dentre as motivações para o uso, a principal razão ainda está na exigência por parte do mercado externo (barreiras não alfandegárias) ou políticas internacionais como a Política de Produtos Integrados (IPP) da União Europeia, embora existam empresas que tenham utilizado a ACV como estratégia para o melhoramento do desempenho ambiental de seus produtos (e.g. Natura, O Boticário, Braskem, Celulose Irani, BRF) ou para construir melhor imagem do setor ante o consumidor com informações detalhadas do perfil ambiental dos produtos comercializados, bem como ações para melhoria contínua, como no caso do PVC da Amanco (Fonseca, 2004). Outras motivações demonstradas são o interesse em aumentar o conhecimento de seus processos produtivos levando em conta a gestão focada no produto, e utilizar a ACV como prática ambiental para comprovar melhorias contínuas em processos de recertificação de ISO 14001.

### 3.2.2.3.2. BARREIRAS À UTILIZAÇÃO DA ACV

A falta de inventário nacional consolidado e de disponibilidade de dados em determinados setores é uma das barreiras identificadas para o desenvolvimento de projetos de ACV, uma vez que a quantidade de dados para a realização de uma ACV completa é muito elevada transpondo as barreiras de controle da empresa interessada em conduzir o estudo.

Outro fator limitante está associado ao elevado custo para a condução de um projeto de ACV, pois exige equipe técnica qualificada, além do

uso de softwares e bases de dados específicos que elevam o custo por projeto. Esses softwares e bases necessitam de constante renovação de contrato de serviço para manutenção e atualização de funcionalidades e dados. O tempo para condução de um projeto de ACV completo é elevado, o que dificulta a sua aplicação no mundo empresarial, que é bastante dinâmico e que em muitas situações necessita de respostas rápidas às demandas externas à empresa (e.g. exigências legais e de mercado).

Uma maneira de diminuir custos é desenvolver parcerias com grupos de pesquisa em instituições públicas na forma de dissertações e teses, no entanto, essa alternativa submete a indústria a respeitar os tempos de execução das atividades acadêmicas que em determinadas ocasiões não acompanham a velocidade na qual a indústria necessita da informação. Esta alternativa também é limitada quando é preciso manter a confidencialidade de dados em determinados processos industriais. Projetos desenvolvidos pela academia, normalmente visam a publicação das atividades realizadas para a evolução do conhecimento, que caso a indústria necessite de sigilo de informações pode ocasionar na inviabilização de parceria por não se enquadrar nos objetivos da academia.

Embora normalizadas pela ISO 14040 e 14044, as definições de unidade funcional, fronteira de sistema, limites de corte (cut-off rules), procedimentos para lidar com multifuncionalidade de processos e modelos de caracterização, normalização, ponderação e agregação utilizados para a AICV têm influência significativa nos resultados obtidos por uma ACV. A falta de clareza na modelagem e descrição dessas definições prejudica a interpretação e o entendimento de terceiras partes o que faz com que algumas empresas questionem a confiabilidade e os benefícios dos resultados.

Na comunidade acadêmica e empresarial, percebe-se a preocupação com a clareza e transparência de projetos de ACV. Discussões sobre a possibilidade de engessar ou não a metodologia para facilitar sua aplicação e uso por parte da indústria foram temas de debate no III Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida, no entanto, essa ação do ponto de vista metodológico não é interessante, pois pode resultar na perda das discussões necessárias para que ocorra a evolução da metodologia.

Outro fator limitante ao maior uso pode estar associada a ausência de equipe técnica qualificada em ACV dentro da indústria, dificultando a interpretação dos resultados obtidos pela ACV e percepção dos benefícios que podem ser gerados, na área de melhoria de produto, definição de metas e acompanhamento, divulgação de resultados de maneira que não prejudique a imagem da empresa ou forneçam informações relevantes para empresas concorrentes.

### 3.2.2.3.3. EXEMPLOS DE EMPRESAS QUE USAM A ACV NOS SEUS NEGÓCIOS

Em pesquisa realizada pela Análise Editorial<sup>25</sup> e publicados na 7ª edição do Anuário de Gestão Ambiental (2013), levantou-se que 8,4% das empresas de uma população de 853 entre as 1,5 mil maiores empresas atuantes no Brasil utilizam a ACV como uma das práticas de gestão ambiental. Na Tabela 14 são mostradas as empresas que declaram utilizar a ACV e seus respectivos ramos de atividade. Percebe-se que a maioria das empresas que desenvolvem estudos de ACV são multinacionais que já possuem essa prática em outros países e que acabam trazendo para as unidades instaladas no Brasil (Lima, 2007). No Brasil, Natura, Braskem, Celulose Irani, Santa Luzia Molduras e a BRF são exemplos de indústrias nacionais que utilizam a ACV como estratégia de negócio.

25. Empresa jornalística dedicada à produção de publicações especializadas com base em dados primários obtidos por meio entrevistas junto a executivos de companhias e bancos.

Tabela 14 – Exemplos de empresas atuantes no Brasil que declaram usar ACV

EMPRESA	RAMO DE ATIVIDADE
BIG FRANGO	ALIMENTOS
BRF S.A.	ALIMENTOS
COPAGRIL	ALIMENTOS
BREJEITO	ALIMENTOS
DORI ALIMENTOS	ALIMENTOS
KIMBERLY CLARK	BENS DE CONSUMO
TENA	BENS DE CONSUMO
SINAGRO	COMÉRCIO ATACADISTA
UNILEVER	COMÉRCIO ATACADISTA
WALMART BRASIL	COMÉRCIO VAREJISTA
EDITORA FTD (GRUPO MARISTA)	COMUNICAÇÃO
MBP	CONSTRUÇÃO E ENGENHARIA
ABB	ELETROELETRÔNICA
PANASONIC	ELETROELETRÔNICA
SIEMENS	ELETROELETRÔNICA
DIXIE TOGA	EMBALAGENS
TETRA PAK	EMBALAGENS
SCHNEIDER ELECTRIC	ENERGIA
O BOTICÁRIO	FARMACÊUTICA E COSMÉTICOS
NATURA	FARMACÊUTICA E COSMÉTICOS
TIGRE	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E DECORAÇÃO
SANTA LUZIA LTDA.	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E DECORAÇÃO
VIDRO REAL	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E DECORAÇÃO
ISOVER LTDA.	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E DECORAÇÃO
EMBRACO (GRUPO WHIRPOOL)	MECÂNICA
ARCELORMITTAL BRASIL	METALURGIA E SIDERURGIA
ARMCO DO BRASIL	METALURGIA E SIDERURGIA
BOSCH (GRUPO BSH)	METALURGIA E SIDERURGIA
NOVELIS BRASIL	METALURGIA E SIDERURGIA
REXAM BEVERAGE CAN SOUTH	METALURGIA E SIDERURGIA
SCHULZ S.A.	METALURGIA E SIDERURGIA

continua...



EMPRESA	RAMO DE ATIVIDADE
TUPER	METALURGIA E SIDERURGIA
GERDAU	METALURGIA E SIDERURGIA
ANGLO AMERICAN BRASIL	MINERAÇÃO
VALE	MINERAÇÃO
CELULOSE IRANI (GRUPO HABITASUL)	PAPEL E CELULOSE
KLABIN	PAPEL E CELULOSE
SUZANO	PAPEL E CELULOSE
MEXICHEM BRASIL	PLÁSTICOS E BORRACHA
PETROBRAS	PETRÓLEO E GÁS
COPAGAZ	PETRÓLEO E GÁS
BASF	QUÍMICA E PETROQUÍMICA
BRASKEM	QUÍMICA E PETROQUÍMICA
DOW BRASIL	QUÍMICA E PETROQUÍMICA
FCC	QUÍMICA E PETROQUÍMICA
NORTOX	QUÍMICA E PETROQUÍMICA
OXITENO (GRUPO ULTRA)	QUÍMICA E PETROQUÍMICA
SOLVAY INDUPA DO BRASIL	QUÍMICA E PETROQUÍMICA
HOSPITAL BANDEIRANTES (GRUPO SAÚDE BANDEIRANTES)	SERVIÇOS MÉDICOS
HOSPITAL DE BASE DE RIO PRETO	SERVIÇOS MÉDICOS
UNIMED NORDESTE RS	SERVIÇOS MÉDICOS
HP BRASIL	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
POSITIVO INFORMÁTICA (GRUPO POSITIVO)	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
XEROX DO BRASIL	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
ERICSSON	TELECOMUNICAÇÕES
HUAWEI DO BRASIL	TELECOMUNICAÇÕES
TIM BRASIL (GRUPO TIM/TELECOM ITÁLIA)	TELECOMUNICAÇÕES
BRASILWAGEN	VEÍCULOS E PEÇAS
MAGNETI MARELLI COFAP (GRUPO MAGNETI MARELLI)	VEÍCULOS E PEÇAS
MAN LATIN AMERICA	VEÍCULOS E PEÇAS
MERCEDES-BENZ (GRUPO DAIMLER)	VEÍCULOS E PEÇAS
VOLKSWAGEN DO BRASIL	VEÍCULOS E PEÇAS
YAMAHA	VEÍCULOS E PEÇAS
IOCHPE-MAXION	VEÍCULOS E PEÇAS

## BRASKEM

AACV é a principal ferramenta utilizada pela Braskem para identificar questões de sustentabilidade na cadeia de valor, com uma equipe específica desde 2011, a ACV tem sido utilizada para avaliar os impactos dos produtos da empresa desde 2005. A ACV serve como apoio ao desenvolvimento de políticas e práticas sustentáveis. Em 2013, foram realizados estudos de ACV em todas as unidades de negócios da empresa, sendo que dos 38 estudos da linha pipeline, 19 foram concluídos, 11 estão em andamento e 8 em fase de prospecção. Como exemplo de estudo concluído e revisado cita-se no Relatório de Sustentabilidade de 2013 a embalagem de achocolatado, sendo que no lançamento do relatório dois estudos concluídos estavam em fase de revisão externa: i) comparação de impactos ambientais de copos descartáveis (PP) de 200 ml e 500 ml com outros materiais e, ii) comparação de copos de 200 ml com alternativas reutilizáveis (vidro e cerâmica). Os resultados estão disponíveis no site da Braskem, [www.braskem.com.br](http://www.braskem.com.br) (Braskem, 2014a). São três os focos de estudos:

- Enfoque operacional: com objetivo de melhorias no processo produtivo;
- Enfoque estratégico: decisão sobre novos produtos, aplicações e tecnologias;
- Enfoque comercial: análise de sucedâneos, ou seja, materiais que possam substituir outros, mantendo a mesma função, mas oferecendo novas vantagens.

De acordo com a Braskem, a ACV contribui para indicar o nível de aderência dos projetos, processos e produtos da empresa a visão de compromisso para evolução da indústria química e petroquímica na busca pela liderança global da química sustentável. A ACV também auxiliou na

promoção da imagem do plástico, fornecendo à sociedade informações sobre o real impacto de cada produto (Braskem, 2014b).

## CELULOSE IRANI

A Celulose Irani, visando a melhoria de seus processos produtivos, realizou entre 2012 e 2013 a primeira etapa da ACV do papel FineKraft 35 g e da embalagem de papelão ondulado, sob a perspectiva de 19 indicadores de desempenho ambiental. Essa pesquisa objetivou descrever e analisar os principais processos da produção de celulose e papel que geram impactos ambientais, contemplando desde a extração da matéria-prima ao portão de fábrica. Em 2014, está em andamento a segunda etapa do estudo, abrangendo a disposição final do produto (IRANI, 2014). Estudo que colocou a empresa em posição de destaque no Guia Exame de Sustentabilidade 2013 como a segunda empresa mais sustentável de papel e celulose.

## BRF

A BRF iniciou em 2011 o projeto Análise do Ciclo de Vida da cadeia produtiva de alimentos, desenvolvido em parceria com o Grupo de Pesquisa em Avaliação do Ciclo e Vida (Ciclog) da Universidade de Santa Catarina. O projeto-piloto abrangeu o sistema produtivo de aves, em Concórdia (SC) e a produção de empanados (Nuggets), em Chapecó (SC). Em 2012, o estudo do ACV foi expandido para a produção de suínos. A ACV foi utilizada pela empresa na identificação de pontos de melhoria na sua cadeia produtiva, bem como, analisar cenários para redução dos impactos no auxílio à tomada de decisão.

## NATURA

A Natura, empresa 100% nacional, vem desde 2001 realizando estudos de ACV para identificar pontos

de melhoria no ciclo de vida de seus produtos. Como resultado do primeiro estudo, no ano de 2001 surgiu o projeto de confecção de diversos protótipos de embalagens, com seu desempenho ambiental avaliado por meio da ACV, gerando em 2003 a Nova Sacola Natura. Em 2004, a empresa contava com 99% dos produtos de seu portfólio com o impacto ambiental de suas embalagens quantificado (Mendes, 2004). Atualmente as embalagens da linha Natura Plant também passaram a conter plástico verde, possibilitando uma redução de 27% das emissões de CO<sub>2</sub> eq. Segundo dados publicados pela empresa, em 2007, para cada quilo de produto faturado pela Natura, eram emitidos o equivalente a 4,18 kg de CO<sub>2</sub>, índice que se reduziu em 33,2%, chegando a 2,79 kg de CO<sub>2</sub> eq./kg de produto faturado em 2013 (Natura, 2014a).

## VOLKSWAGEN DO BRASIL

Dentro da Volkswagen do Brasil a ACV é utilizada para tomada de decisão na instalação e/ou ampliação de novas unidades ou alterações de processos industriais. A empresa por meio de parceria com a PE International tem utilizado o software GaBi como ferramenta de auxílio para manipulação de base de dados para ACV. Como indicadores de desempenho ambiental, a Volkswagen utiliza quatro categorias de impacto: aquecimento global (mudanças climáticas), eutrofização, acidificação e depleção da camada de ozônio (Volkswagen, 2013). Como exemplos de aplicação da ACV na empresa cita-se o projeto da instalação de nova área de Pintura em Taubaté, no ano de 2012, que por meio da análise de cenários com uso de tecnologias de tinta à base de água aliada a equipamentos e processos de baixo consumo energético e alto rendimento foi possível minimizar os impactos do aumento da capacidade produtiva. Outro processo que levou em conta o uso de ACV para melhorias no processo produtivo foi a alteração de testes de motores a frio comparados com testes a quente

da fábrica de São Carlos, na qual foi constatado que a realização de testes a frio oferece ganhos ambientais, fazendo com que a empresa promovesse a substituição dos procedimentos de teste a quente (Volkswagen, 2012).

## KIMBERLY-CLARK

A Kimberly-Clark desde 2010 tem utilizado a ACV nos produtos da linha Family Care (papéis), na qual são analisados cinco indicadores de desempenho ambiental: consumo de água, emissão de poluentes, envio de resíduos para aterro sanitário, emissão de CO<sub>2</sub>, consumo de combustível de origem fóssil. Atualmente a ACV é utilizada como ferramenta para auxiliar o alcance das metas inseridas na Visão 2015 de Sustentabilidade da empresa. Para avaliação de melhorias a empresa estipulou como critério que o produto reduza em 10% os impactos em pelo menos três dos indicadores supracitados em relação ao seu predecessor. Algumas das ações da Kimberly-Clark ao longo dos últimos anos foram a busca por fornecedores de aparas brancas mais próximos da fábrica de Correia Pinto/SC, fundamental para redução de 36,8 GJ de energia fóssil, aproveitamento do iodo gerado nos processos de clareamento das aparas resultando em uma economia de 520 GJ a partir de energia renovável, reduzindo a destinação de 30,2 toneladas de lodo em aterro sanitário, deixando de emitir 58,2 toneladas de CO<sub>2</sub>. Desde 2012 as embalagens primárias da linha Neve Compacto passaram a contar com 60% de polietileno verde fabricado pela Braskem em sua composição (Kimberly-Clark, 2011; 2012; 2013).

## WALMART

O Walmart buscando minimizar os impactos negativos da cadeia de valor e estimular mudanças que contribuam para a sustentabilidade socioambiental da cadeia como um todo, lançou em 2008 (primeiros resultados em 2010) o

Projeto Sustentabilidade de Ponta a Ponta, iniciativa pioneira no país de responsabilidade compartilhada entre diferentes atores da cadeia produtiva. O projeto tem como objetivo mobilizar fornecedores, principalmente de grande porte, para fazer com que produtos líderes de mercado também se tornem referência em sustentabilidade. O projeto conta com a consultoria do CETEA/ITAL, responsável também pela auditoria dos resultados, sendo definido para cada empresa parceira um planejamento específico para identificar os pontos de melhoria e deste modo garantir a mensuração e a transparência dos ganhos sociais, ambientais e econômicos de cada proposta.

O projeto hoje está na sua 3ª edição e conta com a participação de 29 empresas e 41 produtos. As ações resultaram em uma redução de 4.921 toneladas de gases de efeito estufa emitidos, redução de 19.883 GWh no consumo de energia e de 745 mil metros cúbicos do consumo de água (Walmart, 2013). Do ponto de vista econômico, o volume dos negócios entre as empresas, monitorado a partir do resultado de vendas dos produtos, aumentou em 35% as vendas em um ano de projeto e na segunda edição, houve 43% de aumento em 6 meses (Instituto Ethos, 2012).

### **MEXICHEM BRASIL**

A Amanco, marca do grupo Mexichem, utilizou a ACV como uma estratégia de mercado devido à imagem negativa do PVC perante a sociedade. Os estudos começaram em 2001, para transformar o PVC em um material mais seguro do ponto de vista ambiental. A partir da ACV, foram estabelecidos alguns programas de substituição de materiais (Fonseca, 2004; Lima, 2007):

- Eliminação dos pigmentos à base de metais pesados por pigmentos orgânicos ou inorgânicos, em 2001;

- Eliminação de plastificantes à base de naftalatos, por adipatos, em 2002;
- Substituição dos estabilizantes à base de chumbo, por estabilizante de cálcio e zinco, em 2003.

### **VALE**

De acordo com o relatório de sustentabilidade da Vale (2013), a empresa utiliza a ACV para a redução dos eventuais impactos indiretos sobre a saúde das pessoas e do meio ambiente, tendo concluído em 2013, a ACV para todas as pelotizações no Brasil, iniciadas em 2010. Durante 2013, o estudo foi realizado na Pelotização da Fábrica em Minas Gerais, considerando o ciclo de vida do berço ao porto dos principais clientes da Vale na Europa e Ásia. A Vale coloca como um dos objetivos do estudo, utilizar os resultados para desenvolver uma estratégia de expansão da gestão ambiental para além das fronteiras da empresa, influenciando de forma positiva na cadeia de fornecedores (Vale, 2014).

### **3.2.2.4. GOVERNO E ENTIDADES PÚBLICAS**

No Brasil, em nível de governo, a ACV vem sendo desenvolvida e incentivada pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e Ministério do Meio Ambiente (MMA). O MDIC por meio do CONMETRO, é responsável pela criação do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV).

No tocante a políticas públicas, somente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, cita diretamente o pensamento do ciclo de vida (life cycle thinking – LCT), embora a ACV possa ser aplicada como ferramenta para o alcance/cumprimento de outras ações descritas

em leis nacionais voltadas para a preservação dos recursos naturais e mitigação dos impactos ambientais.

A PNRS estabelece o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, como um dos princípios da PNRS para a realização dos planos de gerenciamento dos resíduos sólidos, e tem como objetivos o estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto e à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

Pelo princípio da responsabilidade compartilhada, a PNRS estabelece a gestão dos resíduos sólidos em todas as etapas do ciclo de vida do produto, ou seja, tanto aos resíduos gerados no processo industrial, estendendo-se pela sua distribuição e comercialização, consumo e pós-consumo, i.e., coleta e destinação final: reutilização/remanufatura, reciclagem e disposição em aterro (Brasil, 2011b). De acordo com a PNRS, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes e seus resíduos e embalagens, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Do ponto de vista dos municípios e entidades privadas, a ACV contribui na elaboração dos planos de gerenciamento dos resíduos sólidos, pois permite a análise por etapas e a rastreabilidade do ciclo de vida do produto. Esta abordagem facilita a avaliação de cenários de logística reversa na cadeia produtiva e de cenários para fim de vida do produto, auxiliando e justificando a tomada de decisão.

Embora não citada de maneira direta a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC – 12.187/2009) e a Política Nacional de Recursos

Hídricos (PNRH – 9.433/1997) podem ter na abordagem do pensamento do ciclo de vida um importante instrumento para o cumprimento de seus objetivos e apoio a suas diretrizes.

Analisando a PNMC, percebe-se que a ACV pode ser aplicada como auxílio às empresas para o cumprimento das metas de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) ao longo de suas cadeias produtivas, bem como facilitar a verificação da eficiência das práticas adotadas e a construção dos inventários nacionais.

De acordo com a PNMC, o governo brasileiro assumiu voluntariamente o compromisso de redução entre 31,1% e 38,9% as emissões projetadas para 2020, sendo que a política estabelece a necessidade de redução das emissões antrópicas de GEE em relação às suas diferentes fontes e tem como uma de suas diretrizes que as ações de mitigação sejam mensuráveis permitindo a quantificação e verificação a posteriori.

Além disso, define como instrumentos a criação e manutenção de medidas que estimulem o desenvolvimento de processos, tecnologias e de exploração de serviços públicos e recursos naturais, citando a definição de critérios de preferência nas licitações e concorrências públicas para propostas que atendam estes requisitos, que podem ser demonstrados por Rotulagem tipo III (Declaração Ambiental de Produto – EPD).

Em relação a PNRH, como destacado por Müller (2012), para o poder público o uso do pensamento do ciclo de vida, por meio da pegada hídrica e da ACV, pode auxiliar o planejamento da gestão de recursos hídricos de uma determinada região, com a criação de indicadores de gestão e o acesso a informação dos fluxos de água dentro da cadeia produtiva de um produto conforme as bacias hidrográficas em que ocorrem. A informação pode ser usada pelo poder público no controle de novos

empreendimentos por bacia, por exemplo, em uma bacia pode ser possível o aumento da área de cultivo de soja em detrimento a expansão do cultivo do café, uma vez que esta última cultura possui uma Pegada Hídrica muito superior à da soja (Kotsuka, 2013).

No que diz respeito a construção de inventários de ciclo de vida, uma fonte relevante de informação, mas pouco explorada são as resoluções sobre padrões para a qualidade do meio ambiente do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), órgão do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama). Estas normas são de especial interesse para a formulação de uma base de dados de ICV, pois elas estabelecem limites para lançamento de efluentes e emissões atmosféricas que devem ser medidos periodicamente por diversos setores industriais e posteriormente documentados (e.g. Resolução nº 382/2006 e nº 436/2011). Estas informações caso sejam cobradas em conjunto com informações de produção poderiam contribuir para a elaboração de fatores de emissão, que são elementos necessários no desenvolvimento de bases de ICV.

Atualmente, está em tramitação o Projeto de Lei 3.899/2012 que institui a Política Nacional de Estímulo à Produção e ao Consumo Sustentáveis, que complementa o esforço do Poder Executivo e cria instrumentos para que os objetivos do desenvolvimento sustentável previstos no Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS) sejam alcançados. No PPCS está entre as prioridades a consolidação da rotulagem ambiental como instrumento de desenvolvimento de novos padrões de consumo e produção sustentáveis mediante a mobilização das forças de mercado, aumento do número de especialistas brasileiros em rotulagem ambiental, e do número de produtos com análise de ciclo de vida (ACV) de forma que não seja apenas um rótulo mediático, mas orientador do consumo responsável (Brasil, 2011b). Uma versão preliminar do PPCS ficou disponível para

consulta pública para que fossem encaminhadas contribuições de órgãos do governo federal, organizações não governamentais e especialistas em produção e consumo sustentável. Destaca-se a contribuição realizada pelo Departamento e Qualidade Ambiental do MMA, que sugeriu a inclusão de item para a conexão e compatibilização do PPCS com a proposta do PBACV.

Como instrumentos para o incentivo à produção e consumo sustentável, o Projeto de Lei 3.899/2012, estabelece a criação de um Selo de Produção e Consumo Sustentáveis, que deverá servir como critério para reduzir em 10% do imposto de renda correspondente à parcela do lucro proporcional ao faturamento obtido pelas empresas com a venda dos produtos classificados com o selo de produção e consumo sustentáveis.

### **3.2.2.5. PROGRAMA BRASILEIRO DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA**

O Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV) é coordenado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), órgão vinculado ao MCTI, e pelo Inmetro, órgão vinculado ao MDIC. Com o PBACV pretende-se: (a) implantar no País um sistema reconhecido em âmbito internacional, capaz de organizar, armazenar e disseminar informações padronizadas sobre inventários do ciclo de vida da produção industrial brasileira; (b) disponibilizar e disseminar a metodologia de elaboração de inventários brasileiros; (c) elaborar os inventários base da indústria brasileira; (d) apoiar o desenvolvimento de massa crítica em ACV; (e) disseminar e apoiar mecanismos de disseminação de informações sobre o pensamento do ciclo de vida; (f) intervir e influenciar nos trabalhos de normalização internacional e nacional afetos ao tema; (g) identificar as principais categorias de impactos ambientais para o Brasil (Brasil, 2010b).

Para o cumprimento dos objetivos do PBACV foram traçadas ações estratégicas em quatro temas principais (Brasil, 2010b):

### TEMA ESTRATÉGICO 1: INVENTÁRIOS DO CICLO DE VIDA

- Sistema de Inventário do Ciclo de Vida (SICV) Brasil sustentável
- Definir e implantar um sistema de gestão, operação e manutenção via rede; estabelecer parcerias e projetos com outros países com experiência em banco de dados de inventários.
- Definir a política de priorização para o desenvolvimento e aquisição dos inventários.
- Destacar linhas de fomento para o desenvolvimento de inventários.
- SICV Brasil disponível e desenvolvido com consistência e qualidade
- Estabelecer parcerias com órgãos do Sistema Brasileiro de Meio Ambiente (SISNAMA) e de outros sistemas de interesse.
- Repassar a metodologia brasileira de desenvolvimento de inventários ao setor produtivo.
- Incentivar as indústrias a desenvolverem estudos de ACV dos seus produtos prioritários.
- Disponibilizar os inventários validados.
- SICV Brasil atualizado
- Promover a atualização contínua do sistema de software do banco de dados.
- SICV Brasil com núcleos setoriais implantados
- Conceber e implantar seis núcleos setoriais a cada dois anos.

- SICV Brasil padrão terminológico
- Promover a expansão da Ontologia com vista a incorporar as convenções adotadas no âmbito dos acordos internacionais, na descrição dos escoamentos, processos e unidades.

### TEMA ESTRATÉGICO 2: AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DO CICLO DE VIDA

- Categorias de impacto para o Brasil definidas
- Pesquisar as categorias de impacto relevantes para a realidade brasileira.
- Definir as categorias de impacto relevantes para a realidade brasileira.
- Modelos de caracterização de impacto de dados necessários definidos, atualizados e disponíveis
- Identificar os dados necessários.
- Coletar, atualizar e disponibilizar os dados.
- Método de AICV aplicável ao Brasil
- Identificar os métodos de AICV existentes.
- Realizar adequações para estabelecer o método de AICV para o Brasil.

### TEMA ESTRATÉGICO 3: DIFUSÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA ACV

- ACV utilizada na formulação de Políticas Públicas e Planos de Ação do Governo
- Realizar articulações com órgãos do Poder Executivo para promover a divulgação do PBACV e a utilização da ACV em suas decisões de compra.

- Promover a divulgação do PBACV e a utilização da ACV nos PDP do MDIC.
- Promover articulação com os Fóruns dos Secretários Estaduais de Meio Ambiente, Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia, para divulgar o PBACV.
- Promover a divulgação do PBACV junto aos poderes Legislativo e Judiciário.
- Promover a divulgação do PBACV nos órgãos estaduais e municipais.
- Promover a divulgação dos conceitos de ACV e do PBACV com gestores públicos e outras partes interessadas e impactadas.
- Incluir ACV em linhas de créditos de bancos oficiais financiando Projetos; induzir o financiamento de linhas de pesquisa em ACV com órgãos de fomento e financiadores, como CNPq e Finep.
- Segmentos produtivos envolvidos com a consolidação da ACV no Brasil
- Divulgar para associações empresariais a evolução, os impactos e as demandas sobre o tema nacional e internacionalmente.
- Promover a divulgação do PBACV nas entidades setoriais representativas (indústria, agropecuária, serviços).
- Promover articulação com o Sebrae para divulgar os conceitos de ACV e o PBACV no MPE.
- Promover a divulgação dos conceitos de ACV e do PBACV com outras partes interessadas e impactadas.
- Desenvolver parcerias com a ABCV e outras entidades afetas e/ou interessadas no tema.

- Incentivar a interação e troca de experiências entre academia e empresas com experiência em ACV.
- População envolvida com a consolidação da ACV
- Desenvolver ações dirigidas à população para divulgação/sensibilização sobre ACV por meio do “Pensar o Ciclo de Vida”, alinhadas com a Política Nacional de Educação Ambiental.
- Programas de avaliação da conformidade desenvolvidos
- Intervir e influenciar nos trabalhos de normalização internacionais e nacionais afetos ao tema (ISO TC 207 e ABNT/CB-38, CB-3 (CE 111)).
- Desenvolver programas de certificação de pessoas no âmbito do SBAC.
- Rotulagem ambiental implementada
- Desenvolver Programas de Rotulagem Ambiental de Produtos no âmbito do SBAC.

#### **TEMA ESTRATÉGICO 4: FORMAÇÃO E CAPACITAÇÃO EM ICV E ACV**

- Especialistas em ACV nos níveis de ensino técnico, graduação e pós-graduação
- Incentivar/promover a formação de especialistas em ICV e ACV nos níveis de ensino técnico, graduação e pós-graduação.
- Discentes capacitados em “Pensar o Ciclo de Vida”
- Incentivar/promover a capacitação no “Pensar o Ciclo de Vida”, alinhada à Política Nacional de Educação Ambiental, para os públicos do ensino fundamental, médio, técnico, graduação e pós-graduação.



- Profissionais da indústria, comércio e serviços e gestores públicos capacitados em ICV e ACV
- Incentivar/promover a capacitação no “Pensar o Ciclo de Vida” e em ICV e ACV na indústria, no comércio e em serviços.
- Incentivar/promover a capacitação no “Pensar o Ciclo de Vida” e em ICV e ACV dos gestores públicos;
- Inserir o ICV e a ACV como uma terminologia nos principais bancos de pesquisas brasileiros, ex: Plataforma Lattes.

### 3.2.3. REDES E ASSOCIAÇÕES DEDICADAS À PROMOÇÃO E INCENTIVO DO CONCEITO DE CICLO DE VIDA

#### 3.2.3.1. REDE EMPRESARIAL BRASILEIRA DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA

A Rede Empresarial Brasileira de Avaliação de Ciclo de Vida é uma iniciativa voluntária conjunta de dez empresas brasileiras: Braskem, Danone, Odebrecht, GE, Oxiteno, Natura, Grupo Boticário, Tetra Pak, Embraer e Petrobras. A rede conta ainda com a colaboração da ABCV e do Instituto Akatu. Em atividade desde 2012, a Rede foi lançada oficialmente em outubro de 2013, com o objetivo de discutir e pesquisar métodos para se conhecer o ciclo de vida dos produtos e serviços, disseminar a prática da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e oferecer conhecimento, para que o consumidor possa fazer escolhas mais sustentáveis. Uma das propostas da Rede é atuar em conjunto com o Ibict (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia), visando ao avanço do Programa Brasileiro de ACV e à criação de um banco de dados

nacional, para disponibilização de informações de interesse da sociedade (Braskem, 2014a; Ortega, 2014).

A rede está inserida no compromisso Rio+20 da Rede Brasileira do Pacto Global, no sentido de atuar nos processos produtivos e nas cadeias de valor nacionais, fortalecer o papel do consumidor e a importância das suas escolhas de consumo considerando todo o ciclo de vida dos produtos e serviços, prestar subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas na promoção da produção e do consumo mais sustentável, favorecendo aqueles que melhorem os impactos ambientais e sociais considerando todo o ciclo de vida dos produtos e serviços (Ortega, 2014).

A rede tem como missão: mobilizar as empresas, articular governos e educar o consumidor visando incorporar a ACV como uma ferramenta para determinar a sustentabilidade dos produtos. Os objetivos da rede são (Ortega, 2014):

- Criar um ambiente de cooperação entre empresas interessadas no uso de ACV no Brasil, que permita a otimização de recursos.
- Educar e capacitar as empresas sobre o conceito, sua aplicação e benefícios da ACV.
- Disponibilizar e disseminar para diversos públicos informações sobre ACV no Brasil, tais como estudos, boas práticas e especialistas.
- Influenciar e apoiar o governo para criação do Banco de Dados Brasileiro.

Atualmente a Rede é coordenada por Marina Santa Rosa da CBEDS e presidida por Luiz Gustavo Ortega, gerente de Desenvolvimento Sustentável da Braskem. Recentemente outras empresas aderiram à rede, como a 3M do Brasil, Alcoa, Basf, Duratex, Klabin, Petrobras, Vale e Votorantim Cimentos (CEBDS, 2014).

### 3.2.3.2. PROJETO DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA MODULAR (ACV-M)

Projeto desenvolvido pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), a Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto (Bloco Brasil), com a assessoria da Universidade de São Paulo (USP). O projeto tem como objetivo avaliar e aprimorar a sustentabilidade no setor de construção civil, e como finalidade iniciar a quantificação dos impactos ambientais dos produtos, permitindo às empresas participantes controlar e intervir no processo produtivo com critérios de sustentabilidade. Pretende-se com o projeto introduzir a ACV de forma progressiva na construção, para tanto, os parâmetros a serem medidos pela ACV-m são consumo de água, de energia, de matérias-primas, emissão de CO<sub>2</sub> e geração e destinação de resíduos sólidos. O projeto ACV-m tem como proposta a criação de um banco de dados nacional com informações de impacto e propriedades dos materiais de construção evitando o uso de dados “importados” que possam vir a definir a imagem do produto nacional (John et al., 2014).

A estratégia do projeto ACV-m é de trabalhar inicialmente com um escopo reduzido, facilitando a medição e verificação dos aspectos mais importantes do setor, reduzindo custos e tempo para execução do projeto, para que progressivamente os módulos somados resultem em ACV completas.

Por meio da ACV-m será possível (John et al., 2014):

- Educar a sociedade no conceito de ciclo de vida;

- Incentivar competitividade ambiental;
- Minimizar impactos ambientais em obras públicas e privadas;
- Estimar pegadas ambientais de setores, empresas e programas governamentais;
- Embasar a gestão do dia a dia da empresa em critérios ambientais.

A equipe da ACV-m conta com Katia R. G. Punhagui (Poli-USP), Prof. Sérgio A. Pacca (EACH-USP), Érica Ferraz de Campos (CBCS), Prof. Vanderley M. John (Poli-USP), Lidiane S. Oliveira (Poli-USP) e Prof. Sérgio Angulo (Poli-USP). Contato: [acv@cbcs.org.br](mailto:acv@cbcs.org.br) | (11) 4191 0665. Maiores informações sobre o projeto podem ser encontradas no site [www.acv.net.br](http://www.acv.net.br).

### 3.2.3.3. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERÂMICA

Em parceria com a Quantis, o setor de cerâmica vermelha por meio da Associação Nacional da Indústria da Cerâmica (Anicer), foi o primeiro em toda a cadeia da construção civil brasileira a se realizar um estudo de ACV de seus produtos. O projeto avaliou a construção de 1m<sup>2</sup> de parede comparando blocos cerâmicos, de concreto e paredes de concreto armado moldadas in loco e a quantidade de peças necessárias para cobrir 1m<sup>2</sup> de telhado, com telhas de cerâmica ou de concreto (ANICER, 2014). Os resultados foram apresentados por meio de quatro indicadores endpoint: saúde humana, qualidade do ecossistema, mudanças climáticas e esgotamento de recursos e retirada de água do método IMPACT 2002+. Os resultados podem ser visualizados em um portal desenvolvido pela ANICER (Figura 23) em [www.anicer.com.br/acv/index.html](http://www.anicer.com.br/acv/index.html).

Figura 23 – Interface do Portal ANICER com os resultados do Projeto de ACV de produtos cerâmicos.



Como resultados do projeto ACV dos produtos cerâmicos cita-se o desenvolvimento da campanha “A Casa da minha vida” Iniciada em 2013, tem como público-alvo o consumidor final, além de arquitetos, engenheiros e profissionais da construção civil. O objetivo da campanha é a valorização da cerâmica como um produto ao alcance de todos (ANICER, 2014).

### 3.2.3.4. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) acompanha o PBACV e a discussão de normas técnicas da ISO e da ABNT, visando conhecer e apropriar-se das metodologias disponíveis para quantificar o uso dos recursos naturais e a eficiência dos processos industriais para acompanhar a tendência do desenvolvimento sustentável e incrementar a competitividade ambiental da

produção industrial brasileira. Como uma das ações do CNI em parceria com o Ibict cita-se o lançamento da cartilha Desenvolvimento Sustentável e Avaliação do Ciclo de Vida, com o objetivo de fornecer subsídios às pequenas e médias empresas, contribuindo para uma cultura voltada ao uso racional dos recursos naturais (Ibict, 2014).

### 3.2.3.5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM

A Associação Brasileira de Embalagem (ABRE), desde 2013, com a tradução do protocolo global “Global Protocol on Packaging and Sustainability”, pelo Comitê de Meio Ambiente e Sustentabilidade da ABRE, adota o compromisso formal do setor com o desenvolvimento sustentável. Esta ação visa o alinhamento da indústria brasileira com os conceitos e processos do desenvolvimento

sustentável da embalagem e aplicação da ACV. A versão em português do documento com as métricas, disponibilidade de dados, categorias de impacto a serem avaliadas em estudos do setor de bens de consumo e embalagens pode ser obtido no site da ABRE ([www.abre.org.br](http://www.abre.org.br)).

### **3.2.3.6. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA**

A Embrapa nos últimos anos tem incentivado o uso da ACV como metodologia para a avaliação de impactos ambientais voltados para o setor de agronegócios. Em 2013, a Embrapa Meio Ambiente, com o apoio da Fundação Espaço Eco, Embrapa Agroindústria Tropical, Universidade Tecnologia Federal do Paraná (UTFPR) e do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), realizou treinamento para a elaboração de inventários de ciclo de vida de produtos agrícolas e agroindustriais, com o objetivo de capacitar técnicos da Fundação Espaço Eco, Embrapa e parceiros para gerar ICV adequados ao padrão metodológico e de qualidade da base de dados doecoinvent, para que futuramente possam ser incorporados à base. O treinamento foi realizado pelo pesquisador Thoma Nemecek da Agroscope (EMBRAPA, 2013).

Atualmente, está sendo realizada a estruturação da Rede de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) na Embrapa (Fase I), sob a coordenação da pesquisadora Marília Ieda da Silveira Folegatti Matsuura, com a participação dos pesquisadores Maria Cléa Brito de Figueirêdo, Alexandre Cardoso e Gilmar Santos. O projeto propõe a estruturação da Rede ACV Embrapa por meio de ações de organização do conhecimento já gerado pela empresa neste tema e em temas afins. Para isso está previsto um estudo sistemático da carteira de projetos da Embrapa que indicará o atendimento

atual e novas demandas de pesquisa em ACV. Este projeto apresentará uma estratégia de Tecnologia da Informação para a Rede ACV Embrapa que permita o compartilhamento dos ICV gerados pela Rede com coerência metodológica. Para tanto, serão estabelecidos critérios e avaliados os principais softwares e bases de dados atualmente disponíveis no mercado. Quanto aos padrões metodológicos, serão propostos guias para a construção de ICV e para a Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV).

### **3.2.3.7. FUNDAÇÃO ESPAÇO ECO®**

A Fundação Espaço ECO® (FEE®) é um Centro de Excelência em Educação e Gestão para a Sustentabilidade, que mede e avalia a sustentabilidade por meio de metodologias científicas desenvolvidas e reconhecidas internacionalmente. É uma organização sem fins lucrativos que atende a empresas, governos, organizações e universidades, em sistema de parceria, com total rigor técnico, autonomia, isenção e transparência. Os recursos obtidos com os programas e projetos são reinvestidos no financiamento de estudos, pesquisas e ações de interesse social.

Na temática ACV, a Fundação Espaço ECO® desenvolveu uma metodologia de Análise de Ecoeficiência que tem como base as normas NBR ISO 14040, 14044 e 14045. É uma ferramenta inovadora que fornece informações consistentes para tomada de decisões, investimentos em novas tecnologias, produtos ou processos produtivos, além de diferenciação de mercado. É certificada pelo TÜV Rheinland – instituto independente alemão para inspeção técnica e certificação, estendida ao Brasil pela TÜV Brasil, considerando dados e informações regionalizadas.

### 3.2.3.8. CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

O Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) é uma unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) que atua no desenvolvimento de tecnologia para o uso sustentável dos recursos minerais brasileiros, com foco na inovação tecnológica para o setor minerometalúrgico. O CETEM é o responsável pela execução do projeto “Melhorias Tecnológicas, Ambientais e Energéticas da Produção de Rochas Ornamentais por meio da Análise do Ciclo de Vida do Produto, ICV – Rochas” consonante com o SICV Brasil. O projeto tem como objetivos capacitar o CETEM em ACV e realizar um estudo piloto de Inventário do Ciclo de Vida de Rochas Ornamentais que abasteça o SICV-Brasil, criando metodologia de levantamento de dados da cadeia produtiva do Setor de Rochas, de acordo com as representatividades tecnológicas e eficiência das indústrias do setor. Coordenado pela pesquisadora Mônica Castoldi Borlini do CETEM tem como parceiros o Centro Tecnológico de Mármore e Granito (CETEMAG), Ibict, Inmetro, Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e a Associação Ambiental Monte Líbano (AAMOL). Os dados do ICV são provenientes de empresas do estado de Espírito Santo pela sua representatividade no mercado brasileiro no setor de rochas. O acompanhamento das atividades do ICV-Rochas pode ser realizado pelo portal [www.icv.bri.inf.br](http://www.icv.bri.inf.br) (CETEM. 2014).

### 3.2.3.9. CETEA - CENTRO DE TECNOLOGIA DE EMBALAGEM

O CETEA do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), desde 1997 se dedica ao desenvolvimento de estudos de ACV de embalagens e de outros

produtos, com o apoio direto do setor privado e de agências de fomento, com ênfase na identificação de oportunidades de melhorias ambientais como instrumento de gestão ambiental (Coltro et al., 2007). O CETEAL/ITAL desenvolveu projetos de ACV nas áreas de embalagens, geração de energia elétrica da rede pública, do transporte de cargas, gestão de resíduos sólidos pós-consumo, produção de café, produção de suco de laranja, biodiesel de soja, reciclagem de latas de alumínio e embalagens longa vida e de produção de celulose para embalagens.

### 3.2.3.10. CTBE - LABORATÓRIO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BIOETANOL

O CTBE foi inaugurado em 22 de janeiro de 2010. Sua história, entretanto, teve início cinco anos antes. Em 2005, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), por meio do Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), encomendou uma pesquisa exploratória ao Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE/Unicamp) para identificar os fatores que limitam a expansão, em larga escala, da produção brasileira de etanol. O estudo “Energias renováveis: etanol de cana”, também conhecido como Projeto Etanol, foi desenvolvido por cerca de 20 pesquisadores de diversas instituições, sob a coordenação do físico Rogério Cezar de Cerqueira Leite. As conclusões do Projeto Etanol mostraram que o Brasil teria recursos naturais e financeiros, competência técnica e infraestrutura para substituir 10% da gasolina consumida no mundo por bioetanol de cana em 2025. Para isso seria preciso superar importantes gargalos tecnológicos, dentre eles a necessidade de aprofundar o conhecimento científico e tecnológico em todo ciclo cana/etanol. Em 2012, o CTBE se tornou parceiro estratégico de empresas

no âmbito do Plano de Apoio à Inovação dos Setores Sucroenergéticos e Sucroquímico (PAISS), financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). As atividades de pesquisa da divisão de Sustentabilidade da Produção de Biomassa e de Bioenergia do CTBE possuem uma abordagem integrada que explora as sinergias entre os diferentes aspectos de sustentabilidade. Tal abordagem é baseada em um banco de dados georreferenciado que possibilita integrar informações das diferentes linhas de pesquisas. As metodologias de geoprocessamento incluem dados de experimentos de campo; monitoramento ambiental; uso de bases de dados sobre clima, uso da terra, solos e culturas agrícolas; modelagem biogeoquímica e de uso da terra e; avaliação de ciclo de vida.

### 3.2.3.11. CEBDS – CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O CEBDS, fundado em 1997 por um grupo de grandes empresários brasileiros, é uma associação civil sem fins lucrativos que promove o desenvolvimento sustentável de empresas que atuam no Brasil, por meio da articulação junto aos governos e a sociedade civil além de divulgar os conceitos e práticas mais atuais do tema. O CEBDS é a primeira instituição no Brasil a falar em sustentabilidade dentro do conceito do Tripple Botton Line e responsável pelo primeiro Relatório de Sustentabilidade do Brasil (CEBDS, 2014).

Desde maio de 2014, a CEBDS é responsável pela coordenação da Rede Empresarial Brasileira de Avaliação do Ciclo de Vida.

## 3.3. FORMATO DE DADOS, BASES DE DADOS E SOFTWARES DE ACV

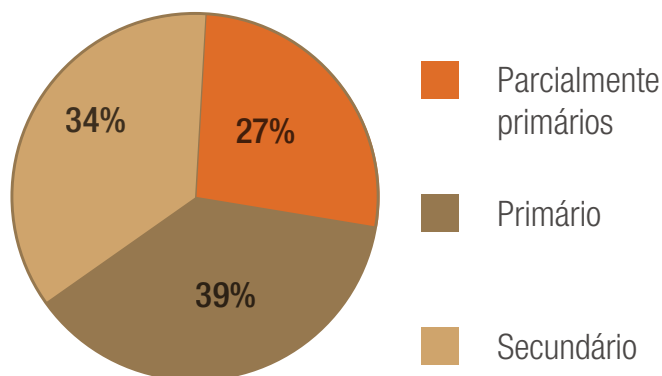
### 3.3.1. ENQUADRAMENTO

No presente capítulo, a partir de pesquisa bibliográfica em bancos de teses e dissertações, foram identificadas as principais fontes de dados das ACV dos estudos de caso realizados por pesquisadores brasileiros, bem como as principais bases de dados e softwares utilizados.

### 3.3.2. ORIGEM DOS DADOS DAS PUBLICAÇÕES NACIONAIS

Os resultados da pesquisa bibliográfica em 121 dissertações/teses apresentaram a origem dos dados usados na construção do inventário do ciclo de vida. A pesquisa mostrou que 38,8% dos trabalhos utilizaram dados primários, 27,3% dados parcialmente primários (dados no nível de controle de empresa, complementados por dados de literatura ou bases de dados), e 33,9% utilizaram dados exclusivamente secundários.

Figura 24 – Classificação segundo a origem dos dados usados em ICV de estudos brasileiros



Percebe-se que parcela significativa dos estudos utiliza dados primários. No entanto, é preciso destacar que normalmente os estudos possuem dados primários de processos bem específicos, i.e., dentro de setores específicos de uma unidade fabril, sendo que raramente eles são estendidos para fora do portão de fábrica, tanto downstream, quanto upstream. Ainda, em relação aos dados primários é preciso realizar uma avaliação com atenção à qualidade e representatividade dos mesmos, uma vez que alguns estudos obtiveram as informações por meio de questionários ou entrevistas. Essa maneira de coleta de dados em determinadas ocasiões não leva em consideração dados médios dos setores de planejamento e controle da produção que possuem dados coletados ao longo de um período significativo de produção.

Com relação às fontes secundárias, os estudos utilizam informações de artigos de periódicos e/ou outras dissertações e teses publicadas. A base de dados doecoinvent foi também citada como uma importante fonte de informações, e, é a principal responsável por fornecer os dados background para as pesquisas. Outra fonte de dados usados na modelagem como dados background foram os fornecidos pela PE International com o uso do software GaBi.

### 3.3.3. SICV - BASE DE DADOS BRASILEIRA DE ICV

A base de dados de ICV brasileira está atualmente em construção. Coordenada pelo Ibict, a base nacional segue o formato ILCD e possui um guia metodológico que pode ser encontrado no Portal da ACV (<http://acv.ibict.br/>). A base nacional possui o ICV consolidado para a produção de diesel e para os processos de refinarias de petróleo, outros ICV em fase de construção são os de: transportes, produção e distribuição de energia elétrica e produção de rochas ornamentais, este em fase final de edição da metainformação para envio ao EPLCA.

### 3.3.4. SOFTWARES DE ACV

Com relação ao uso de software de auxílio na modelagem de cenários e manipulação de bases de dados de ACV, da população pesquisada somente 95 trabalhos descreveram de maneira clara o sistema utilizado. Na Tabela 15, podem ser visualizados os softwares utilizados pelos pesquisadores brasileiros.

Tabela 15 – Softwares de auxílio utilizados no Brasil para a manipulação de dados de ACV

Software	Nº de citações	%
CMLCA	2	2,1
GaBi	19	20,0
SimaPro	61	64,2
Umberto	12	12,6
BEES	1	1,1
<b>Total geral</b>	<b>95</b>	<b>100,0</b>

O SimaPro desenvolvido pela PRé Consultants é o software de ACV com o maior número de citações nas dissertações e teses nacionais seguido do software GaBi da PE International.

## 3.4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

### 3.4.1. ENQUADRAMENTO

Atualmente não existem métodos de AICV voltados para a realidade brasileira. No entanto, esforços por parte da academia e de instituições governamentais têm sido realizados para num primeiro momento identificar os modelos de caracterização a nível europeu que possam ser aplicados para a realidade brasileira (Mendes, 2013; Pavan, 2014) e quais as categorias de impacto que de maneira sugestiva devem ser utilizadas por setor de aplicação da ACV. Em um segundo momento, identificados os modelos de caracterização mais adequados à realidade brasileira, pretende-se adaptar os fatores de

caracterização para representar de maneira mais precisa os impactos ambientais locais e regionais das atividades desenvolvidas no Brasil.

### 3.4.2. MÉTODOS

Na busca em dissertações e teses foram identificadas 130 citações de métodos de AICV, sendo que alguns trabalhos utilizaram mais de um método (e.g. Alvarenga 2010). O CML-IA desenvolvido pela Universidade de Leiden na Holanda foi apontado como preferível entre os pesquisadores brasileiros, seguido pelo Eco-Indicator 99. O ReCiPe, método elaborado tendo como base o CML-IA e Eco-Indicator 99, foi o quinto mais citado. Na Tabela 16 podem ser visualizados os métodos que foram citados mais de duas vezes na população analisada.

Tabela 16 – Métodos de AICV utilizados nas dissertações e teses brasileiras

MÉTODO AICV*	Nº CITAÇÕES	%
CML-IA	32	24,6
EcoIndicator 99	26	20,0
CED	12	9,2
EDIP	12	9,2
ReCiPe	11	8,5
IPCC	7	5,4
IMPACT2002+	6	4,6
Ecoeficiencia BASF	3	2,3
EcoIndicator 95	3	2,3
USEtox	2	1,5
Análise exergética	2	1,5
Pegada Ecológica	2	1,5
Outros	12	9,2
Total	130	100,0

\* Somente em teses e dissertações.



Percebeu-se durante a pesquisa que os métodos estão diretamente relacionados aos grupos de pesquisa na qual os trabalhos são conduzidos, por exemplo, o grupo de pesquisa EGCV da USP é o maior responsável pelas citações do EDIP, enquanto o Ciclog e o grupo de pesquisa ACV Brasil da UnB demonstram preferência pelo CML-IA. Dentro da categoria outros na Tabela 16 estão: Pegada de Carbono, USEtox, EPD, EPS, resíduos perigosos e de construção civil, e modelos de balanço energético.

### 3.4.3. CATEGORIAS DE IMPACTO

O potencial de aquecimento global ou mudanças climáticas (nomenclatura varia dependendo do método) é a categoria de impacto mais presente nas dissertações e teses defendidas pelos pesquisadores brasileiros, seguida pela acidificação, depleção de recursos e eutrofização. A categoria de impacto depleção recursos (mineral/fóssil) na Tabela 17 considera todos os tipos de depleção de recursos citados nos trabalhos (e.g. depleção abiótica – CML-IA; recursos – EDIP; depleção de metal e fóssil – ReCiPe, etc.).

Tabela 17 – Descrição das principais categorias de impacto utilizadas no Brasil

CATEGORIA DE IMPACTO	Nº CITAÇÕES*	%**
MUDANÇAS CLIMÁTICAS	77	59
ACIDIFICAÇÃO	63	48
DEPLEÇÃO RECURSOS (MINERAL/ FÓSSIL)	58	45
EUTROFIZAÇÃO	55	42
TOXICIDADE HUMANA	35	27
DEPLEÇÃO CAMADA OZÔNIO	35	27
FORMAÇÃO FOTOQUÍMICA	33	25
USO E OCUPAÇÃO DE TERRA	22	19
ECOTOXICIDADE DE ÁGUAS	20	17
ECOTOXICIDADE TERRESTRE	18	16
DEMAIS CATEGORIAS	154	-

\* Somente em teses e dissertações

\*\* Em relação a quantidade de métodos de AICV identificados na pesquisa (Tabela 16).

Percebe-se uma tendência para o uso de categorias de impacto no nível midpoint. As categorias Saúde Humana e Qualidade do Ecossistema, em nível endpoint, foram ambas citadas 15 vezes nos trabalhos analisados. De modo geral, as categorias endpoint são pouco utilizadas, pois adicionam muitas incertezas nos resultados (Dong; Ng, 2014).

## 3.5. CASOS DE ESTUDO: TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DA ACV

### 3.5.1. ENQUADRAMENTO

A ACV evoluiu bastante nas últimas três décadas, de uma análise energética nos anos 70, para uma avaliação ambiental mais completa e a inserção de modelos econômicos de ciclo de vida nos anos 80 e 90, para uma inserção da variável social e consequencial na primeira década do século XXI (Guinée et al., 2011). Deste modo, o futuro da ACV nos próximos anos está no desenvolvimento de uma metodologia que consiga aliar os três pilares da sustentabilidade (pessoas/social, planeta/meio ambiente e prosperidade/econômico) em um estudo de ACV (Guinée et al., 2011). Neste capítulo são apresentadas algumas tendências para o desenvolvimento e a aplicação da metodologia no Brasil.

### 3.5.2. DADOS PARA ICV

A construção de ICV é uma das etapas da ACV que exige mais tempo do pesquisador/especialista. Os dados em determinadas situações não são de fácil acesso e/ou estão indisponíveis, principalmente no caso de estudos desenvolvidos para a realidade brasileira. A falta de uma base de dados nacional consolidada e o baixo interesse das empresas brasileiras em realizar a ACV de seus produtos e serviços fazem com que os pesquisadores utilizem dados secundários, muitas vezes relacionados a realidades europeias, trazendo incerteza aos resultados obtidos.

Com a consolidação do PBACV em 2010, em conjunto aos esforços despendidos pelo Ibict, ABCV, UnB, UTFPR, USP, UFSC e demais

universidades e instituições de pesquisa espera-se criar uma rede que alimente a atual base de dados criada inicialmente pelo projeto SICV Brasil e hoje sobre a coordenação do Ibict, facilitando a realização de estudos com dados representativos para a realidade brasileira.

### 3.5.3. MODELAÇÃO ICV

A modelagem de ICV pode ser diferenciada entre duas abordagens: atribucional e consequencial. A ACV atribucional tem como foco a descrição dos fluxos físicos relevantes do ponto de vista ambiental no ciclo de vida de um produto e seus subsistemas, enquanto a ACV consequencial tem como finalidade descrever como os fluxos relevantes do ponto de vista ambiental irão alterar em detrimento a possíveis decisões (Curran et al., 2005; Finnveden et al., 2009). Embora existam discussões sobre modelagem considerando a abordagem consequencial (Muniz, 2012; Novak, 2013), neste momento o Brasil encontra-se na fase de incorporação dos conceitos de ACV e de aplicação da norma, tanto no ambiente acadêmico quanto em instituições de pesquisa e empresas.

### 3.5.4. MODELOS AICV

A regionalização de métodos de AICV tem sido amplamente discutida na comunidade científica (Bare, 2010; Finnveden et al., 2009; Hauschild, 2006). A diferenciação espacial é um parâmetro relevante para várias categorias de impacto que tem seu efeito modificado de acordo com as características do local na qual ocorrem, como uso de terra, perdas de biodiversidade, formação de oxidantes fotoquímicos, efeitos de toxicidade e ecotoxicidade, acidificação e eutrofização. Neste sentido, podem ser identificados na literatura esforços para adaptação dos modelos e fatores de caracterização amplamente difundidos em métodos consolidados como ReCiPe, IMPACT2002+ entre outros.

Na União Europeia foi desenvolvido um projeto chamado LC-IMPACT (Life Cycle Impact Assessment Methods for imProved sustAinability Characterization of Technologies) com o objetivo de desenvolver um método regionalizado com categorias de nível midpoint e endpoint com representatividade global. Outra iniciativa é o desenvolvimento do IMPACT WORLD+ que tem como objetivos desenvolver um método de AICV específico para cada região (Rack et al., 2013) e que no Brasil conta com a cooperação da professora Cássia Maria Lie Ugaya da UTFPR.

Na América do Sul, Civit et al. (2012) propôs uma metodologia local para estimar fatores regionais para a categoria de impacto acidificação na Argentina, enquanto Alvarenga et al. (2013) propôs e implementou um modelo para calcular fatores de caracterização regionais baseados na exergia para quantificação dos recursos da terra. Ainda no desenvolvimento de fatores de caracterização para uso de terra, Souza (2010) e Souza et al. (2013) propuseram um modelo de caracterização de impactos segundo indicadores de biodiversidade.

Dentro das ações do PBACV, definiu-se como um dos temas estratégicos avaliar as categorias de impacto existentes e identificar as relevantes para a realidade brasileira para, posteriormente, identificar dados necessários para adaptação e, por fim, a elaboração de um método de AICV para o Brasil. Nesse contexto, há uma rede de pesquisadores coordenados pelos professores Rodrigo Augusto Freitas de Alvarenga da UDESC, Aldo Roberto Ometto da USP e pela Professora Cássia Maria Lie Ugaya da UTFPR, que envolve a UFSC, EESC-USP, UESC Embrapa e alguns colaboradores internacionais, que estão atualmente fazendo pesquisas neste tema, para recomendar métodos de AICV mais adaptados ao Brasil e, posteriormente criar novos métodos de AICV brasileiros.

Na área de desenvolvimento de uma ACV que contemple os três pilares da sustentabilidade, principalmente em relação ao desenvolvimento de métodos de AICV voltados para inclusão de indicadores sociais (Almeida, 2009; Crichii Junior, 2007; Fontinele, 2010; Haberland, 2014; Ramirez et al., 2014), as pesquisas ainda são recentes e orientadas pela Professora Cássia Maria Lie Ugaya da UTFPR e pelo professor José Roberto Moreira da USP.

## **3.6. CASOS DE ESTUDO. ACV COMO SUPORTE A POLÍTICAS DE PRODUTO E OUTRAS ESTRATÉGIAS AMBIENTAIS**

### **3.6.1. ENQUADRAMENTO**

O Brasil ainda está em fase de incorporação dos conceitos de ciclo de vida, no entanto, percebe-se a existência de iniciativas para a inclusão da ACV como requisito para obtenção de rótulos ambientais e a existência de casos de estudo de empresas utilizando a metodologia para o cumprimento de políticas públicas.

### **3.6.2. PRODUÇÃO MAIS LIMPA E ECODESIGN**

No Brasil, embora a aplicação da metodologia por parte das empresas seja relativamente recente, é possível identificar alguns casos de sucesso.

A Natura, empresa 100% brasileira, incorporou a ACV em 2001 com o objetivo de reduzir os impactos ambientais das suas ações, desenvolvendo embalagens externas do seu produto com material menos impactante ao longo

do seu ciclo de vida e com design mais econômico. As ações da empresa avançaram para a criação de uma embalagem plástica mais limpa, com a inserção do polietileno verde desenvolvido pela Braskem na linha Natura Ekos. Outra ação da empresa é o uso de 50% de materiais reciclados nas embalagens PET dos produtos da Natura Ekos. Em nível de processo produtivo, destaca-se o uso de tampas de frascos com o mesmo tamanho na maioria dos produtos da linha Ekos, diminuindo a necessidade de diferentes moldes na produção representando uma economia no uso do recurso aço (Natura, 2014b).

No ano de 2013, com o lançamento da linha Sou, a Natura novamente inseriu o conceito do ciclo de vida na concepção e desenvolvimento do produto, estudando soluções para viabilizar a reciclagem da embalagem em formato pouch, que pode ser empregado no pós-consumo em para-choques de automóveis, pallets de plástico e blocos usados na construção civil, entre outros. Ainda, está em desenvolvimento a incorporação de outros materiais pós-consumo nos produtos, como vidro e alumínio (Natura, 2014a).

Em nível nacional, outro exemplo é o desenvolvimento do polietileno verde l'm Green™, plástico produzido a partir do etanol da cana-de-açúcar, na planta eteno verde da Braskem. Com inauguração em 2010, a planta colocou a empresa como líder no mercado de biopolímeros. A sustentabilidade está presente inclusive na relação da empresa com os fornecedores do etanol com a criação do “Código de Conduta para Fornecedores de Etanol” que dispõe sobre práticas ambientais e respeito à biodiversidade, incorporando o conceito de ciclo de vida na cadeia de valor. O polietileno verde está disponível em várias linhas de produtos da Braskem podendo ser aplicado na produção de embalagens rígidas, flexíveis, tampas, sacolas, entre outras (Braskem, 2014c).

### **3.6.3. RÓTULOS ECOLÓGICOS E DECLARAÇÕES AMBIENTAIS DE PRODUTO**

#### **3.6.3.1. RGMAT**

A Fundação Vanzolini disponibiliza para toda a cadeia produtiva do setor de construção, o selo RGMAT, que visa demonstrar o desempenho ambiental dos materiais de construção, por meio da declaração ambiental de produto, baseado na avaliação do ciclo de vida. O objetivo é proporcionar informações relevantes, verificadas e comparáveis sobre os aspectos ambientais, de conforto e de saúde dos produtos e materiais da construção. O selo inclui informações sobre o consumo de recursos naturais, energia, água, emissão de gases na atmosfera, de resíduos sólidos e líquidos ou substâncias tóxicas, podendo abranger desde a extração mineral, produção, transporte, montagem, utilização, manutenção e desconstrução, até a reutilização ou a reciclagem.

Para obter o RGMAT, as empresas precisam realizar a ACV de seu produto e elaborar a Declaração Ambiental de Produto, seguindo os requisitos e orientações das normas nacionais e internacionais, além das Regras de Categoria de Produto (RCP) específicas para o produto em análise. Em seguida, por meio de avaliações e auditorias, a Fundação Vanzolini verifica se a declaração do fabricante está de acordo com as normas e se os parâmetros seguem as regras daquela categoria. Atualmente, o Grupo de Pesquisa em Avaliação do Ciclo de Vida (Ciclog) da UFSC vem trabalhando em parceria com a Fundação Vanzolini para a definição dos critérios para uma RCP que enquadre o rodapé.

Figura 25 – Rótulo RGMat: (a) Marca RGMat; (b) Capa da Declaração Ambiental de Produto do RGMat.



Fonte: Fundação Vanzolini.

### 3.6.3.2. I'M GREENTM

Selo desenvolvido pela Braskem que identifica os produtos produzidos a partir de fonte renovável. O selo é disponibilizado para os clientes da empresa para que sejam utilizados nas embalagens que possuam em sua composição o Plástico Verde, ajudando o consumidor a reconhecê-los. O uso do selo está condicionado à comunicação do percentual de conteúdo renovável no produto, verificado de acordo com a norma ASTM D6866 contribuindo para a transparência na comunicação de seus produtos (BRASKEM, 2014d). O selo criado é validado com base na aplicação da ACV no biopolímero que apontou a captura de 2,15 kg CO<sub>2</sub> para kg de Plástico Verde produzido.

Figura 26 – Assinatura completa I'm green™.



Fonte: Braskem, 2014d.

### 3.6.3.3. DECLARAÇÃO AMBIENTAL DE PRODUTO – DAP

O Inmetro no âmbito da norma ISO 14025 está desenvolvendo procedimentos para o Programa DAP. Este programa é executado pelo Inmetro, por meio da Diretoria de Avaliação da Conformidade (Dconf), com o suporte da acreditação de organismos de verificação executada pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) (Rezende, 2014).

O Programa DAP será de natureza voluntária e é regido pelas diretrizes do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (SBAC), com base em documento específico do Inmetro, na ISO 14025 e em requisitos adicionais estabelecidos nas Regras de Categorias de Produtos que serão emitidas pelo Inmetro. O mecanismo de Avaliação da Conformidade adotado no Programa DAP será o de Declaração da Conformidade do Fornecedor. Assim, no âmbito do SBAC, uma DAP Registrada será uma declaração ambiental elaborada por uma organização, fornecedora de produtos/serviços, em conformidade com os Requisitos Gerais e com a RCP específica, atestada por uma terceira parte acreditada pela Cgcre/Inmetro e cadastrada pela Dconf/Inmetro (Rezende, 2014).

### 3.6.4. CONTRATOS PÚBLICOS ECOLÓGICOS

De acordo com o Guia de Compras Públicas Sustentáveis para a Administração Federal (2010), as compras públicas sustentáveis (CPS) representam uma solução para integrar questões ambientais e sociais em todas as fases do processo de compra e contratação de serviços pelo governo, visando reduzir impactos sobre a saúde humana, o meio ambiente e os direitos humanos. As CPS pressupõem: a responsabilidade do consumidor, a compra do que realmente é necessário, a promoção da inovação e a abordagem do ciclo de vida (Brasil, 2010d).

No Brasil as compras públicas devem respeitar os termos definidos pela Lei de Licitações nº 8.666/1993, que por sua vez, possui seu artigo 3º regulamentado pelo decreto nº 7.746/2012 que estabelece os critérios, as práticas e as diretrizes para a promoção do desenvolvimento sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal (Brasil, 1993; 2012b). Atualmente, está em tramitação o projeto de lei do senado nº 366/2008 que altera o § 2º do artigo 3º da Lei de Licitações nº 8.666/1993, para incluir a certificação da empresa por boas práticas ambientais entre os critérios de desempate nas licitações (Brasil, 2008).

De entre as ferramentas para comprovação de práticas sustentáveis o Guia de Compras Públicas de 2010 sugere o uso de rotulagens com base na ACV, indicando que estas rotulagens são úteis “no momento de tratar de avaliar se um produto é sustentável ou não”, embora estabeleça que a comprovação ou não de rotulagens ambientais por parte dos proponentes, não sejam de caráter eliminatório, uma vez que infringiria o princípio de isonomia. No entanto, o Guia dispõe que é perfeitamente legal especificar que um produto

observe os critérios estabelecidos por um determinado sistema, sem exigir propriamente o rótulo ambiental (Brasil, 2010d).

Relacionando o conceito de ciclo de vida e políticas nacionais de compras públicas, cita-se a Instrução Normativa nº1/2010 em seu artigo 1º, que completa a interpretação do art. 3º da Lei nº 8.666/93 ao definir que critérios de sustentabilidade ambiental farão parte dos critérios de compras, considerando os processos de extração ou fabricação, utilização e descarte dos produtos e matérias-primas (Brasil, 2010e).

Ainda no que diz respeito às CPS, o Secretariado para América do Sul do ICLEI, por meio do projeto “Compras Sustentáveis pela Inovação e por uma Economia Verde e Inclusiva” tem auxiliado o Governo Federal Brasileiro na implementação da legislação brasileira sobre este tipo de compras (Decreto 7.746/2012 e Instrução Normativa 10/2012), enquanto mecanismo de promoção da inovação e fomento à economia verde e inclusiva. O projeto conta com o apoio do Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas, na implementação do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) do MDIC, responsável pela realização de estudos simplificados de ACV, considerando os impactos relacionados à categoria de mudanças climáticas como meio para recomendação dos atributos a serem considerados nas compras e contratações do ministério (GVCES, 2014).

Do ponto de vista legal, existem outros instrumentos de comando e controle no ordenamento jurídico brasileiro direcionados ao desenvolvimento sustentável que também devem ser seguidos nas compras públicas (Tabela 18).

Tabela 18 – Normas e Leis brasileiras que definem critérios ambientais nas compras públicas

NORMA	OBJETO
Decreto nº 2.783/98	Dispõe sobre a proibição de entidades do governo federal de comprar produtos ou equipamentos contendo substâncias degradadoras da camada de ozônio
Decreto nº 4131/02	Dispõe sobre medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica no âmbito da Administração Pública Federal
Resolução do CONAMA nº 307/02	Estabelece critérios e procedimentos para gestão de resíduos na construção civil
Decreto nº 5.940/06	Disciplina a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis.
Portaria nº 61/08 do MMA	Estabelece práticas de sustentabilidade ambiental quando das compras públicas sustentáveis
Portaria nº 43/09	Dispõe sobre a vedação ao Ministério do Meio Ambiente e seus órgãos vinculados de utilização de qualquer tipo de asbesto/amiante
Portaria nº 02/10 do SLTI/MP	Dispõe sobre as especificações padrão de bens de Tecnologias da Informação no âmbito da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional

### 3.6.5. POLÍTICA DE RESÍDUOS

No âmbito da aplicação da ACV como ferramenta de apoio ao cumprimento das exigências da PNRS, cita-se a Schulz S.A. como exemplo brasileiro. A empresa em parceria com o Ciclog da UFSC desenvolveu dois estudos que envolviam a ACV como suporte à tomada de decisão. A primeira etapa do projeto foi a realização de um estudo de ACV do compressor de ar, avaliando três cenários de disposição final: Aterramento avaliando a logística reversa e a disposição do compressor em aterro sanitário; Reciclagem, envolveu a

logística reversa com o pós-uso encaminhado para a total reciclagem dos componentes recicláveis e aterramento das demais frações; Remanufatura, envolveu o retorno do equipamento ao mercado, iniciada também com o regresso do compressor à empresa, passando por processos de desmontagem e remanufatura, troca de componentes desgastados, aumentando em cinco anos o seu uso (Zanghelini, 2013; Zanghelini et al., 2014). A segunda etapa do projeto finalizada em agosto de 2014 foi a análise ambiental e econômica de cenários de logística reversa de compressores por meio de avaliação de ciclo de vida (Santana, 2014).





# 4. ANÁLISE DE BARREIRAS EXISTENTES E IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE COLABORAÇÃO ENTRE A EUROPA E O BRASIL

Edivan Cherubini, Paulo Trigo Ribeiro

## 4.1. ANÁLISE DE BARREIRAS EXISTENTES AO USO DE ACV

A análise realizada no panorama da ACV na UE e no Brasil permitiu verificar que a ferramenta encontra-se mais disseminada em nível europeu, sobretudo em aspectos de ordem mais prática, como por exemplo, quanto à existência de bases de dados, seus requisitos de qualidade e infraestrutura tecnológica subjacente e ao nível da utilização da ferramenta e do conceito de ciclo de vida no suporte a políticas integradas de produto e outras estratégias ambientais por empresas e organismos públicos.

Esta diferença é a principal diferença identificada entre a UE e o Brasil, sendo que o Brasil apresenta igualmente capacidades e experiência relevante na área da ACV, o que é demonstrado, por exemplo, pelo trabalho realizado pelo PBACV e pelas universidades e instituições de investigação, mas igualmente, ao nível de algumas empresas.

Para além das barreiras específicas relacionadas com os aspectos mencionados anteriormente (e.g. existência de inventários de ciclo de vida para utilização pela indústria para efeitos e benchmarking), verifica-se que, de resto e de modo geral, as barreiras existentes a um maior uso da ACV na UE e no Brasil são semelhantes.

Por exemplo, no que concerne a uma maior adoção da ACV pelas empresas, identificaram-se barreiras que são comuns, ligadas por exemplo, à confidencialidade de dados, desconhecimento dos colaboradores/decisores das empresas das limitações/vantagens da ferramenta, tensão existente entre a necessidade das empresas de terem abordagens simples e rápidas e os requisitos metodológicos para elaboração de estudos robustos, etc., embora a magnitude com que essas barreiras se manifestam dependam do contexto em questão.

Entretanto, existem igualmente barreiras transversais ligadas às próprias limitações e aspectos metodológicos da ACV, como por exemplo, do facto de diferentes possibilidades de modelação levarem a resultados diferentes para os mesmos dados de base (e.g. abordagem baseada na atribuição vs. abordagem consequencial) e de existir ainda um grau de incerteza científica elevada na avaliação de impacto do ciclo de vida, para algumas categorias ambientais.

É nesse panorama de base que se identificam de seguida algumas áreas com potencial de colaboração União Europeia - Brasil.

Ressalta-se que a colaboração entre entidades públicas, empresas, universidades e instituições de investigação brasileiras e europeias já ocorre atualmente, por exemplo ao nível de diversas redes de ACV existentes.

São exemplos de colaboração a participação da ABCV na Life Cycle Initiative da UNEP/SETAC e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná na International Life Cycle Academy (ILCA), que são redes globais de ACV que integram igualmente entidades europeias, a parceria de colaboração do Ibict com o IES/JRC, instituto que estabeleceu e gere a European Platform on Life Cycle Assessment (EPLCA) e ainda a participação de vários investigadores Brasileiros na Rede Iberoamericana de Ciclo de Vida, que integra países da América Latina e Portugal e Espanha.

No entanto, considera-se que existe margem para que a colaboração seja aprofundada e ampliada, referindo-se desde já que a relação é largamente bidirecional e que existe ampla margem para que a colaboração encetada seja mutualmente benéfica, tendo igualmente em consideração as especificidades dos contextos ambientais e económicos de ambas as partes.

## 4.2. OPORTUNIDADES DE COLABORAÇÃO

### 4.2.1. DESENVOLVIMENTO DA BASE DE DADOS BRASILEIRA DE ICV

Embora o Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV) com o apoio do Ibict, UnB, USP e UTFPR tenham realizado grandes avanços na construção de uma base de dados brasileira (SICV Brasil), a base nacional ainda possui escassez de inventários do ciclo de vida que permitam a condução de um estudo de ACV completo. Atualmente, a base nacional possui inventários da produção de diesel e outros derivados da extração do petróleo, energia elétrica a partir de hidroelétricas, transportes e rochas ornamentais.

A seguir são discutidas algumas estratégias com potencial de colaboração entre o Brasil e União Europeia, mas com foco principal em maneiras de transpor as atuais barreiras técnicas levantadas no capítulo 3 (subcapítulo 3.2.2.3.2) para construção de uma base de dados brasileira de Inventários do Ciclo de Vida (ICV)

#### 4.2.1.1. DADOS EXISTENTES EM PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS

Dentre as principais barreiras identificadas está a falta de acessibilidade de dados provenientes da indústria. No entanto, a produção científica brasileira sobre ACV tem aumentado de maneira significativa nos últimos anos, principalmente com publicações de nível internacional. Este indicador é relevante, pois indica um nível de excelência nos estudos e conseqüentemente nos dados usados pelos trabalhos, nomeadamente nos ICV publicados por estes trabalhos no caso de estudos de ACV aplicados a produtos ou processos.

A compilação desses ICV pode ser um passo inicial para estruturar uma base nacional que contemple vários processos, sendo um segundo passo o aprimoramento destas informações para o cumprimento dos requisitos Entry-Level do ILCD (subcapítulo 2.3.2.1.2).

#### 4.2.1.2. REGIONALIZAÇÃO DE ICV JÁ EXISTENTES

Atualmente, existem mais de 38 bases de dados de ICV no mundo (subcapítulo 2.3.3), sendo que muitas destas bases possuem inventários de produtos brasileiros como podem ser observados na Tabela 6, 7 e 8 do documento. A maioria dos ICV são processos desenvolvidos a partir de dados secundários e/ou adaptados a partir de ICV já existentes de produtos de outras realidades (ex. países europeus).

De maneira similar, alguns trabalhos nacionais de ACV utilizam esta estratégia (Alvarenga et al., 2012; Prudêncio da Silva, 2011; Zanghelini et al., 2014), construindo inventários a partir de dados primários em paralelo com inventários internacionais adaptados. Embora a adaptação de ICV seja contraditória com os requisitos finais de qualidade do ILCD, atual formato de ICV adotado pelo PBACV, a adaptação de processos existentes em bases internacionais é uma oportunidade para a construção de uma estrutura inicial que forneça a fundamentação para o desenvolvimento de uma base de dados mais completa, servindo de referência para estudos nacionais na condução de projetos de ACV permitindo assim o aprimoramento destes processos. Além disso, esta base inicial permitirá a padronização dos processos usados na realização de projetos de ACV de produtos brasileiros diminuindo a variabilidade nos resultados e conseqüentemente aumentando a credibilidade da ACV perante a visão empresarial.

Baitz et al. (2013) descreve a regionalização de ICV existentes em três etapas: a primeira e mais simples é adaptar a fonte de energia, embora os autores destacam que esta adaptação é válida somente nos casos em que a energia é o fluxo mais relevante nos resultados da ACV sob análise. A segunda etapa de adaptação de ICV existentes é alterar os processos upstream com dados regionais, enquanto na terceira etapa é checar e coletar informações específicas da tecnologia usada na região para adaptar os processos de maneira adequada. Na terceira etapa os dados devem ser provenientes da indústria e validados por associações ou redes do setor.

A criação de grupos de trabalho específicos por setores de atividade prioritários pode facilitar a adaptação de ICV existentes, como por exemplo, destinar ao Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) processos relacionados com extração e beneficiamento de minérios, aproveitando

o conhecimento do CETEM na área, bem como disponibilidade de informações sobre caracterização mineralógica e tecnológica do setor e a acessibilidade do centro com a indústria. De maneira similar, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e suas unidades é um potencial centro para a adaptação de processos do setor de agronegócio.

### **4.2.1.3. CONSTRUÇÃO DE NOVOS PROCESSOS DE LCI**

A partir de uma base de dados com uma estrutura inicial que contemple processos da indústria de base (ex. agronegócios, minerais, petroquímicos, etc.), o país estaria apto para o desenvolvimento de novos processos de ICV.

A criação de novos ICV é intensiva na coleta de dados e demanda tempo e custos maiores do que na adaptação de processos existentes. No entanto, devido a incorporação do conhecimento adquirido na adaptação de ICV existentes associados a primeira aproximação com a indústria (terceira etapa adaptação ICV, subcapítulo 4.2.1.2), tais barreiras tendem a ser mais facilmente transpostas, além de permitir o desenvolvimento de inventários com um nível alto de qualidade tanto na coleta de dados primários quanto na completeza e validação dos inventários para que estes sejam compatíveis com os requisitos de qualidade do ILCD.

Neste processo, o envolvimento de empresas e setores industriais é crucial para a criação de inventários de qualidade com dados confiáveis e que representem a realidade da tecnologia empregada pelas indústrias nacionais.

Na Europa, para a consolidação de bases de dados específicos de alguns setores, foram desenvolvidas parcerias com associações, como por exemplo, a PlasticsEurope e a European Aluminum Association.

A participação das associações é importante na construção de ICV, pois fornece um elo de ligação entre a indústria e produtores de ICV, servindo como uma entidade imparcial que pode gerenciar dados de várias empresas concorrentes e deste modo fornecer ao público dados médios para o setor.

No Brasil, a Associação Nacional da Indústria de Cerâmica (ANICER) pode auxiliar o PBACV compartilhando a experiência da associação no desenvolvimento do perfil ambiental da telha cerâmica junto às indústrias do setor, além de servir como um potencial fornecedor de informações para a base nacional.

A Rede Empresarial Brasileira de ACV, atualmente coordenada pelo CEBDS é outra oportunidade para o desenvolvimento de inventários de qualidade, uma vez que envolve várias empresas líderes de mercado em seus respectivos segmentos. Com relação ao uso dos dados fornecidos pela indústria, em todas as estratégias discutidas, um aspecto relevante é o segredo industrial, que devido a questões de competitividade de mercado, tem e ser cumprido. Neste caso, as empresas devem ser incentivadas a fornecerem as informações de seus produtos a partir de dados de processos agregados, protegendo assim o segredo industrial, estratégia utilizada, por exemplo, pela PlasticsEurope.

### **4.2.2. APOIO À DISPONIBILIZAÇÃO DE PROCESSOS DE ICV “BRASILEIROS” EM BASES DE DADOS INTERNACIONAIS**

O desenvolvimento de conjuntos de dados regionais é um tema relevante na aplicação da ACV por parte do setor industrial, tanto em nível nacional quanto para empresas internacionais,

devido à dispersão geográfica associada a muitas cadeias de valor existentes. O desenvolvimento de uma base brasileira de ICV e a capacitação de especialistas em ACV altamente qualificados pode auxiliar o processo de colaboração entre Brasil e União Europeia por meio da validação de ICV desenvolvidos em centros de pesquisa europeus, por exemplo, nos processos doecoinvent (capítulo 2, Tabela 6), bem como auxiliar estes centros no desenvolvimento de novos processos para produtos fabricados no Brasil.

Do ponto de vista de uma base brasileira, atualmente o PBACV está se estruturando para centralizar os ICV desenvolvidos em âmbito nacional para facilitar a comunicação e disponibilização de dados nacionais para a indústria nacional e internacional. Atualmente, podem ser encontrados inventários de produtos brasileiros provenientes da refinaria de petróleo sob o controle do Ibict, da produção de diesel desenvolvido pela UnB, produção e distribuição de energia elétrica e produção de fertilizantes desenvolvidos em trabalhos publicados pelo Grupo de Pesquisa de Prevenção à Poluição (GP2) da USP, produtos do setor agropecuário desenvolvido no Grupo de Pesquisa em Avaliação do Ciclo de Vida (Ciclog) da UFSC, produção de biocombustível etanol desenvolvido pelo CTBE, embalagens plásticas pelo CETEA/ITAL e inventários de rochas ornamentais pelo CETEM.

No âmbito da colaboração para validação de ICV de produtos brasileiros em bases de dados europeias, o Brasil possui profissionais qualificados principalmente no setor acadêmico e em centros de pesquisa como demonstrado pela Tabela 13 (capítulo 3). Na academia destacam-se os professores da UnB, da USP, UDESC, UTFPR e UFSC. Nos centros de pesquisa destacam-se o CETEA/ITAL, o CTBE, a Embrapa e a EPAGRI.

### 4.2.3. REGIONALIZAÇÃO DE FATORES DE CARACTERIZAÇÃO DE CATEGORIAS DE IMPACTO AMBIENTAL

A complexidade que envolve as cadeias de valores que podem para um mesmo produto ter materiais fabricados em diversas partes do planeta, tem posicionado a regionalização de métodos de AICV com importância semelhante à regionalização de dados de ICV (Baitz et al., 2013), sobretudo para produtos que possuem seus impactos fortemente associados a categorias de impacto de âmbito regional ou local, como no caso de produtos agrícolas provenientes da extração de minerais. Exemplos de categorias de impacto que sofrem influência das características do ambiente na qual ocorrem são as toxicidades de água e solo, acidificação, eutrofização, formação de oxidantes fotoquímicos e impactos sobre o uso e ocupação do solo e perda da biodiversidade. Outros métodos, como os de quantificação da pegada hídrica também possuem fatores de caracterização regionais ou por país (Boulay et al., 2011; Hoekstra et al., 2012; Motoshita et al., 2011).

A regionalização de fatores de caracterização é uma área na qual pode haver uma colaboração entre o Brasil e a União Europeia, uma vez que os principais métodos e modelos de AICV têm sido desenvolvidos na Europa, como o ReCiPe (Goedkoop et al., 2009), o CML-IA (Guinée et al., 2002), o EDIP (Hauschild; Potting, 2003) e o mais recente ILCD (EC/JRCIES, 2010). No Brasil, as primeiras iniciativas para regionalização de fatores de caracterização são de Souza (2010) para impactos do uso de terra. Atualmente, no Brasil, o desenvolvimento de fatores de caracterização regionalizados vem sendo elaborado para as categorias de impacto de acidificação, eutrofização,

toxicidade humana e ecotoxicidade, uso de terra (serviços ecossistêmicos, biodiversidade, salinização, desertificação), recursos energéticos, recursos bióticos, escassez hídrica, efeitos respiratórios inorgânicos, e, em um segundo momento, para a categoria de formação de oxidantes fotoquímicos.

#### **4.2.4. UTILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA/METODOLÓGICA DESENVOLVIDA NA EUROPA**

Atualmente, o Brasil não possui sistemas que possam servir de auxílio para a União Europeia em termos de infraestrutura tecnológica e/ou metodológica. No entanto, existe a possibilidade de colaboração no caminho inverso. No subcapítulo 2.3.2 estão descritas algumas ferramentas tecnológicas atualmente utilizadas pelo European Platform on Life Cycle Assessment (EPLCA) que representam uma oportunidade de transferência de tecnologia e conhecimento. Estas ferramentas, tais como o Soda4LCA e o ILCD editor, auxiliam a gestão de bases de dados e disponibilizam uma interface que permite a disponibilização dos resultados de ICV ao público de maneira rápida e gratuita, além de permitir a edição dos dados nos 7 conjuntos de dados do ILCD. O uso destas ferramentas pode auxiliar o PBACV na troca de informações de ICV com grupos e centros de pesquisa e empresas parceiras.

#### **4.2.5. DESENVOLVIMENTO DE BASES DE DADOS INPUT-OUTPUT AMBIENTAIS**

As principais bases de dados de ACV existentes a nível mundial e europeu estão focadas em

processos, produtos e serviços, numa lógica bottom-up, alicerçada em processos unitários. É o caso da ELCD 3.0 e da ecoinvent 3.1, por exemplo.

No entanto, ressalta-se que existe ainda um conjunto de base de dados desenvolvidas de forma diferenciada e baseadas numa abordagem macroeconômica top-down, de modo a considerar os efeitos inter industriais do sistema de produto/processos (Hendrickson et al., 1998) e que têm em conta as matrizes entradas-saídas económicas de cada país ou região, são compiladas pelos institutos de estatística no âmbito da caracterização das contas nacionais e são utilizadas na metodologia dos Quadros Entradas-Saídas (QES)<sup>26</sup> (Leontief, 1985).

Às matrizes entradas-saídas pode ser associada a informação ambiental (e.g. emissões), o que permite a utilização de ferramentas de avaliação baseadas no ciclo de vida diferentes da ACV tradicional, como a EIO-LCA e Hybrid LCA (ver por exemplo, Suh (2004), Suh (2006) e Ferrão e Nhambiu (2006)).

Em nível europeu, entre as bases de dados de entradas-saídas ambientais, contam-se a EU & DK Input-Output database e a Swiss Input-Output database, que são parte integrante do software SimaPro 8.0.

A combinação da ACV tradicional com a QES é uma área de desenvolvimento (Zamagni, 2012), como se pode atestar pelos diversos artigos publicados em revistas científicas, bem como pelos projetos de investigação desenvolvidos no âmbito do 6º e 7º Programas Quadro da UE (e.g. FORWAST<sup>27</sup>,

26. Input-Output Analysis (IOA), em inglês.

27. FORWAST project. Overall mapping of physical flows and stocks of resources to forecast waste quantities in Europe and identify life-cycle environmental stakes of waste prevention and recycling. Specific Targeted Research Projeto financiado pela Comissão Europeia no âmbito do 6º Programa Quadro da UE. <http://forwast.brgm.fr/>

EXIOPOL<sup>28</sup>, CREEA<sup>29</sup> e DESIRE<sup>30</sup>).

Nesse sentido, identifica-se uma oportunidade de colaboração entre a UE e o Brasil, tendo em conta a experiência adquirida a nível europeu. Esta colaboração pode passar, por exemplo, pelo objetivo de construção de uma base de dados entradas-saídas brasileira com informação ambiental, que seja atualizada e apresente um grau de resolução intersectorial adequado, de modo a poder ser incluída futuramente no Sistema de Inventários do Ciclo de Vida para a Competitividade da Indústria Brasileira (SICV) complementarmente aos conjuntos de dados tradicionais<sup>31</sup>, permitindo assim o uso de ferramentas híbridas aplicadas a casos de estudo brasileiros.

Observa-se que para esse efeito seria importante envolver os organismos de estatística do Brasil e Europa, para além de investigadores ou empresas que atualmente desenvolvem trabalho nesta área.

## 4.2.6. PEGADA AMBIENTAL DOS PRODUTOS E ORGANIZAÇÕES

Em nível mundial e europeu, existe atualmente uma grande profusão de rótulos ecológicos e tipos de declarações ambientais de produto. Isso acarreta algumas consequências, como por exemplo (Comissão Europeia, 2013):

- Existe uma panóplia de metodologias diferentes, com as suas características, regras e âmbitos que são aplicadas de forma distinta a nível europeu/internacional/nacional.
- Aumenta o nível dos custos incorridos pelas empresas, que caso queiram comunicar ambientalmente os seus produtos e organizações em diferentes locais, necessitam de adotar diferentes standards.
- Contribui para a desconfiança de consumidores e empresas face às comunicações ambientais das empresas e dos seus produtos.

Nesse contexto, em 2013 a União Europeia lançou a iniciativa “Single Market for Green Products” (<http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/>), que tem por base a aplicação da ACV e que contempla não só a avaliação da pegada dos produtos, mas igualmente das organizações.

A iniciativa contempla uma fase piloto de três anos, com a participação voluntária de várias entidades, como empresas, associações empresariais, universidades, etc.. A fase piloto visa testar a implementação do sistema a nível europeu, incluindo no que concerne à comunicação B2C e B2B, a fim de se retirarem ilações que levarão no final a um conjunto de recomendações a elaborar pela Comissão Europeia.

28. EXIOPOL project. A new environmental accounting framework using externality data and input-output tools for policy analysis. Projeto financiado pela Comissão Europeia no âmbito do 6º Programa Quadro da UE. <http://www.feem-project.net/exiopol/>

29. CREEA project. Compiling and Refining Environmental and Economic Accounts (CREEA). Projeto financiado pela Comissão Europeia no âmbito do 7º Programa Quadro da UE. <http://creea.eu/>. O Brasil foi analisado no âmbito deste projeto. Ver por exemplo, Tukker et al. (2014).

30. DESIRE project. Develop and apply an optimal set of indicators and models to analyse and monitor the European progress towards resource-efficiency. Projeto financiado pela Comissão Europeia no âmbito do 7º Programa Quadro da UE. <http://fp7desire.eu/>

31. De referir que já existe informação input-output relacionada com o Brasil. Por exemplo, no projeto CREEA fundado pela Comissão Europeia no âmbito do FP7 foi desenvolvida a base de dados exiobase (<http://www.exiobase.eu/>), que contem informação sobre o Brasil para o ano base de 2000 e que permitiu análise da pegada ambiental deste país no âmbito desse projeto (ver por exemplo, Tukker et al., 2014).

A iniciativa da Comissão Europeia tem despertado bastante interesse na Europa, sendo que atualmente já existe um conjunto alargado de produtos que estão a ser avaliados por grupos de trabalho constituídos para o efeito. Nesse sentido, esta iniciativa afigura-se como uma área de potencial colaboração UE- Brasil.

Atualmente, no Brasil, existe um número pequeno de declarações ambientais de produto e de rótulos específicos Brasileiros (foram identificados o sistema RGMat, para materiais de construção e o sistema l'm GreenTM, para polímeros produzidos a partir de fontes renováveis), mas existe um interesse de desenvolver Regras de Categoria de Produto (RDP) para vários tipos de produtos.

Nesse sentido, o trabalho já desenvolvido e em desenvolvimento na Europa poderá ser um ponto de partida interessante, caso se pretenda desenvolver rótulos específicos Brasileiros, até porque muitos dos casos de estudo em análise ao nível da UE estão concentrados em produtos que são relevantes para o Brasil, por exemplo, ligados ao setor agroalimentar.

No entanto, uma ideia mais interessante mas também mais complexa de explorar, seria o desenvolvimento de um caminho e abordagem comuns, por forma a minimizar muitos dos constrangimentos derivados da multiplicidade de rótulos e declarações ambientais existentes.

Outra ideia diz respeito a testar, com casos de estudo, os problemas/limitações/vantagens da aplicabilidade das PAP/PAO por parte de empresas fora da EU, mas que exportam para o espaço europeu, por exemplo, ao nível de:

- Disponibilidade e qualidade dos dados locais específicos de ICV , nomeadamente no quadro do desenvolvimento futuro do Sistema de Inventários do Ciclo de Vida para a Competitividade da Industria Brasileira (SICV)

e dos requisitos de qualidade e dados exigidos pelo sistema PAP/PAO.

- Capacidade de elaboração/certificação das pegadas ambientais de produto e pegada ambiental das organizações.

Por outro lado, poderá ser igualmente interessante a avaliação da recetividade da indústria (B2B) e dos consumidores (B2C) brasileiros a produtos europeus com pegada ambiental atribuída.

#### **4.2.7. CONTRATOS PÚBLICOS ECOLÓGICOS**

Deste 2008 que a UE tem vindo a desenvolver critérios para Contratos Públicos Ecológicos para vários tipos de produtos, sendo que o conceito do ciclo de vida e a redução dos seus impactos ambientais são aspectos transversais de base no estabelecimento dos requisitos aplicáveis a cada produto.

No que concerne ao Brasil, esta é uma área em desenvolvimento, sendo que atualmente a implementação deste tipo de sistemas ainda necessita de evoluções para o pensamento do ciclo de vida, embora exista uma série de normas e leis estabelecendo critérios ambientais que o organismo público deve seguir na realização de compras públicas.

Nesse sentido, esta área apresenta um potencial de colaboração interessante. Por exemplo, pela consideração pelos governos federal e estaduais do Brasil de alguns tipos de produtos para os quais os critérios já foram estabelecidos a nível Europeu, adaptando-os à realidade do Brasil. Neste âmbito, seria importante o estabelecimento de parcerias envolvendo entidades Brasileiras com:

- O JRC/IPTS, responsável pela elaboração de



muitos dos critérios para contratos públicos ecológicos.

- Entidades dos diferentes Estados Membros da União que são as responsáveis pela integração/monitorização dos critérios CPE nos concursos de aquisição públicos.

O objetivo passaria pela recolha de experiencias obtidas neste âmbito, tentando evitar assim muitos dos problemas que surgiram na formulação das estratégias nacionais para as compras públicas ecológicas e da implementação concreta destes sistemas.

Do lado da UE, seria igualmente interessante a partilha de experiencias brasileiras neste campo, dado que a implementação dos contratos públicos ecológicos, sendo de aplicação voluntária na UE, apresenta ainda níveis reduzidos em vários estados-membros.

#### **4.2.8. POLÍTICA DE RESÍDUOS**

No âmbito da política ambiental europeia, uma área que tem merecido especial atenção desde há bastantes tempo é a política de resíduos. Nesse sentido, foi acumulada bastante experiencia nesta área, sendo que a partilha de experiência entre a UE e o Brasil pode ser benéfica, com vista ao desenvolvimento do setor no Brasil e dos resultados obtidos, por exemplo, ao nível:

- Instrumentos e medidas para aumentar a produtividade dos recursos e promover a circularidade da economia.
- As políticas de responsabilidade alargada do produtor e instrumentos de suporte relacionados para produtos específicos (e.g. constituição de entidades gestoras sem fins lucrativos, etc.).



# REFERÊNCIAS

## REFERÊNCIAS CAPÍTULO 1

Ibict (2014). Termos de Referência (TDR) - Diálogos Brasil - União Europeia sobre Análise do Ciclo de Vida, Brasília, 2014.

Ibict (2014b). Diálogos Brasil - União Europeia sobre Análise do Ciclo de Vida, Conclusões da reunião inicial do projeto - Proposta de planejamento do trabalho, versão 16 de julho de 2014, Brasília, Brasil.

## REFERÊNCIAS CAPÍTULO 2

2.-0 LCA Consultants (2014). What is (was) SPOLD. Disponível em <http://lca-net.com/> (acesso: Julho de 2014).

Acero, A. P., Rodrigues, C., Citroth, A. (2014). Impact assessment methods in Life Cycle Assessment and their impact categories, GreenDelta, Berlin.

Afrane, G., Arvidsson, R., Baumann, H., Borg, J., Keller, E. Milà í Canals, L., Selmer, J. (2013). A product chain organisation study of certified cocoa supply, The 6th International Conference on Life Management.

Althaus, H.-J., Bauer, C., Doka, G., Dones, R., Hischer, R., Hellweg, S., Humbert, S., Köllner, T., Loerincik, Y., Margni, M., Nemecek, T. (2007). Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Rolf Frischknecht, Niels Jungbluth (Editors), Dübendorf, Suíça.

avnirR (2014). La plateforme [avnirR]. Disponível em <http://www.avnir.org/> (acesso: Julho de 2014)

Baitz, M., Albrecht, S., Brauner, E., Broadbent, C., Castellán, G., Conrath, P., Fava, J., Finkbeiner, M., Fischer, M., Fullana í Palmer, P., Krinke, S.,

Leroy, C., Loebel, O., Mckeown, P., Mersiowsky, I., Möglinger, B., Pfaadt, M., Rebitzer, G., Rother, E., Ruhland, K., Schanssema, A., Tikana, L. (2013). LCA's theory and practice: like ebony and ivory living in perfect harmony?, Int J Life Cycle Assess, 18 (1), 5-13, DOI 10.1007/s11367-012-0476-x

Basler and Hofman (1974). Studie Umwelt und Volkswirtschaft, Vergleich der Umweltbelastung von Behältern aus PVC, Glas, Blech und Karton. Basler & Hofman Ingenieure und Planer. Eidgenössisches Amt für Umweltschutz. Bern, Switzerland, 1974.

Biemann, K., Recchioni, M., Mathieux, F. (2013). Data quality assessment of LCI datasets – a systematic approach to integrate different user requirements, The 6th International Conference on Life Cycle Management in Gothenburg 2013.

Bio Intelligence Service (2011). Comparative Life-Cycle Assessment of nickel-cadmium (niCd) batteries used in Cordless Power Tools (CPTs) vs their alternatives nickel-metal hydride (NiMH) and lithium-ion (Li-ion) batteries, final report, document commissioned by the European Commission – DG ENV, 15 December 2011.

Bjørn, A., Owsianiak, M., Laurent, A., Molin, C., Westh, T., Hauschild, M. (2013). Mapping and characterization of LCA networks, Int J Life Cycle Assess (2013) 18:812–827, DOI 10.1007/s11367-012-0524-6

Blonk Agri-footprint BV. (2014a). Agri-Footprint - Part 1 - Methodology and basic principles - Version D1.0, Gouda, The Netherlands.

Blonk Agri-footprint BV. (2014b). Agri-Footprint - Part 2 - Description of data - Version D1.0, Gouda, The Netherlands.

BMW (2014). Desenvolvimento sustentável. Disponível em <http://www.bmw.com/com/>

en/insights/corporation/bmwi/sustainability.html#development (acesso: Julho de 2014)

BMW (2014). Informação Corporativa. Disponível em <http://www.bmwgroup.com/> (acesso: Julho 2014).

BMW (2014b). Working together to bring a visionary idea to life. Sustainable Value Report 2013.

Boulay, A. M., Bulle, C., Bayart, J.-B., Deschenes, L., Margni, M. (2011). Regional Characterization of Freshwater Use in LCA: Modeling Direct Impacts on Human Health, *Environmental Science & Technology* 2011, 45, 8948-8957.

BRE Global (2014). BRE Global Product Category Rules for Tyoe III environmental product declaration of construction products to EN 15804:2012+A1:2013. PN514, BRE Global Ltd, 2014, Watford, Uk.

BSI (2008). PAS 2050 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, BSI October 2008, ISBN 978 0 580 50978 0.

CASE-LCA (2014). CASE-LCA. Disponível em <http://www.case-lca.org/> (acesso: Julho de 2014).

CEN (2010). Packaging - Report on criteria and methodologies for life cycle analysis of packaging, CEN/TR 13910:2010.

CEPI (2014). Informação Corporativa. Disponível em <http://www.cepi.org/> (acesso: Julho 2014).

CEPI (2014b). CEPI Sustainability Report 2013. Final report

CEPS/College of Europe (2012). The Uptake of Green Public Procurement in the EU27, repost submitted to the European Commission, DG Environment, Centre for European Policy Studies (CEPS) and College of Europe, Brussels, 29 February 2012.

Ceso (2014). Terms of Reference, EU-Brazil Dialogues on Life-Cycle Assessment, Action Code: C&TE0002, Call for Participation: 7th Call, Dialogue: Science and Technology, Diálogos

setoriais União Europeia Brasil.

Ciroth, A., Graf, I., Srocka, M. (2013). The openLCA format converter – new release May 2013, May 16 2013, GreenDelta, Berlin.

Ciroth, A., Winter, S. (2014). openLCA 1.4 overview and first steps, Version 1.1, June 2014, GreenDelta, Berlin.

Comissão Europeia (2003). Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu relativa à Política integrada de produtos - Desenvolvimento de uma reflexão ambiental centrada no ciclo de vida, COM (2003)302, Bruxelas, 18 de Março de 2004.

Comissão Europeia (2008). Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões- Contratos públicos para um ambiente melhor, COM(2008) 400 final, Bruxelas, 16.7.2008.

Comissão Europeia (2011). Comprar ecológico! - Manual de contratos públicos ecológicos, 2ª edição, Comissão Europeia, Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2011, ISBN: 978-92-79-19930-1, doi: 10.2779/74936

Comissão Europeia (2012). Critérios CPE da UE para têxteis, Bruxelas, Belgica, 2012.

Comissão Europeia (2012). Proposta de Decisão do Parlamento Europeu e do Conselho relativa a um programa geral de ação da União para 2020 em matéria de ambiente «Viver bem, dentro das limitações do nosso planeta», COM(2012) 710 final, Bruxelas, Belgica, 29.11.2012.

Comissão Europeia (2013). Construir o Mercado Único dos Produtos Ecológicos - Facilitar uma melhor informação sobre o desempenho ambiental de produtos e organizações, Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu e ao Conselho, COM(2013) 196 final, Bruxelas, Belgica, 9.4.2013.

Comissão Europeia (2013b). Recomendação da Comissão, de 9 de abril de 2013, sobre a utilização de métodos comuns para a medição e comunicação do desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida de produtos e organizações, 2013/179/EU, Jornal Oficial da União Europeia, 4 de maio de 2013, L 124/1.

Daniels, P. e S. Moore (2002). Approaches for Quantifying the Metabolism of Physical Economies: Part I: Methodological Overview, *Journal of Industrial Ecology* 5(4) 69-93.

Directiva 94/62/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Dezembro de 1994, relativa a embalagens e resíduos de embalagens.

Directiva 2004/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro de 2004, que altera a Directiva 94/62/CE relativa a embalagens e resíduos de embalagens

European Commission (2009). Part III: Annexes to Commission Impact Assessment Guidelines, 15 January 2009, European Commission.

EC/JRC/IES (2007). Environmental Assessment of Municipal Waste Management Scenarios: Part I – Data collection and preliminary assessments for life cycle thinking pilot studies. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg. Publications Office of the European Union, EUR 23021 EN.

EC/JRC/IES (2007b). Environmental Assessment of Municipal Waste Management Scenarios: Part II – Detailed Life Cycle Assessments. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg. Publications Office of the European Union, EUR 23021 EN/2.

EC/JRC/IES (2010). International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - Nomenclature and other conventions. First edition. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2010. EUR 24384 EN.

EC/JRC/IES (2010b). ILCD Handbook: Specific guide for Life Cycle Inventory (LCI) data sets, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2010, EUR 24709 EN.

EC/JRC/IES (2010c). International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg. Publications Office of the European Union, March 2010, EUR 24708 EN.

EC/JRC/IES (2011). International Reference Life Cycle Data System (ILCD) - Documentation of LCA data sets. Version 1.1Beta, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2011, EUR 24381 EN.

EC/JRC/IES (2011b). Supporting Environmentally Sound Decisions for Bio-Waste Management, A practical guide to Life Cycle Thinking (LCT) and Life Cycle Assessment (LCA), European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2011, EUR 24917 EN.

EC/JRC/IES (2011c). Supporting Environmentally Sound Decisions for Waste Management, A technical guide to Life Cycle Thinking (LCT) and Life Cycle Assessment (LCA) for waste experts and LCA practitioners, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2011, EUR 24916 EN.

EC/JRC/IES (2012). International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Data Network - Compliance rules and entry-level requirements. Version 1.1, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2012. EUR 24380 EN.

EC/JRC/IES (2012b). LCI Review report template. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2012

EC/JRC/IES (2012c). International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Data Network - Management of UUID and version number of data sets. Version 1.0, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2012, EUR 25198 EN.

EC/JRC/IES (2012d). International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Characterization factors of the ILCD Recommended Life Cycle Impact Assessment methods, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2012, EUR 25167 EN.

ecoinvent Center (2009). Open Hearing for EcoSpold Data Format v1 Revision - Commented Summary of Feedback Received, developed by Peter Müller-Beilschmidt, Bo Weidema, Hamburg, May 2009.

ecoinvent Center (2013). Overview and methodology - Data quality guideline for the ecoinvent database, version 3, ecoinvent Center, May 2013, Zurich, Switzerland.

ecoinvent Center (2013b). Discover ecoinvent Version 3, ecoinvent Center, 2013, Zurich, Switzerland.

ecoinvent Center (2014). About us. Disponível em <http://www.ecoinvent.ch/> (acesso: Julho de 2014).

ecoinvent Center (2014b). Release of ecoinvent v3.1, press release, ecoinvent Center, July 2014, Zurich, Switzerland.

ecoinvent Center (2014c). ecoSpold Data Format. Disponível em <http://www.ecoinvent.ch/> (acesso: Julho de 2014).

ecoinvent Center (2014d). ecoSpold v2 Data Format. Disponível em <http://www.ecoinvent.ch/> (acesso: Julho de 2014).

ecoinvent Center (2014e). History of ecoinvent. Disponível em <http://www.ecoinvent.ch/> (acesso: Julho de 2014).

ECOLAS/PIRA (2005). Study on the implementation of the Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging Waste and Options to Strengthen Prevention and Re-use of Packaging, [http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/packaging/050224\\_final\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/packaging/050224_final_report.pdf).

EMPA (1984). Ökobilanzen von Packstoffen, Schriftenreihe Umweltschutz n. 24, Bundesamt für Umweltschutz, Bern, Switzerland, 1984.

EPLCA (2014). Life Cycle Data Network. Disponível em <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/> (acesso: Julho de 2014).

EPLCA (2014b). ELCD 3.0. Disponível em <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/> (acesso: Julho de 2014).

European Commission (2012). Commission Staff Working Document - Impact Assessment, Accompanying the document Communication from the Commission on Building the Single Market for Green Products: Facilitating better and credible information on environmental performance of products and organisations, European Commission, 2012, Brussels, Belgium.

European Commission (2014). Product Environmental Footprint Pilot Guidance - Guidance for the implementation of the EU Product Environmental Footprint (PEF) during the Environmental Footprint (EF) pilot phase, version 4.0, Brussels, Belgium.

European Union (2010). Green Public Procurement brochure, European Union, 2010, ISBN-13 978-92-79-19456-6, Catalogue number KH-32-11-670-EN-C.

Ferrão, P. (1998). Introdução à gestão ambiental: a avaliação do ciclo de vida de produtos, Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia, IST Press, Lisboa.

Finkbeiner, M. (2014). Product environmental footprint—breakthrough or breakdown for policy implementation of life cycle assessment?, *Int J, Life Cycle Assess* 19(2):266–271.

Finnveden, G., Hauschild, M., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R. (2009). Recent developments in Life Cycle Assessment, *Journal of Environmental Management*, vol. 91, 2009, pp. 1–21.

Galatola, M., Pant, R. (2014). Reply to the editorial “Product environmental footprint—breakthrough or breakdown for policy implementation of life cycle assessment?” written by Prof. Finkbeiner (*Int J Life Cycle Assess* 19(2):266–271), *Int J Life Cycle Assess* (2014) 19:1356–1360, DOI 10.1007/s11367-014-0740-3

Goedkoop M., Spriensma R. (2000). The Eco-indicator 99: a damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Methodology Report. PRé Consultants B.V. Amersfoort. Netherlands.

Goedkoop, M. (2013). A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. Final report. Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM).

Guinée, J., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T., Rydberg, T. (2011). Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future, *Environmental Science & Technology*, vol. 45, n. 1, 2011, pp. 90–96.

Guinée, J., Marieke G., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., van Oers, L. Sleeswijk, W., Suh, S., Udo de Haes, H., de Bruijn, H., van Duin, R., Huijbregts, M. (2001). Handbook on Life Cycle Assessment, Operational guide to the ISO standards Volume 1, 2a, 2b and 3, Center of Environmental Science (CML), Leiden University, The Netherlands.

Hauschild, M., Potting, J. (2003). Spatial differentiation in Life Cycle impact assessment - The EDIP2003 methodology. Institute for Product Development, Technical University of Denmark.

Hauschild, M., Wenzel, H. (1998). Environmental assessment of products. Vol. 2 - Scientific background, 565 pp., Chapman & Hall, United Kingdom, Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA. USA. ISBN 0412 80810 2

Hauschild, M., Goedkoop, M., Guinée, J., Heijungs, R., Huijbregts, M., Jolliet, O., Margni, M., Schryver, A., Humbert, S., Laurent, A., Sala, S., Pant, R. (2013). Identifying best existing practice for characterization modelling in life cycle impact assessment, *International Journal of Life Cycle Assessment* Vol. 18. pp. 683–697

Heijungs R. (2014). Ten easy lessons for good communication of LCA, *Int J Life Cycle Assess* (2014) 19:473–476, DOI 10.1007/s11367-013-0662-5.

Heijungs, R., Guinée, J., Huppes, G., Lankreijer, R., Udo de Haes, H., Wegener Sleeswijk, A., Ansems, A., Eggels, P., Duin, R. van Goede, H. (1992). Environmental Life Cycle Assessment of products, B & G, Leiden, The Netherlands.

Hischier, R. (2012). Ecoinvent - a common platform for your LCI datasets, Swiss Discussion Forum on Life Cycle Assessment, ecoinvent v3 – an introduction to the new features & data, DF LCA No. 48, Dübendorf, June 13, 2012.

Hoekstra, A., Mekonnen, M., Chapagain, A., Mathews, R., Richter, B. (2012). Global Monthly Water Scarcity: Blue Water Footprints versus Blue Water Availability, *PLoS ONE* 7(2): e32688, doi:10.1371/journal.pone.0032688

Huijbregts, J., Hellweg, S., Frischknecht, R., Hungerbühler, K., Hendriks, J. (2008). Ecological footprint accounting in the life cycle assessment of products, *Ecological Economics*, 64, 798-807.

Huisman, J., Magalini, F., Kuehr, R., Maurer, C., Ogilvie, S., Poll, J., Delgado, C., Artim, E., Szlezak, J., Stevels, A. (2007). 2008 Review of Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), study conducted by United Nations University, AEA Technology, GAIKER, Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe and TU Delft - Design for Sustainability for the European Commission, Contract No: 07010401/2006/442493/ETU/G4, ENV.G.4/ETU/2006/0032, 05 August 2007.

ILCA (2014). International Life Cycle Academy (ILCA) - About us. Disponível em <http://ilca.es/> (acesso: Julho de 2014).

ISO 14040:1997. Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland (substituted by ISO 14040:2006).

ISO 14040:2006, Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework e ISO 14044:2006, Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines.

ISO 14040:2006. Environmental management - Life cycle assessment --Principles and framework, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14042:2000. Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle impact assessment, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland (substituted by ISO 14040:2006).

ISO 14043:2000. Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle interpretation, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland (substituted by ISO 14040:2006).

ISO 14044:1998. Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland (substituted by ISO 14044:2006).

ISO 14044:2006. Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14045:2012. Environmental management - Eco-efficiency assessment of product systems - Principles, requirements and guidelines, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO/DIS 14046: 2014. Environmental management - Water footprint - Principles, requirements and guidelines, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

SO/DTS 14072. Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines for organizational life cycle assessment, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO/TR 14047:2012. Environmental management - Life cycle assessment - Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to impact assessment situations, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO/TR 14049:2012. Environmental management - Life cycle assessment - Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to goal and scope definition and inventory analysis, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO/TS 14048:2002. Environmental management - Life cycle assessment - Data documentation format, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO/TS 14071:2014. Environmental management - Life cycle assessment - Critical review processes and reviewer competencies: Additional requirements and guidelines to ISO 14044:2006, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

Jensen, A., Remmen, A. (2004). "Background Report for a UNEP Guide to Life Cycle Management - A Bridge to Sustainable Products.", Final draft, 30 December 2004, UNEP/SETAC Life Cycle Initiative.

Jolliet, O., Müller-Wenk, R., Bare, J., Brent, A., Goedkoop, M., Heijungs, R., Itsubo, N., Peña, C., Pennington, D., Potting, J., Rebitzer, G., Stewart, M., de Haes, H., Weidema, B. (2004). The LCIA midpoint-damage framework of the UNEP/SETAC life cycle initiative, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Volume 9, Issue 6, pp 394-404, November 2004, <http://dx.doi.org/10.1007/BF02979083>

JRC (2013). ELCD 3.0 - European reference Life Cycle Database, Joint Research Centre (JRC).

JRC (2014). Normalisation method and data for Environmental Footprints – Deliverable 2 of the AA Environmental Footprint and Material Efficiency Support for Product Policy (No. 70307/2012/ENV.C.1/635340), JRC Technical Report, September 2014.

Keller, E., Milà i Canals, L., King, H., Lee, J., Clift, R. (2013). Agri-food certification schemes: how do they address greenhouse gas emissions? *Greenhouse Gas Measurement and Management*. (in press). doi: 10.1080/20430779.2013.840200

Klöpffer W (2008). Life cycle sustainability assessment of products, *Int J Life Cycle Assess* 13(2):89–95.

Laurent, A., Hauschild, M., Golsteijn, L., Simas, M., Fontes, J., Wood, R. (2013). Deliverable 5.2: Normalisation factors for environmental, economic and socio-economic indicators, PROSUITE - Development and application of a standardized methodology for the PROspective SUsustainability assessment of Technologies, Report prepared within the EC 7th framework project, Copenhagen, 28 October 2013.

LifeCycleInitiative (2014). About the Life Cycle Initiative. Disponível em <http://www.lifecycleinitiative.org/> (acesso: Julho de 2014).

Lima, A. (2007). Avaliação do Ciclo de Vida no Brasil – Inserção E Perspectivas. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, Salvador, Brasil, 2007.

Meet Paper (2012). Myths and Realities. Information leaflet.

Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment Communications Directorate. (2000). The Eco-indicator 99 - A damage oriented method

for Life Cycle Impact Assessment. Methodology Report. The Hague. The Netherlands.

Motoshita, M., Itsubo, N., Inaba, A. (2011). Development of impact factors on damage to health by infectious diseases caused by domestic water scarcity, *Int J Life Cycle Assess* 16, 65-73.

Muñoz I., Rigarlsford, G., Milà i Canals, L., King, H. (2013). Accounting for greenhouse-gas emissions from the degradation of chemicals in the environment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(1), 252-262.

NESTLÉ (2014). Creating Shared Value and meeting our commitments 2013, Full Report.

NESTLÉ Waters (2014). Informação Corporativa. Disponível em <http://www.nestle-waters.com/> (acesso: Julho 2014).

NorLCA (2014). The Nordic Life Cycle Association. Disponível em <http://www.norlca.org/> (acesso: Julho de 2014).

NP EN ISO 14040:2008 (Ed. 2), Gestão ambiental. Avaliação do ciclo de vida. Princípios e enquadramento (ISO 14040:2006) e NP EN ISO 14044:2010, Gestão ambiental. Avaliação do ciclo de vida. Requisitos e linhas de orientação (ISO 14044:2006).

Jolliet, O., Frischknecht, R., Bare, J., Boulay, A-M., Bulle, C., Fantke, P., Gheewala, S., Hauschild, M., Itsubo, N., Margni, M., McKone, T., Mila y Canals, L., Postuma, L., Prado-Lopez, V., Ridoutt, B., Sonnemann, G., Rosenbaum, R., Seager, T., Struijs, J., van Zelm, R., Vigon, B., Weisbrod, A., and others (2014). Global guidance on environmental life cycle impact assessment indicators: findings of the scoping phase, *Int J Life Cycle Assess* (2014) 19:962–967, DOI 10.1007/s11367-014-0703-8

Paper Profile (2013). Paper Profile: A voluntary environmental Product Declaration which aims to help the paper buyer to make responsible paper choices. Information Leaflet.



Paperonline (2014), Informação sobre mitos e realidades. Disponível em <http://www.paperonline.org/myths-and-realities> (acesso: Julho 2014).

PE International (2012). GaBi Database & Modelling Principles 2012, Version 6.0 November 2012, PE International, Leinfelden – Echterdingen, Germany.

PE International (2013). GaBi Product Sustainability Software - Deliver more sustainable products and reduce operational costs with the #1 Life Cycle Assessment software, data and services, December 2013, PE International, Leinfelden – Echterdingen, Germany.

PE International (2014). GaBi Software. Disponível em <http://www.gabi-software.com/> (acesso: Julho de 2014).

Peereboom, E., Kleijn, R., Lemkowitz, S., Lundie, S. (1999). Influence of Inventory Data Sets on Life-Cycle Assessment Results: A Case Study on PVC, *Journal of Industrial Ecology*, 2(3) 109-130.

PlasticsEurope (2011). Eco-profiles and Environmental Declarations, Version 2.0 (April 2011), PlasticsEurope AISBL, Brussels, Belgium.

Plevin, R., Delucchi, M., Creutzig, F. (2014). Using attributional life cycle assessment to estimate climate-change mitigation benefits misleads policy makers: attributional LCA can mislead policy makers, *J Ind Ecol* 18(1):73–83. doi:10.1111/jiec.1274

Potting, J., Hauschild, M. (2004). Background for spatial differentiation in life cycle impact assessment – the EDIP2003 methodology, Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen.

PRé Consultants (2014). Agricultural LCA Database Agri-footprint, now Available in SimaPro press release, Amersfoort, The Netherlands.

Pré Consultants (2014). LCA Discussion List. Disponível em <http://www.pre-sustainability.com/> (acesso: Julho de 2014).

RDC/Pira (2003). Evaluation of costs and benefits for the achievement of reuse and recycling targets for

the different packaging materials in the frame of the packaging and packaging waste directive 94/62/EC, Final consolidated report, RDC-Environment & Pira International, March 2003.

Recchioni, M., Mathieux, F. (2012). ILCD Data Network: an IT infrastructure to increase accessibility and availability of quality assured LCI datasets, [avniR] 2012 LCA Conference, 6-7 November 2012 in Lille, France.

Recchioni, M., Mathieux, F., Allacker, K., Schau, E., Pennington, D. (2013). Context: PEF, ELCD, ILCD Data Network, The International Reference Life Cycle Data System Data Network (ILCD DN): theory and practice, 12 May 2013, SETAC Europe Conference, Glasgow (UK), May 2013.

Recchioni, M., Mathieux, F., Allacker, K., Schau, E., Pennington, D. (2013b). ILCD: reference documentation and Developer Kit, The International Reference Life Cycle Data System Data Network (ILCD DN): theory and practice, 12 May 2013, SETAC Europe Conference, Glasgow (UK), May 2013

Recomendação da Comissão 2013/179/EU. Recomendação da Comissão, de 9 de abril de 2013, sobre a utilização de métodos comuns para a medição e comunicação do desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida de produtos e organizações, Bruxelas, 2013.

Rete Italiana LCA (2014). Rete Italiana LCA, Disponível em <http://www.reteitalianalca.it/> (acesso: Julho de 2014)

Ribeiro (2008). A Ecologia Industrial e a Gestão de Resíduos em Portugal – Políticas e Ferramentas para o Fecho dos Ciclos dos Materiais, Doutorado em Engenharia do Ambiente, Instituto Superior Técnico (IST), Lisboa, sob a orientação do Prof. Doutor Paulo Manuel Cadete Ferrão, Professor Associado com Agregação do Departamento de Engenharia Mecânica do I.S.T.

Rigarlsford, G., Milà i Canals, L., King, H. (2013). Case study: Margarine production, EU FP7 LC-IMPACT project, 1-71 3.

Rosenbaum, R. (2008). USEtox - the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in life cycle impact assessment, *Int J Life Cycle Assess*, 13, 532-546.

Rosenbaum, R., Bachmann, T., Gold, L., Huijbregts, M., Jolliet, O., Juraske, R., Koehler, A., Larsen, H., MacLeod, M., Margni, M., McKone, T., Payet, J., Schuhmacher, M., van de Meent, D., Hauschild, M. (2008). USEtox — the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in life cycle impact assessment, *Int J Life Cycle Assess*, DOI 10.1007/s11367-008-0038-4.

Ruimte en Limieu, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (2013). ReCiPe 2008: A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. Amsterdam. Netherlands.

Ruiz, E. (2013). Introdução aoecoinvent versão 3 - Treinamento Embrapa, ecoinvent Centre, Outubro de 2013, tradução Cássia Maria Lie Ugaya, Brasil.

Sala, S., Pant, R., Brandão, M., Pennington, D. (2011). Life Cycle Impact Assessment: Research Needs and Challenges from Science to Policy Making, 1st World Sustainability Forum, Switzerland.

Schatsky, D. (2011). Life Cycle Assessment. A Guide for Sustainability and Strategy Executives, ISSP Conference 2011, September 22, 2011

SCORELCA (2014). SCORELCA. Disponível em <http://www.scorelca.org/> (acesso: Julho de 2014).

SETAC (1993). Guidelines for Life-Cycle Assessment: A 'Code of Practice', 1st ed., Consoli, F., Allen, D., Boustead, I., Oude, N. de Fava, J., Franklin, W., Quay, B., Parrish, R., Perriman, R., Postlethwaite, D., Seguin, J., Vigon, B., Eds., SETAC-Europe: Brussels, Belgium, 1993.

Suh, S., Yanh, Y. (2014). On the uncanny capabilities of consequential LCA, *Int J Life Cycle Assess*, DOI 10.1007/s11367-014-0739-9

Sundström, G. (1971) Investigation of energy requirements from raw material to garbage treatment for four Swedish beer and packaging alternatives, Malmö, Sweden, 1971.

Swarr, T., Hunkeler, D., Klöpffer, W., Pesonen, H., Ciroth, A., Brent, A., Pagan, R. (2011). Environmental life cycle costing: a code of practice, SETAC Press, Pensacola, ISBN 978-1-880611-87-6.

Twosides (2014). Site associativo. Disponível em: <http://www.twosides.info/> (Acesso: Julho 2014).

Udo de Haes, H (2002). Industrial Ecology and Life Cycle Assessment, In: A Handbook of Industrial Ecology. p. 138-148, Ed. Edward Elgar, Cheltenham, UK, 2002.

UNEP (2009). Guidelines for social life cycle assessment of products, United Nations Environment Programme, 2009, Paris, ISBN: 978-92-807-3021-0, Job Number: DTI/1164/PA

UNEP (2010). Malmö Ministerial Declaration, United Nations Environment Programme, Sweden, 29 to 31 May 2000.

UNEP/SETAC (2008). LCA (Life Cycle Assessment) Training Kit Material, available in <http://www.unep.org/resourceefficiency/Home/Assessment/LifeCycleApproachesandIndicators/Publications/TrainingTools/tabid/101300/Default.aspx>, consulted September 9th, 2014.

UNEP/SETAC (2009). Life Cycle Management: How business uses it to decrease footprint, create opportunities and make value chains more sustainable, United Nations Environment Programme (UNEP) e da Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Paris.

UNEP/SETAC (2011a). Towards a Life Cycle Sustainability Assessment - Making informed choices on products, United Nations Environment Programme (UNEP) e da Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), ISBN: 978-92-807-3175-0, Job Number: DTI/1412/PA, Paris.

UNEP/SETAC (2011b). Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases - A Basis for Greener Processes and Products, United Nations Environment Programme (UNEP) e da Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), ISBN: 978-92-807-3174-3, Job Number: DTI/1410/PA, Paris.

UNILEVER (2013). Introduction to Unilever. Corporate brochure.

UNILEVER (2014), Informação Corporativa. Disponível em <http://www.unilever.com/> (Acesso: Julho 2014).

UNILEVER (2014), Programa Sustainable Living. Disponível em <http://www.unilever.com/sustainable-living-2014/> (Acesso: Julho 2014).

Van der Veen, A. (2010). Ecological footprint. IVM – Institute for Environmental Studies, Amsterdam.

Wackernagel, M., Rees, W. (1996). Our ecological footprint: reducing human impact on the earth. New Society Publishers, Gabriola Island, Canada.

Weidema, B. (1999). SPOLD '99 format - an electronic data format for exchange of LCI data, June 1999, <http://www.spold.org/>

Wenzel, H., Alting, L. (1999). Danish Experience with the EDIP Tool for Environmental Design of Industrial Products. Institute for Product Development, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark.

Wenzel, H., Hauschild, M., Alting, L. (1997). Environmental assessment of products. Vol. 1 - Methodology, tools, techniques and case studies, 544 pp. Chapman & Hall, United Kingdom, 1997, Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA. USA. ISBN 0 412 80800 5.

Zamagni, A. (2012). Life cycle sustainability assessment, editorial, *Int J Life Cycle Assess* (2012) 17:373–376, doi: 10.1007/s11367-012-0389-8

## REFERÊNCIAS CAPÍTULO 3

ABCV (2014). Associação Brasileira de Ciclo de Vida. Disponível em: <http://abcvbrasil.org.br/>. Acesso em: 17/07/2014.

ABNT (2006). Histórico ABNT – 65 anos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/imagens/HISTORICO%20ABNT%20-%2065%20ANOS.pdf>. Acesso em: 17/07/2014.

ABRE (2013). Protocolo global sobre sustentabilidade de embalagens 2.0. Comitê de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Associação Brasileira de Embalagem. [online]. Disponível em: [www.abre.org.br](http://www.abre.org.br). Acesso em: 24/07/2014.

Almeida, M.C. (2009). Avaliação social do ciclo de vida de produtos: proposta de método e avaliação preliminar do álcool etílico hidratado combustível. 144 f. Tese (Doutorado em Energia) Universidade de São Paulo, São Paulo.

Alvarenga, R.A.F. de. (2010). Avaliação de métodos de AICV: um estudo de caso de quatro cenários de ração para frangos de corte. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Alvarenga, R.A.F., Dewulf, J., Van Langenhove, H., Huijbregts, M.A.J. (2013). Exergy-based accounting for land as a natural resource in life cycle assessment. *Int J Life Cycle Assess*. Online First. DOI: 10.1007/s11367-013-0555-7.

ANICER (2014). Cartilha Ambiental: Cerâmica vermelha. Projeto Cerâmica Sustentável é + vida. Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. Disponível em: [http://www.anicer.com.br/arquivos/CartilhaAmbiental\\_CeramicaVermelha-2014.pdf](http://www.anicer.com.br/arquivos/CartilhaAmbiental_CeramicaVermelha-2014.pdf). Acesso em: 18/08/2014.

Baitz, M., Albrecht, S., Brauner, E., Broadbent, C., Castellan, G., Conrath, P., Fava, J., Finkbeiner, M., Fischer, M., Fullana I Palmer, P., Krinke, S., Leroy, C.,

Loebel, O., Mckeown, P., Mersiowsky, I., Möginger, B., Pfaadt, M., Rebitzer, G., Rother, E., Ruhland, K., Schanssema, A., Tikana, L. (2013). LCA's theory and practice: like ebony and ivory living in perfect harmony? *Int J Life Cycle Assess*, 18 (1), 5-13. DOI 10.1007/s11367-012-0476-x

Bare, J. (2010). Life cycle impact assessment research developments and needs. *Clean Technologies and Environmental Policy* 12, 341-351.

Brasil (1993). Lei nº 8.666 de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília, 21 de junho de 1993.

Brasil (1997). Lei nº 9.433 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

Brasil (2008). Projeto de Lei do Senado nº366 de 2008.. Senado Federal. Disponível em: [http://www.senado.leg.br/atividade/materia/detalhes.asp?p\\_cod\\_mate=87651](http://www.senado.leg.br/atividade/materia/detalhes.asp?p_cod_mate=87651). Acesso em 16/09/2014.

Brasil (2009). Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, 30 dez. 2009.

Brasil (2010a). Resolução nº 03/2010. Dispõe sobre a Aprovação do Termo de Referência do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida e dá outras providências. Conselho Nacional de Metrologia, Normalização, e Qualidade Industrial – CONMETRO, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC.

Brasil (2010b). Resolução nº 04/2010. Dispõe sobre a Aprovação do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida e dá outras providências. Conselho Nacional de Metrologia, Normalização, e Qualidade Industrial – CONMETRO, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC.

Brasil (2010c). Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

Brasil (2010d). Guia de Compras Públicas Sustentáveis para Administração Federal. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em: [http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/?page\\_id=1703](http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/?page_id=1703). Acesso em: 15/09/2014.

Brasil (2010e). Instrução Normativa nº 01 de 19 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. Brasília, 20 de janeiro de 2010

Brasil (2011a). Resolução nº 01/2011. Dispõe sobre a Aprovação do Regimento Interno e da composição do Comitê Gestor do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida e dá outras providências. Conselho Nacional de Metrologia, Normalização, e Qualidade Industrial – CONMETRO, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC.

Brasil (2011b). Plano de ação para Produção e Consumo Sustentáveis – PPCS. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.

Brasil (2012a). Projeto de Lei 3.899. Institui a Política Nacional de Estímulo à Produção e ao Consumo Sustentáveis.

Brasil (2012b). Decreto nº 7.746 de 5 de junho de 2012. Regulamenta o art. 3o da Lei no 8.666,

de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública – CISAP. Brasília, 5 de junho de 2012.

Brasil. (2014). Plano Nacional: Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/plano-nacional>. Acesso em: 04/08/2014.

Braskem (2013). Rede Empresarial Brasileira de Avaliação de Ciclo de Vida tem evento inaugural no Brasil. Releases 30/10/2013. Disponível em: <http://www.braskem.com.br/site.aspx/Detail-releases/Rede-Empresarial-Brasileira-de-Avaliacao-de-Ciclo-de-Vida-tem-evento-inaugural-no-Brasil>. Acesso em 16/08/2014.

Braskem (2014a). Relatório Anual de 2013. Disponível em: [file:///C:/Users/Ciclog-UFSC/Downloads/Braskem\\_RA\\_2013\\_PT.pdf](file:///C:/Users/Ciclog-UFSC/Downloads/Braskem_RA_2013_PT.pdf). Acesso em: 15/08/2014.

Braskem (2014b). Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): A ACV na Braskem. Disponível em: <http://www.braskem.com/site.aspx/avaliacao-de-ciclo-de-vida>. Acesso em: 15/08/2014.

Braskem (2014c). Polietileno verde I'm Green™ (PE verde I'm green™). Disponível em: <http://www.braskem.com.br/site.aspx/PE-Verde-Produtos-e-Inovacao>. Acesso em 01/08/2014.

Braskem (2014d). Manual de aplicação. Disponível em: <http://www.braskem.com.br/site.aspx/Proposta-do-Selo>. Acesso em: 01/08/2014.

BRF. Alavancar a sustentabilidade na cadeia de valor: Ciclo de vida do sistema. Disponível em: [http://www.brasilfoods.com/ri/siteri/web/conteudo\\_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=32163](http://www.brasilfoods.com/ri/siteri/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=32163). Acesso em: 27/07/2014.

CEBDS. 2014. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://cebds.org/>. Acesso em: 25/11/2014.

CETEM (2014). Centro de Tecnologia Mineral. Núcleo Regional do Espírito Santo. Disponível em: <http://www2.cetem.gov.br/cetem-es.php>. Acesso em 15/09/2014.

Civit, B., Arena, A.P., Allende, D. (2012). Determination of regional acidification factors for Argentina. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1-11.

Coltro, L. (2007). Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão. Campinas: CETEA/ITAL, p. 75. [on-line]. Disponível em: [http://www.cetea.ital.sp.gov.br/figs/ACV\\_como\\_Instrumento\\_de\\_Gestao-CETEA.pdf](http://www.cetea.ital.sp.gov.br/figs/ACV_como_Instrumento_de_Gestao-CETEA.pdf). Acesso em: 17/07/2014.

Critchii Junior, A. (2007). Incorporação de indicadores sociais relacionados à avaliação de ciclo de vida: Estudo de caso em uma indústria metal-mecânica. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

Curran, M.A., Mann, M., Norris, G. (2005). The international workshop on electricity data for life cycle inventories. *J. Cleaner Prod.* 13 (8), 853–862.

Dong, Y.H., Ng, S.T. (2014). Comparing the midpoint and endpoint approaches based on ReCiPe – a study of commercial buildings in Hong Kong. *Int J Life Cycle Assess*, 19:1409-1423.

EMBRAPA (2013). Embrapa oferece treinamento em avaliação de ciclo de vida. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/nova/mostra2.php?id=1127>. Acesso em: 06/08/2014.

EMPA (2014). Capacity Building in Life Cycle Inventory Database development in BRASIL. Disponível em: [http://www.empa.ch/plugin/template/empa\\*/42811/---/l=2](http://www.empa.ch/plugin/template/empa*/42811/---/l=2). Acesso em 19/07/2014.

Finnveden, G., Hauschild, M.Z., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., Koehler, A., Pennington, D., Suh, S. (2009). Recent developments in Life Cycle Assessment. *J Environ Manage* 91:1-21.

Fonseca, R.C.Z. da. (2004). O PVC e a sustentabilidade ambiental: marcos históricos e o caso Amanco Brasil. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Fontinele, G.A. de A. (2010). Avaliação social do ciclo de vida de produto: Desenvolvimento de fichas metodológicas que possibilitem a pesquisa de indicadores para as subcategorias de impacto da parte interessada Trabalhador. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

Fundação Espaço ECO®. Disponível em: <http://www.espacoeco.org.br/>. Acesso em: 10/08/2014.

Fundação Vanzolini. RGMat. Disponível em: <http://www.rgmat.com.br/>. Acesso em: 27/07/2014.

GVces (2014). Compras Sustentáveis pela Inovação e por uma Economia Verde e Inclusiva. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <http://www.gvces.com.br/index.php?r=site/conteudo&id=677>. Acesso em 16/09/2014.

Guinée, J.B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T., Rydberg, T. (2011). Life cycle assessment: Past, present and future. *Environ Sci Technol* 45:90-96.

Haberland, N.T. (2014). Avaliação social de cadeia de fornecimento: método e aplicação na avaliação de nanocristais de celulose. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

Hauschild, M. (2006). Spatial Differentiation in Life Cycle Impact Assessment: A decade of method development to increase the environmental realism of LCIA. *Int J Life Cycle Assess* 11:11-13.

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aladaya, M.M., Mekonnen, M.M. (2011). Manual de avaliação da pegada hídrica: Estabelecendo o padrão global. Water Footprint Network. [online] Disponível: <http://www.waterfootprint.org/>. Acesso em 29/07/2014.

Ibict (2014a). Bem-vindo à comunidade ACV. Disponível em: <http://acv.ibict.br/>. Acesso em 20/07/2014.

Ibict (2014b). Desenvolvimento sustentável e avaliação do ciclo de vida. Brasília, Ibict: CNI, 37 p.

ICLEI (2014). Compras Sustentáveis pela Inovação e por uma Economia Verde e Inclusiva. ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade. Disponível em: <http://sams.iclei.org/o-que-fazemos/promovemos-a-acao-local/projetos-em-andamento/cps-inovacao.html>. Acesso em 16/09/2014.

Instituto ETHOS (2012). Walmart Brasil – Sustentabilidade de Ponta a Ponta. Práticas empresariais de Responsabilidade Social – 2012. Disponível em: [http://www3.ethos.org.br/wp-content/uploads/2013/12/Walmart\\_Sustentabilidade-de-Ponta-a-Ponta-2.pdf](http://www3.ethos.org.br/wp-content/uploads/2013/12/Walmart_Sustentabilidade-de-Ponta-a-Ponta-2.pdf). Acesso em 15/08/2014.

IRANI (2014). Relatório de sustentabilidade 2013. Disponível em: <http://www.irani.com.br/pt/info/relatorio-de-sustentabilidade>. Acesso em: 06/08/2014.

John, V.M., Angulo, S., Pacca, S.A. (2014). Avaliação do Ciclo de Vida Modular (ACV-M) na Construção Civil. Escola Politécnica da USP, departamento de Engenharia Civil. Conselho Brasileiro para Construção Sustentável. Apresentação ppt.

Kimberly-Clark (2011). Essencial: Relatório de sustentabilidade – ano base 2010. Disponível em: <http://www.kcessencial.com.br/ListagemRelatorios.aspx>. Acesso em 10/08/2014.

Kimberly-Clark (2012). Essencial: Relatório de sustentabilidade – ano base 2011. Disponível em: <http://www.kcessencial.com.br/ListagemRelatorios.aspx>. Acesso em 10/08/2014.

Kimberly-Clark (2013). Essencial: Relatório de sustentabilidade – ano base 2012. Disponível em: <http://www.kcessencial.com.br/ListagemRelatorios.aspx>. Acesso em 10/08/2014.

Kotsuka, L.K. (2013). Avaliação dos conceitos de água virtual e pegada hídrica na gestão de recursos hídricos: estudo de caso da soja e óleo de soja. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Lima, A.M.F. (2007). Avaliação do ciclo de vida no Brasil – Inserção e perspectivas. 116 f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Mendes, A. (2004). Prêmio Eco Design: Caso sacolas Natura. Disponível em: [http://www2.natura.net/Web/Br/ForYou/Hotsites/Premios/download/case\\_ecodesign\\_2004.pdf](http://www2.natura.net/Web/Br/ForYou/Hotsites/Premios/download/case_ecodesign_2004.pdf). Acesso em: 15/08/2014.

Mendes, N.C. (2013). Métodos e modelos de caracterização para a Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: análise e subsídios para a aplicação no Brasil. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, São Carlos.

Müller, G.T. (2012). Emprego da pegada hídrica e da análise de ciclo de vida para a avaliação do uso da água na cadeia produtiva do biodiesel de soja. 187 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Muniz, V.C.F. (2012). Análise da fundamentação da avaliação do ciclo de vida consequencial. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade de São Paulo, São Paulo.

Natura (2014a). Relatório Natura 2013: versão completa GRI. Disponível em: [http://www.relatoweb.com.br/natura/13/sites/default/files/natura\\_2013\\_completo\\_gri.pdf](http://www.relatoweb.com.br/natura/13/sites/default/files/natura_2013_completo_gri.pdf). Acesso em: 15/08/2014.

Natura (2014b). Tecnologias verdes: Disponível em: <http://naturaekos.com.br/tecnologias-verdes/>. Acesso em: 01/08/2014.

Nogueira, A.R. (2012). Impactos ambientais e o ciclo de vida de produtos: da extração de recursos até a destinação final dos resíduos sólidos. Apresentação realizada no V SEMEIA – Seminário em Estudos de Impactos Ambientais, Ilhéus, 14 de novembro de 2012.

Novak, L.H. (2013). Avaliação consequencial do ciclo de vida: inventário do uso do solo para produção prevista de biodiesel no Brasil em 2030. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

Ortega, L.G., (2014). Rede Empresarial Brasileira de Avaliação de Ciclo de Vida. Apresentação. Entrega pessoal.

Pavan, A.L.R. (2014). Análise de modelos de caracterização de impactos do uso da terra para a Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida e recomendações para subsidiar a aplicação no Brasil. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) Universidade de São Paulo, São Carlos.

Rack, M., Valdivia, S., Sonnemann, G. (2013). Life Cycle Impact Assessment—where we are, trends, and next steps: a late report from a UNEP/SETAC Life Cycle Initiative workshop and a few updates from recent developments. *Int J Life Cycle Assess* 18:1413–1420.

Ramirez, P.K.S., Petti, L., Haberland, N.T., Ugaya, C.M.L. (2014). Subcategory assessment method for social life cycle assessment. Part 1: methodological framework. *Int J Life Cycle Assess* 19:1515–1523. DOI 10.1007/s11367-014-0761-y

Rezende, M.T.R. (2014). INMETRO, the National Institute of Metrology, Quality and Technology. Apresentação. Entrega pessoal.

Santana, V.M. (2014). Análise ambiental e econômica de cenários de logística reversa de compressores por meio de avaliação de ciclo de vida. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Seo, E.S.M., Kulay, L. A. (2006). Avaliação do ciclo de vida: Ferramenta gerencial para tomada de decisão. *InterfacEHS. Revista de gestão integrada em saúde do trabalho e meio ambiente*. Disponível em: <http://www.revistas.sp.senac.br/index.php/ITF/article/viewFile/421/358>. Acesso em 19/07/2014.

Silva, G.A., Bräscher, M., Lamb, C.R., Galvão, D. (2010). Ontologia de avaliação do ciclo de vida: em busca de definições consensuais. In: *Anais do 2º Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida em Produtos e Serviços*, Florianópolis-SC, p. 89-94. Disponível em: <http://www.ciclodevida.ufsc.br/publicacoes.php>. Acesso em 20/07/2014.

Souza, D.M. de. (2010). Proposta de um modelo de caracterização de impactos do uso da terra, segundo indicadores de biodiversidade, em AICV : cálculo de fatores de caracterização para ecorregiões brasileiras. 312 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Souza, D.M. De, Flynn, D.F.B., Declerck, F., Rosenbaum, R.K., Lisboa, H. de M., Koellner, T. (2013). Land use impacts on biodiversity in LCA: proposal of characterization factors based on functional diversity. *Int J Life Cycle Assess* 18:1231–1242. DOI 10.1007/s11367-013-0578-0

Thiermann, U.B. (2012). Life Cycle Assessment (LCA) as an important tool for sustainable development in modern business and policy approaches and how its implementation is progressing in Brazil. Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt, Faculty of History, Politics and Social Science.

UNEP (2010). Evolution of Life Cycle Thinking and Capacity building on Non OECD countries. UNEP/ SETAC Life Cycle Initiative. Paris 2010 [online]. Disponível em: [http://www.estis.net/sites/lcinit/default.asp?site=lcinit&page\\_id=CFE690F9-2B3E-427A-917D-5BF51790800E](http://www.estis.net/sites/lcinit/default.asp?site=lcinit&page_id=CFE690F9-2B3E-427A-917D-5BF51790800E). Acesso em: 18/07/2014.

Vale (2014). Relatório de Sustentabilidade 2013: Para um mundo com novos valores. Disponível em: <http://www.vale.com/PT/aboutvale/sustainability/links/LinksDownloadsDocuments/relatorio-de-sustentabilidade-2013.pdf>. Acesso em: 16/08/2014.

Volkswagen (2012). Volkswagen é única empresa do Brasil a usar o SoFi, software que gerencia dados de sustentabilidade. Disponível em: <http://www.vwbr.com.br/ImprensaVW/>. Acesso em: 07/08/2014.

Volkswagen (2013). Anuário de Responsabilidade Corporativa. Volkswagen do Brasil. [online] Disponível em: <http://www.vw.com.br/pt/institucional/anuario-de-responsabilidade-corporativa-2013-.html>. Acesso em: 07/05/2014.

Walmart (2013). Sustentabilidade de Ponta a Ponta: Produtos desenvolvidos com menor impacto ambiental. 3ª Edição. Disponível em: <http://www.walmartbrasil.com.br/sustentabilidade/produtos-sustentaveis/sustentabilidade-ponta-a-ponta-2013/>. Acesso em: 15/08/2014.

Willers, C.D., Rodrigues, L.B. (2013). A critical evaluation of Brazilian life cycle assessment studies. *International Journal of Life Cycle Assessment*, v.19, pp. 144-152. DOI 10.1007/s11367-013-0608-y

Zanghelini, G.M. (2013). Estudo de Cenários para o Pós-Uso de um compressor de Ar Baseado na Avaliação do Ciclo de Vida: influências da fronteira do sistema nos resultados. 154 f. Dissertação



(Mestrado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Zanghelini, G.M., Cherubini, E., Orsi, P., Soares, S.R. (2014). Waste management Life Cycle Assessment: the case of a reciprocating air compressor in Brazil. *J Clean Prod*, 70: 164-174. dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.034

## REFERÊNCIAS CAPÍTULO 4

Alvarenga, R.A.F., Prudêncio da Silva, V., Soares, S.R., 2012. Comparison of the ecological footprint and a life cycle impact assessment method for a case study on Brazilian broiler feed production, *J. Clean. Prod.* 28, 25-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.06.023>

Baitz, M., Albrecht, S., Brauner, E., Broadbent, C., Castellan, G., Conrath, P., Fava, J., Finkbeiner, M., Fischer, M., Fullana I Palmer, P., Krinke, S., Leroy, C., Loebel, O., Mckeown, P., Mersiowsky, I., Möglinger, B., Pfaadt, M., Rebitzer, G., Rother, E., Ruhland, K., Schanssema, A., Tikana, L. (2013). LCA's theory and practice: like ebony and ivory living in perfect harmony?, *Int J Life Cycle Assess*, 18 (1), 5-13. DOI 10.1007/s11367-012-0476-x

Boulay, A.M., Bulle, C., Bayart, J-B., Deschenes, L., Margni, M. (2011). Regional Characterization of Freshwater Use in LCA: Modeling Direct Impacts on Human Health, *Environmental Science & Technology* 2011, 45, 8948-8957.

EC/JRC/IES (2010). ILCD Handbook: Specific guide for Life Cycle Inventory (LCI) data sets, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2010, EUR 24709 EN.

Ferrão, P., J. Nhambiu (2006). The use of EIO-LCA in assessing national environmental policies under the Kyoto protocol: the Portuguese economy, *International Journal of Technology, Policy and Management*, 6(4) 361-371.

Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., De Schryver, A., Struijs, J., Van Zelm, R. (2009). ReCiPe 2008, A life cycle impact assessment method which comprises harmonized category indicators at the midpoint and the endpoint level, First edition Report I: Characterisation, Disponível em <http://www.lcia-recipe.net> (acesso em 29/07/2014).

Guinée, J., Gorrée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., De Koning, A., Van Oers, L., Wegener Sleeswijk, A., Suh, S., Udo De Haes, H.A., De Bruijn, H., Van Duin, R., Huijbregts, M. (2002). Life Cycle Assessment. An Operational Guide to the ISO Standards. Centre of Environmental Science, Leiden University, Leiden, The Netherlands.

Hauschild, M., Potting, J. (2003). Spatial differentiation in Life Cycle impact assessment - The EDIP2003 methodology. Institute for Product Development, Technical University of Denmark.

Hendrickson, C., Horvath, A., Joshi, S., L. Lave (1998). Economic Input-Output Models for Environmental Life-Cycle Assessment, *Environmental Science e Technology*, 32(4) 184-191.

Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya M., Mekonnen M. (2011). The water footprint assessment manual: setting the global standard, Water Footprint Network, London (UK).

Leontief, W. (1985). Input-output analysis. *Input-Output Economics - 1986*. W. Leontief (Eds.), New York, Oxford University Press: 435 pp.

Motoshita, M., Itsubo, N., Inaba, A. (2011). Development of impact factors on damage to health by infectious diseases caused by domestic water scarcity, *Int J LCA* 16, 65-73.

Prudêncio da Silva, V. (2011). Effects of intensity and scale of production on environmental impacts of poultry meat production chains- LCA of French and Brazilian poultry production scenarios. PhD Thesis. Agrocampus Ouest - Université Européenne de Bretagne/Universidade Federal de Santa Catarina, Rennes, FR/Florianópolis, BR, p. 192. [online] Available from: [www.ciclodevida.com](http://www.ciclodevida.com).

ufsc.br/arquivos/publicacoes/Tese\_Vamilson-Prudencio%284f91a1d0b1c25%29.pdf

Souza, D.M. de. (2010). Proposta de um modelo de caracterização de impactos do uso da terra, segundo indicadores de biodiversidade, em AICV : cálculo de fatores de caracterização para ecorregiões brasileiras. 312 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Suh, S. (2004). Materials and energy flows in industry and ecosystem networks. Institute of environmental Science (CML), Leiden University, Leiden.

Suh, S. (2006). Are Services Better for Climate Change?, *Environmental Science & Technology*, 40(21) 6555 -6560.

Tukker, A., Bulavskaya, T., Giljum, S., de Koning, A., Lutter, S., Simas, M., Stadler, K., Wood, R. (2014). The Global Resource Footprint of Nations. Carbon, water, land and materials embodied in trade and final consumption calculated with EXIOBASE 2.1. Leiden/Delft/Vienna/Trondheim.

Zamagni, A. (2012). Life cycle sustainability assessment, editorial, *Int J Life Cycle Assess* (2012) 17:373–376, doi 10.1007/s11367-012-0389-8.

Zanghelini, G.M., Cherubini, E., Orsi, P., Soares, S.R. (2014). Waste management Life Cycle Assessment: the case of a reciprocating air compressor in Brazil, *J Clean Prod*, 70: 164-174, dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.034





DIÁLOGOS SETORIAIS UNIÃO EUROPEIA BRASIL



**ibict**  
Instituto Brasileiro de Informação  
em Ciência e Tecnologia

Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação

Ministério do  
Planejamento, Orçamento  
e Gestão

