



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Análise de Ciclo de Vida de Coberturas Ajardinadas

Sandra Carolina Cortez Alves

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil
(Ciclo de estudos integrados)

Orientador: Prof. Doutor Luiz António Pereira de Oliveira

Covilhã, outubro de 2014

Dedicatória

Aos meus avós, António e Silvina, que apesar de já não se encontrarem entre nós estariam muito orgulhosos de tudo o que eu consegui até aqui.

Aos meus pais, pelo esforço ao longo de todos estes anos e porque sem eles não teria chegado tão longe.

Agradecimentos

Agradeço aos que de qualquer forma me apoiaram e ajudaram nesta “luta” que é a elaboração de uma dissertação.

Ao Professor Luiz Oliveira por todo o apoio e ajuda, sem ele este trabalho não seria possível.

Ao Professor João Paulo Castro-Gomes e à Arquiteta Maria Manso pelos dados fornecidos.

À professora Raquel Santos pela ajuda.

Aos meus pais e ao meu irmão pela ajuda e pela paciência que tiveram para me ouvir, principalmente nos dias em que o cansaço se fazia sentir com maior intensidade.

As minhas colegas, Sofia Abrantes, Ana Torres, Marta Martins, Cláudia Polónia e Nadine Ribeiro pelo incentivo e pela força.

Ao meu namorado, Tiago, pela força, apoio, incentivo e pela paciência.

Aos meus colegas, maestro e direção do Grupo Musical Fraternidade Pampilhosense pela força que de uma forma ou de outra me foram dando ao longo de todo este tempo.

Resumo

As coberturas ajardinadas além de oferecerem mais espaços verdes às cidades também contribuem para uma melhor qualidade de vida, visto a vegetação fazer a renovação do ar. Uma das virtudes deste tipo de cobertura é a sua influência positiva no impacto ambiental. As coberturas ajardinadas podem ser de vários tipos: intensivos, extensivos, semi-intensivos ou modulares. Esta dissertação utiliza uma ferramenta de Análise de Ciclo de Vida para analisar o desempenho ambiental de três tipos de coberturas ajardinadas. As coberturas estudadas foram: cobertura extensiva, por ser a mais utilizada em Portugal; cobertura modular GeoGreen, um sistema constituído por uma base geopolimérica, produzida à partir da reciclagem de resíduos das minas da Panasqueira, e uma parte superior constituída por aglomerado de cortiça expandida; e por fim a cobertura modular com caixas em alumínio.

A Análise de Ciclo de Vida foi realizada com auxílio do *software* OpenLCA, que avalia os impactos ambientais associados a um determinado produto, processo de fabrico ou sistema. Esses impactos vão desde a extração do produto até a sua destruição ou deposição em aterro, não esquecendo todas as fases intermédias dos mesmos.

Através da análise realizada, verificou-se que o sistema que menos polui o ambiente e menos degasta os recursos existentes é o sistema Geogreen.

Palavras-chave: Coberturas verdes, Cobertura verde extensiva, Cobertura modular com caixa de alumínio, Cobertura modular Geogreen, Análise de Ciclo de Vida, Ambiente.

Abstract

Green roofs, besides offering more green spaces to cities, also contribute to better a quality of life, since vegetation renews air. One of the virtues of this type of roofs is its positive influence concerning environmental impact. Landscape roofs can come in various types: intensive, extensive, semi-intensive or modular. This work uses a tool denominated Life Cycle Analysis to assess the environmental performance of three types of landscape roofs. The green roofs types studied were: extensive vegetative roof, one of the most used in Portugal; modular aluminium boxes roof and a modular GeoGreen roof. This modular system is composed of geopolymeric board produced with recycled mine waste from Panasqueira Mines (Portugal) and a superior layer constituted by expanded cork.

The Life Cycle Analysis was performed with OpenLCA software, which evaluates the environmental impacts associated to a specific product, fabrication process or system. These impacts range from the product extraction to its destruction or deposit in landfills, not forgetting all the intermediate stages in between.

Through the analysis performed it was possible to verify that the system which less pollutes and wears out the existing resources is the Geogreen system.

Keywords: Green roof, Extensive green roof, Aluminium box modular green roof, GeoGreen modular green roof, Life Cycle Analysis, Environment impact.

Índice

1.	Introdução.....	7
2.	Evolução da análise de ciclo de vida.....	11
2.2	Aplicações da Análise de Ciclo de Vida.....	14
2.3	Outro tipo de análise de ciclo de vida, a análise de ciclo de custos.....	16
3.	Apresentação do método Análise de Ciclo de Vida.....	21
4	Sistemas de coberturas ajardinadas.....	31
4.1	Sistemas de coberturas vegetais.....	33
4.2.1	Membrana Impermeável ou membrana à prova de água.....	34
4.2.2	Camada de drenagem.....	36
4.2.3	Tela anti raízes.....	37
4.2.4	Camada de Filtragem.....	38
4.2.5	Camada de Crescimento ou Substrato.....	39
4.2.6	Vegetação.....	40
4.3	Vantagens e desvantagens das coberturas ajardinadas.....	40
4.4	Cobertura vegetal extensiva.....	42
4.5	Cobertura vegetal intensiva.....	44
4.6	Cobertura vegetal semi-intensiva.....	46
5	Aplicação do caso de estudo.....	49
5.2.1	Cobertura modular GeoGreen.....	49
5.2.2	Cobertura modular com caixas de alumínio.....	53
6	Conclusões.....	67
7	Bibliografia.....	69

Índice de figuras

Figura 1 - Ciclo de vida de um edifício (Fonte: http://www.isover.pt)	13
Figura 2 - Procedimentos de Harvey para uma análise de ciclo de custos (Fonte: Woordeard, 1997).....	18
Figura 3 - Etapas da análise de ciclo de vida (Adaptado da norma ISO 14040)	22
Figura 4 - Secção típica de um telhado verde (Koraseo et al, 2007)	27
Figura 5 - Contribuições de cada processo em termos de pontos de impacto 2002+ para a opção de telhado convencional. (Koraseo et al, 2006).....	28
Figura 6 - Contribuições de cada processo em termos de pontos de impacto 2002+ para a opção de telhado extensivo	28
Figura 7 - Contribuições de cada processo em termos de pontos de impacto 2002+ para a opção de telhado intensivo.....	29
Figura 8 - Camadas constituintes da cobertura em estudo.....	30
Figura 9 - Avaliação do impacto ambiental de um telhado ecológico real.....	30
Figura 10 - Ilustração da possível aparência dos jardins da Babilónia por Corbis (Fonte: http://news.nationalgeographic.com)	31
Figura 11 - Parede do museu francês Quai Branly, desenhada pelo boticário Patrick Blanc (Fonte: http://www.aryse.org/	32
Figura 12 - Cobertura e fachada ajardinada no Jardim Lausanne, Suíça (Fonte: Jordi Serramia, partilhado publicamente).....	33
Figura 13 - Constituição de uma cobertura ajardinada tipo - (Fonte: DCA arquitetura).....	34
Figura 14 - Aplicação de tela asfáltica através de calor (Fonte: http://telaasfaltica.com).....	36
Figura 15 - Tela asfáltica já aplicada (Fonte: http://telaasfaltica.com).....	36
Figura 16 - Tela de drenagem com manta geotêxtil (Fonte: hilarioalves.com).....	37
Figura 17 - Seixos rolados (Fonte: http://www.pisodepedra.com.br/).....	37
Figura 18 - Manta geotêxtil para filtração (Fonte: http://www.espacodaconstrucao.com.br/).....	38

Figura 19 - Sistema de drenagem com tela filtrante (Fonte: http://www.espacodaconstrucao.com.br/).....	38
Figura 20 - Exemplo de algumas plantas suculentas (Fonte: http://blogimagen.com)	42
Figura 21 - Exemplo de algumas plantas aromáticas (Fonte: http://3.bp.blogspot.com/)	42
Figura 22 - Exemplo de cobertura verde extensiva (Fonte: Green Roof Technology) 43	
Figura 23 - Exemplo de cobertura extensiva (Fonte: http://www.roofingproductsireland.com)	43
Figura 24 - Exemplos de arbustos a usar nos telhados verdes intensivos (Fonte: http://flores.culturamix.com/)	44
Figura 25 - Parking garage rooftop garden at the Kaiser Center in Oakland (Fonte: http://3.bp.blogspot.com/)	45
Figura 26 - Punggol Roof Garden, Singapura - (Fonte: http://www.greenroofs.com/)	45
Figura 27 - Exemplo de cobertura intensiva (Fonte: http://www.roofingproductsireland.com)	46
Figura 28 - Exemplo de cobertura semi-intensiva (Fonte: http://coberturasverdes.com)	47
Figura 29 - Módulo GeoGreen com a indicação das duas partes que o constitui (Fonte: Manso et Castro-Gomes, 2013)	49
Figura 30 - Sistema modular GeoGreen (fonte: Manso et al., 2012)	50
Figura 31 - Extração de cortiça (fonte: www.regiao-sul.pt)	51
Figura 32 - Granulado de cortiça (fonte: www.trixie.de).....	51
Figura 33 - Aglomerado de cortiça expandida (Fonte: www.isocor.pt)	51
Figura 34 - Parte inferior do módulo GeoGreen (fonte: modular system design for vegetated surfaces with alkaline activated materials, Manso 2012)	52
Figura 35 - Parte superior do módulo GeoGreen (Fonte: modular system design for vegetated surfaces with alkaline activated materials, Manso 2012)	52
Figura 36 - Caixa de alumínio já plantada - (Fonte: Green Roof Blocks™).....	53
Figura 37 - Telhado já com os módulos plantados (Fonte: Green Roof Blocks™).....	53
Figura 38 - Caixas de alumínio com alças resistentes que facilitam o manuseio - (Fonte: Green Roof Blocks™).....	54

Figura 39 - Filtro com a malha adicional - (Fonte: Green Roof Blocks™)	55
Figura 40 - Categorias de impacto para a cobertura ajardinada extensiva.....	60
Figura 41 - Categorias de impacto para a cobertura modular GeoGreen	61
Figura 42 - Categorias de impacto para o sistemas modular com caixas de alumínio 62	
Figura 43 - Categorias de impacto dos três sistemas em conjunto (CI- categoria de Impacto, FNP- Fator de normalização e ponderação)	63
Figura 44 - Categoria de impacto Chumbo dos três sistemas.....	64
Figura 45 - Categoria de impacto Crómio dos três sistemas.....	64
Figura 46 - Categoria de impacto Cádmio dos três sistemas.....	65
Figura 47 - Categoria de impacto Mercúrio dos três sistemas	65
Figura 48 - Categoria de impacto Compostos orgânicos voláteis dos três sistemas	66
Figura A 1 - Potencial de acidificação para os sistemas em estudo.....	141
Figura A 2 – Alterações climáticas para os sistemas em estudo.....	141
Figura A 3 - Esgotamento de recursos abióticos - elementos, reservas finas para os sistemas em estudo.....	142
Figura A 4 - Eutrofização para os sistemas em estudo	142
Figura A 5 - Ecotoxicidade aquática em água doce para os sistemas em estudo	143
Figura A 6 - Toxicidade humana para os sistemas em estudo	143
Figura A 7 - Ecotoxicidade aquática marinha para os sistemas em estudo	144
Figura A 8 - Oxidação fotoquímica para os sistemas em estudo.....	144
Figura A 9 - Destruição da camada de ozono dos sistemas em estudo	145
Figura A 10 - Ecotoxicidade terrestre dos sistemas em estudo	145

Índice de tabelas

Tabela 1 - Membranas de materiais tradicionais (Fonte: Serôdio et al.)	35
Tabela 2 - Membranas de materiais tradicionais (Fonte: Serôdio et al.)	35
Tabela 3 - Componentes dos três sistemas em estudo	57
Tabela 4 - Resultados obtidos através do Software OpenLCA para as categorias de impacto de cada sistema em estudo.....	60

1. Introdução

1.1 Enquadramento do tema

Desde os tempos mais longínquos que o homem sente a necessidade de se proteger dos perigos que o rodeiam, como é o caso dos animais, e dos diferentes estados do tempo, não só apenas das chuvas e das trovoadas mas também do sol e das temperaturas altas. Assim quando o homem deixou de ser nómada e passou a ser sedentário, começou a abrigar-se em grutas existentes em rochas. Passando depois a construir cabanas com peles de animais cozidas umas às outras e com uma estrutura de madeira ou de ossos de animais. Estes abrigos, do tempo do paleolítico, foram as primeiras habitações a ser conhecidas. Mas o tempo foi passando e a habitação evoluiu bastante passando a existir novas formas de construir e novos materiais.

Quando se deu a primeira revolução industrial, século XVIII, e com a necessidade de a população permanecer mais perto dos locais de trabalho, os aglomerados habitacionais começaram a desenvolver-se, e as cidades que já existiam há muitos anos, começaram a surgir de forma massiva. Inicialmente as cidades eram desorganizadas, construía-se onde existia espaço livre, quer fosse em zonas históricas, quer nas periferias. Em meados do século XIX começou a existir uma preocupação com a organização das cidades, passando estas a ser planeadas. (Condessa, 2006)

Os tempos foram passando, novos materiais foram surgindo, e também começou a existir uma maior preocupação com o ambiente, uma vez que os recursos utilizados podiam esgotar-se. Assim, mais recentemente, começou a dar-se mais atenção ao meio ambiente passando-se a dar relevância à reciclagem. Começou a existir uma procura por materiais que não poluissem tanto o ambiente e que proporcionassem uma maior qualidade de vida aos habitantes dos grandes centros urbanos.

Ao contrário do que acontece em vilas e aldeias, as cidades não dispõem de grandes espaços verde que possam admirar e fazer a renovação do ar necessário. Pela ausência de espaços verdes surgiu a necessidade de se construir jardins em espaços desaproveitados. Muitos desses espaços encontram-se nas coberturas de edifícios, começando a construir-se “jardins” em telhados, dando-se-lhe o nome de coberturas ajardinadas ou telhados verdes. Esses telhados podem ser de vários tipos: extensivo, intensivo e semi-intensivo. A sua tipologia varia consoante a espessura do substrato, sendo a cobertura extensiva a que possui uma profundidade menor e a intensiva a maior. Mais tarde surgiram outros tipos de

coberturas verdes, como é o caso das coberturas modulares, coberturas constituídas por módulos de vários tipos.

Com a crescente preocupação em perceber o impacto ambiental que os materiais geram desde que são extraídos até à sua deposição em aterro surge um tipo de análise que estuda os efluentes que cada produto ou sistema pode provocar no ambiente. A esse tipo de estudos dá-se-lhe o nome de análise de ciclo de vida.

Este tipo de estudos têm sido aplicados ao longo dos anos. Torná-los mais simples para o seu utilizador e mais completo no que diz respeito à quantidade de dados possuídos é o objetivo dos responsáveis que os desenvolvem, para isso criaram *softwares* que facilitam o uso deste tipo de estudos.

1.1.1 Justificativas

Uma das preocupações dos investigadores de novos materiais de construção é desenvolver novos projetos que tenham uma menor utilização de recursos naturais e que estes sejam menos poluentes. Através de uma dessas investigações surgiu o Geogreen, um sistema composto na sua maioria por materiais reciclados. Assim, para se poder perceber se este sistema é ou não amigo do ambiente quando comparado com outros tipos de sistemas, é essencial a aplicação de uma análise de ciclo de vida.

Com o surgimento deste novo módulo para coberturas ajardinadas houve necessidade de se conhecer o tipo de implicações que este teria na degradação do meio ambiente.

O tema desta dissertação surgiu com objectivo de conhecer essas implicações no ambiente, e também para se poder mostrar que a análise de ciclo de vida é uma ferramenta que poderá ser utilizada mais vezes no futuro para que se conheçam as características de cada material e assim fazerem uma escolha mais acertada e mais ecológica na fase de projeto.

1.1.2 Objetivos

Esta dissertação tem como principal objetivo analisar três sistemas de coberturas ajardinadas, a cobertura ajardinada extensiva, a cobertura modular de alumínio e a cobertura modular Geogreen e perceber qual deles é o menos poluente.

O segundo objetivo é dar a conhecer os diferentes tipos de coberturas ajardinadas e propondo-se a hipótese da sua utilização na construção de novos edifícios ou até mesmo na sua reconstrução.

1.1.3 Metodologia / Estrutura da dissertação

Para a elaboração desta dissertação foi necessário começar por se perceber quais os dados e informações existentes sobre o tema em estudo para que se pudessem aplicar ao caso prático.

A presente dissertação encontra-se dividida em duas partes, a primeira parte será de caráter teórico e a segunda de aplicação de um caso prático. Para isso, esta dissertação foi dividida em cinco capítulos, sendo que os três primeiros dizem respeito à parte teórica e os dois restantes dizem respeito ao caso estudo.

Nos três primeiros capítulos encontram-se a parte teórica. Aqui será apresentada a ferramenta de análise de ciclo de vida e as etapas necessárias à sua aplicação de forma correta. Estão igualmente apresentadas os diferentes tipos de coberturas ajardinadas, as suas características, camadas que os compõem e as suas vantagens e desvantagens, para que se possa conhecer melhor este tipo de telhados.

Esta informação está compilada nos seguintes capítulos:

2. **Evolução da análise de ciclo de vida** - aqui será apresentada uma breve história do método de análise de ciclo de vida. Existirá um pequeno enquadramento deste tipo de estudos na construção, bem como a sua aplicação poderá ter, contendo exemplos de sucesso que mostram que os estudos de análise de ciclo de vida podem ser aplicados a diversas áreas. Será ainda mostrado outro tipo de análise de ciclo de vida, a análise de ciclo de custos.
3. **Apresentação da análise de ciclo de vida** - encontram-se desenvolvidos todos os passos que este tipo de análise deve seguir para ser feita de uma forma clara e objetiva. Serão mostrados exemplos já publicados de casos de aplicação desta metodologia para análise de coberturas ajardinadas e os resultados obtidos.
4. **Coberturas ajardinadas** - Apresenta os diversos tipos de coberturas ajardinadas existentes, a sua constituição, vantagens e desvantagens, serão também mostradas algumas fotografias com locais onde estas já se encontram aplicadas.

Na segunda parte, de caráter prático, será aplicada a análise de ciclo de vida às três coberturas escolhidas para o estudo, cobertura extensiva, cobertura modular com caixas de alumínio e cobertura modular GeoGreen. Essa análise será feita com recurso a um *software* especializado nesse tipo de estudos, OpenLCA.

A parte prática desta dissertação encontra-se desenvolvida em 2 capítulos, sendo eles:

5. **Aplicação do caso de estudo** - encontram-se aqui todos os procedimentos efetuados para a comparação das coberturas em estudo e todos os dados obtidos através do *software*.

6. Conclusões - todas as conclusões tiradas deste estudo serão aqui descritas.

2. Evolução da análise de ciclo de vida

Quando se deu a primeira crise do petróleo, início da década de 70, existiu uma necessidade de se procurar novas formas de energia, bem como descobrir a forma de otimizar os recursos naturais existentes.

Qualquer produto causa impacto no meio ambiente, quer na extração das suas matérias-primas, na sua fabricação ou mesmo na distribuição final. Quando se começou a dar mais importância às questões ambientais, existiu a necessidade de se desenvolver ferramentas de gestão que oferecessem às empresas a possibilidade de avaliar as consequências ambientais das decisões que tomassem em relação aos processos de fabrico dos seus produtos.

Para as empresas poderem fazer essa comparação necessitam de pelo menos dois produtos diferentes para descobrirem os melhores métodos de fabricação. Como é de prever, fazer uma comparação de dois produtos ou processos com métodos de produção diferente não é fácil. Um dos principais problemas que surgiu foi como comparar produtos ou processos de produção distintos do ponto de vista ambiental.

Para além das consequências ambientais do processo de fabrico de um produto, é também importante ter em consideração as consequências durante a sua utilização até à sua completa eliminação. Para resolver esse problema foi necessário criar uma ferramenta que permitisse, de uma forma mais fácil, avaliar o ciclo de vida de um produto. Essa ferramenta é um método que considera os aspetos ambientais em todas as fases de vida do produto, desde a extração das matérias-primas que lhe vão dar origem até a sua eliminação, estabelecendo vínculos entre esses aspetos e categorias de impacto potencial, ligados ao consumo de recursos naturais, à saúde humana e à ecologia. (Santiago, 2007)

Decorria o ano de 1990 quando se ouvi falar pela primeira vez do termo Life Cycle Assessment (LCA) nos estados Unidos da América, que traduzido será Análise de Ciclo de Vida. Porém, desde 1970 que se realizam esse tipo de estudos no Norte da América, mas altura eram designados de “Resource and Environmental Profile Analysis” (REPA). (Ferreira, 2004)

Um dos primeiros estudos elaborados à cerca deste assunto tinha como objetivo analisar as necessidades de recursos, emissões e resíduos que diferentes tipos de embalagens de bebidas produziram. Este, foi realizado pelo “Midwest Research Institute” (MRI) em 1991

a pedido da empresa Coca Cola Company. Esta análise nunca foi do conhecimento público devido ao seu caráter de confidencialidade, mas foi com base nela que a empresa tomou determinadas decisões quanto às embalagens dos seus produtos. Assim, a partir dos anos 70 A Coca-Cola Company conseguiu mostrar que as garrafas de plástico criadas com base neste estudo, que naquela altura tinham reputação de “produto indesejável”, em termos ambientais, não eram piores que as garrafas de vidro. (Ferreira, 2004)

No final do ano de 1972 o MRI, com a finalidade de examinar as implicações ambientais da utilização de embalagens de vidro reutilizáveis em vez de latas e garrafas não reutilizáveis, publicou um estudo a pedido da USEPA (U. S. Environmental Protection Agency). A partir da publicação feita pelo MRI, existiu uma maior procura para o desenvolvimento do método de análise do ciclo de vida dos produtos em geral. (Ferreira, 2004)

Após a realização de vários estudos e de um longo período em que o interesse público neste método diminui, o laboratório Federal Suíço para Teste e Investigação de Materiais (EMPA), iniciou a pedido do governo, no ano de 1984 o “Balanço Ecológico de Materiais de Embalagens”. Este tinha como principal objetivo criar uma base de dados que incluisse os materiais mais frequentemente utilizados em embalagens, como o papel e cartão, o alumínio, o vidro, o plástico e chapas de lata. Este estudo também teve como objetivo a introdução de um método que normalizasse e agregasse as emissões para o ar e para a água em “volume crítico de ar” e “volume crítico de água”, respetivamente, utilizando para isso as normas existentes. (Ferreira, 2004)

Só a partir do ano de 1990 é que se registou um crescimento notável das Análises de Ciclo de Vida na Europa e nos Estados Unidos da América, onde a “Society of Environmental Toxicology and Chemistry” foi responsável pela organização de conferências e sítios para discussão do tema. Esta sociedade tem tentado reunir profissionais, utilizadores e investigadores do tema, visando assim melhorar as informações acerca do método. (Ferreira, 2004)

Em 1992 a Organização Internacional para a Normalização (ISO), criou um comité técnico com a finalidade de normalizar temas de questão ambiental. Surgiram assim as normas que regulamentam a Análise de Ciclo de Vida, pertencentes ao grupo ISO 14040, cujos detalhes são apresentados no capítulo 3.

2.1 Argumento e enquadramento do uso da Análise de Ciclo de Vida na construção

A ferramenta *Análise de Ciclo de Vida* é uma técnica utilizada na avaliação dos aspetos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, processo ou serviço.

Inclui etapas que vão desde a extração das matérias-primas elementares da natureza que entram no sistema produtivo (berço), até à disposição do produto final (túmulo), considerando os seguintes aspetos:

- A extração das matérias-primas necessárias para a fabricação do produto;
- A produção do produto;
- A distribuição;
- A destruição do mesmo, que pode passar pela reciclagem ou deposição no aterro.

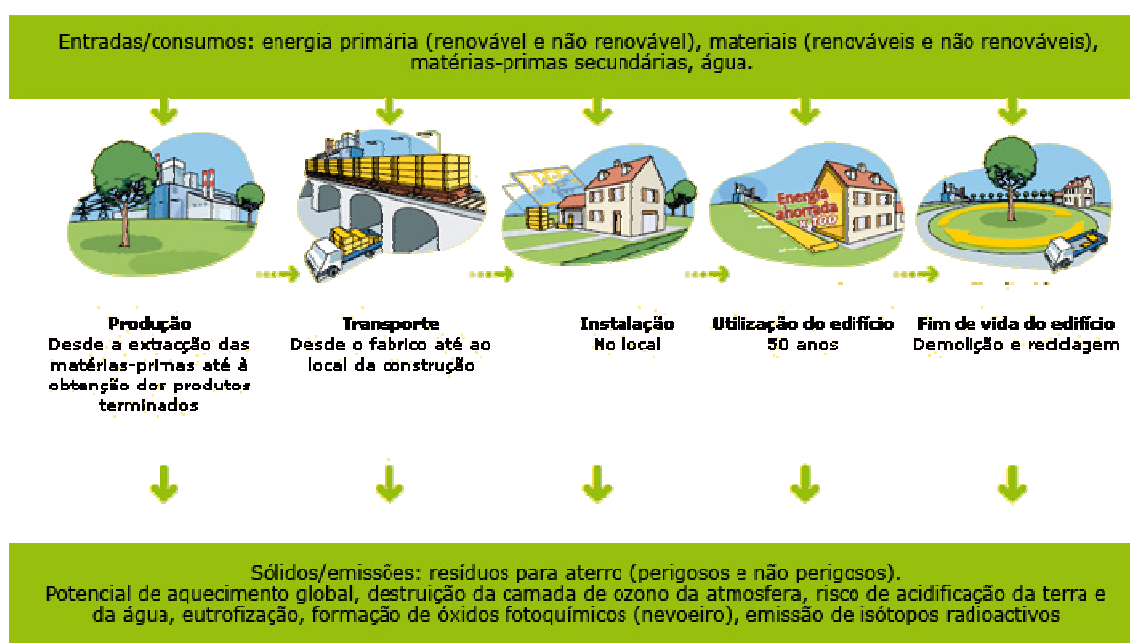


Figura 1 - Ciclo de vida de um edifício (Fonte: <http://www.isover.pt>)

Como todas as ferramentas, a Análise de Ciclo de Vida também tem as suas limitações. Este tipo de estudo pode ser moroso, complexo, dispendioso e bastante trabalhoso. Por outro lado é igualmente rigoroso porque tem de contemplar todas as etapas da vida de um produto ou sistema. A escolha dos dados e as hipóteses colocadas ao longo do estudo podem ser subjetivas. Ao longo do processo, o responsável tem de tomar decisões em determinadas categorias que vão condicionar os resultados obtidos. Por esse motivo para o mesmo produto, podem obter-se resultados diferentes, consequência de uma decisão destinta em determinada fase do estudo. Obtendo-se por vezes até resultados completamente contraditórios. Por isso é de bom-tom o estudo ser o mais sistemático, padronizado e normativo possível adotando-se metodologias baseadas em conhecimentos científicos e que sejam aceites de uma forma geral. Como este tipo de análises ainda se encontra em

discussão, não é muito fácil existir consenso em alguns pontos científicos. Algumas etapas, como por exemplo a fase de análise dos impactos, os esquemas de trabalho científico e metodológico, ainda não se encontram totalmente desenvolvidos o que pode gerar alguns erros. Uma outra etapa que também gera alguma discussão por ainda não se ter encontrado uma metodologia global aceite, é o inventário. Este facto implica que não se encontre uma metodologia capaz de traduzir os dados do inventário para a análise de impactos. Como este tipo de estudo ainda não se realiza em muitos países e não é uma ferramenta obrigatória para produtos ou sistemas industrializados, existem poucas bases de dados para recolha de informações que possam ser utilizadas quer nos inventários quer nas análises dos impactos. É nos países em que se pratica estes estudos com alguma frequência que essas bases de dados se encontram mais desenvolvidas como é o caso da Suíça, estados Unidos da América e na União Europeia.

Isto implica que não exista uma exatidão nos estudos de análise de ciclo de vida, devido à limitação na acessibilidade ou disponibilidade de dados ou até mesmo a qualidade dos mesmos poderá ser posta em causa. Uma outra limitação neste tipo de estudo deve-se às características de cada país ou região, isto leva a que os resultados de análise de ciclo de vida de um produto ou sistema com aplicações globais ou regionais não possam ser utilizados por outros responsáveis quer em certas regiões no mesmo país quer noutros países porque os materiais e as formas de fabrico dos mesmos podem ser diferentes. A falta das dimensões espacial e temporal, definidas no capítulo seguinte, levam a incertezas nos resultados, que variam com as características de cada categoria de impacto do estudo. Também é importante frisar que os resultados obtidos na análise de ciclo de vida por si só não são suficientes para tomar decisões acerca de um produto, é igualmente importante ter em consideração as características económicas, técnicas e sociais.

2.2 Aplicações da Análise de Ciclo de Vida

Um estudo de análise de ciclo de vida pode ter diversas aplicações. Em seguida apresentam-se alguns exemplos de possíveis aplicações deste tipo de estudos:

- Desenvolver estratégias ambientais numa empresa;
- Avaliar alguns dos efeitos da reciclagem e dos componentes reciclados;
- Estabelecer uma base sustentável para desenvolvimento ambiental;
- Comparar produtos já existentes a alternativos;
- Selecionar projetos alternativos para produtos ou processos;
- Estudar propostas de novos produtos, processos ou sistemas de embalagens;
- Estudar mudanças em produtos;
- Comparar diferentes projetos alternativos;

- Avaliar propostas de mudança em processos;
- Considerar os efeitos da reciclagem ou da reutilização;
- Avaliar a situação ambiental da empresa do ponto de vista competitivo;
- Assistir na implementação de objetivos ambientais na empresa;
- Providenciar uma base de dados para comparação em futuras operações empresariais;
- Educar os fornecedores e os utilizadores dos produtos;
- Estabelecer comunicação com os fornecedores, utilizadores e com os regulamentadores.

Através de um estudo de análise de ciclo de vida a empresa ou a pessoa que requer o estudo pode ficar a conhecer outras características do produto ou sistema além das ambientais. Assim um estudo deste tipo permite: (Galvão, 2005)

- Desenvolver uma avaliação sistemática dos efeitos ambientais associados a um dado produto;
- Analisar o custo-benefício em termos ambientais associados a um ou mais produtos/processos específicos de forma a receber apoios dos agentes envolvidos (Estado, comunidade, empresas, entre outros);
- Quantificar as emissões atmosféricas, para a água e para o solo;
- Avaliar os efeitos na saúde e impactos ecológicos entre dois ou mais produtos/processos e identificar quais os impactos mais relevantes em cada um;
- Identificar impactos numa ou mais áreas de importância.

A Análise de Ciclo de Vida pode ser aplicada em vários setores e não apenas no sector a que aqui damos destaque, o da construção civil. Este tipo de estudos já foi efetuado por diversas vezes em várias empresas de áreas completamente distintas como se poderá ver através de alguns exemplos que se apresentam em seguida.

A empresa francesa Bolloré realizou, no ano de 2008, uma análise de ciclo de vida para o seu papel fino. Com este estudo esta empresa pretendia avaliar os impactos ambientais deste tipo de papel em todas as fases do seu ciclo de vida. Assim, um ano depois deste estudo ser realizado a Bolloré lançou o seu primeiro papel fino reciclado certificado. Esta análise permitiu também lançar um selo que possibilita ao seu público além de identificar o seu papel reciclado e associá-lo a uma empresa amiga do meio ambiente. (Bolloré, 2014)

Uma outra marca associada a análise de ciclo de vida é a tão conhecida marca de cafés Nescafé® Dolce Gusto lançada em 2006. Desde o começo que esta empresa se preocupa com o meio ambiente. Esta preocupação vai desde o grão de café às próprias chávenas, não descurando as cápsulas, as embalagens e até mesmo as próprias máquinas de café. Desta

forma, a marca através dos estudos realizados por peritos externos à própria empresa pretende reduzir os impactos ambientais dos seus produtos.

A Nescafé® Dolce Gusto já conseguiu reduzir a percentagem de carbono em 32%, a energia não renovável em 41% e o consumo total de água em 25%, desde 2006.

Uma das últimas medidas tomadas para a diminuição dos resíduos é a recolha de cápsulas do café em várias lojas que depois são encaminhadas para uma empresa de reciclagem onde é feita a separação de todos os componentes. No fim dessa separação, o plástico proveniente das cápsulas é reciclado e aproveitado para outros fins. (Nescafé® Dolce Gusto, 2014)

Um outro exemplo, e este mais ligado ao ramo da construção, é a empresa de vidro Saint-Gobain Glass. Esta é a primeira empresa da área dos vidros a fazer estudos de análise de ciclo de vida.

Com estes estudos Saint-Gobain Glass pretende reduzir os consumos de energia, água, matéria-prima e as emissões de CO₂ na fase de produção dos seus vidros. Mas não é apenas para estes fins a que estes estudos se destinam. A empresa pretende aumentar o desempenho térmico dos seus vidros durante o seu uso, bem como diminuir a emissão de resíduos aquando a sua reciclagem.

Esta empresa também pretende com a realização deste tipo de estudos poder vir a desenvolver novos tipos de vidros que sejam mais ecológicos. (Saint-Gobain Glass, 2014)

2.3 Outro tipo de análise de ciclo de vida, a análise de ciclo de custos

No que diz respeito à análise de ciclo de produtos e sistemas não existe apenas a análise de ciclo de vida. Um outro tipo de análise de ciclo de produtos que existe é a Análise de Ciclo de Custos (*Life Cycle Costs, LCC*) de produtos ou sistemas. Este tipo de análise, segundo Woodward tem várias definições mas a mais curta e mais útil é: “*O Custo do Ciclo de Vida de um item é a soma de todos os fundos gastos em apoio do item desde a sua conceção e fabricação por meio da sua operação até ao fim da sua vida útil.*”

Em alguns países, já são algumas empresas, quer públicas quer privadas, que realizam este tipo de estudos. Há 20 anos atrás as empresas não coletavam os dados de custos dos seus produtos quando os adquiriam, mas com o passar dos anos e devidos às crises económicas estas começaram a mudar as suas mentalidades e a consencializarem-se que podiam alterar

algumas atitudes que as beneficiassem. (Woodward, 1997) Um desses países são os Estados Unidos da América, onde foram divulgados, primeiramente, na indústria que no fim de conhecer este método começou a aplica-lo nos seus projetos. (Pereira, 2009)

Neste país foram sendo concebidos vários estudos deste tipo ao longo dos anos. Um desses estudos foi efetuado num hospital, e consegui mostrar que nos primeiros cinco anos de utilização do mesmo os custos são superiores ao custo inicial do mesmo. (Pereira, 2009)

No ano de 1980, foi criado, pela Federal Energy Management Program, um guia que tinha como principal objetivo promover a divulgação dos estudos de Análise de Ciclo de Custos. Com o desenvolvimento da sociedade este guia sofreu revisões, que tinham como principal função atualizar todos os componentes deste tipo de estudos. Uma das últimas actualizações que foi feita, no ano de 1995, definiu todos os passos necessários para uma cuidada análise, tornando assim este método acessível a todos os interessados em efectuar este tipo de estudos. (Pereira, 2009)

Este tipo de estudo deverá incluir todos os custos de um produto ou sistema, ao longo do seu ciclo de vida. São eles os custos de projeto, aquisição, manutenção, renovação, energia, reciclagem, entre outros. (Pereira, 2009)

Este tipo de estudos torna-se mais vantajoso quando o bem adquirido necessita de manutenções periódicas ou quando este necessita de um consumo de energia elevado, ao longo de toda a sua vida útil. (Pereira, 2009)

Com a utilização da análise de ciclo de custos pretende-se otimizar o custo, propriedades e operação de um produto. Por isso, os valores utilizados para esses cálculos deverão estar sempre atualizados para não permitir erros. (Woodward, 1997)

Este método pretende dar ao consumidor algum proveito, logo é necessário ter em atenção o custo de um estudo deste tipo uma vez que este também trará encargos. Logo o estudo deverá compensar o que se poderá poupar na aquisição do melhor produto. (Pereira, 2009)

Segundo Woodward (1997), o Royal Institute of Chartered Surveyors definiu seguintes os objetivos de um estudo de análise de ciclo de custos:

- Ativar opções de investimento a ser avaliada de forma mais eficaz;
- Considerar os custos iniciais de capital;
- Auxiliar na gestão de edifícios e projetos concluídos;
- Facilitar a escolar entre alternativas concorrentes.

Este método também tem as suas vantagens e desvantagens, enumeradas em seguida.
(Real, 2010)

As vantagens são:

- Utilização de uma unidade reconhecida, a unidade monetária;
- Indicação de quais deverão ser os aspectos a considerar;
- Limitação do fluxo de informação através da simplificação de alternativas com vários atributos;
- Aprendizagem através da participação no processo de cálculo;
- Perspectiva do ciclo de vida de um produto.

As desvantagens são:

- Falha na tomada de decisões perante incertezas;
- Falha em lidar com decisões irreversíveis;
- Negligência em itens sem dono, como é o caso do ambiente;
- Sobre simplificação de problemas ambientais numa dimensão monetária;
- Subestima de custos ambientais futuros;
- Fraca disponibilidade e fiabilidade de informações;
- Baseia-se em muitas variáveis estimadas;
- Resultados influenciados pelos valores pessoais do decisor;
- Restrição da aprendizagem se o sistema ser tornar demasiado mecanizado.

Segundo Woodward (1997), Harvey publicou um artigo que sugeria um procedimento para uma análise de ciclo de custos mais clara, Figura 2.

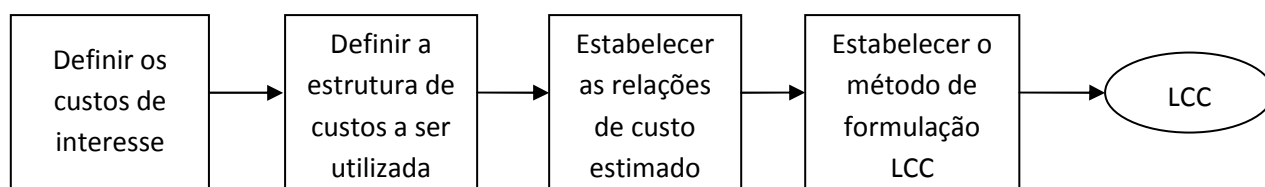


Figura 2 - Procedimentos de Harvey para uma análise de ciclo de custos (Fonte: Woordeard, 1997)

- *Os elementos de custo de interesse* que incluem todos os custos do produto desde a sua aquisição até à sua destruição.

- *Na definição da estrutura de custos* agrupam-se todos os custos do produto ou sistema, permitindo assim uma melhor análise de ciclo de custos. A definição dos grupos de custos dependerá da profundidade e da largura do estudo.
- *A relação da estimativa de custos* é uma fórmula matemática, com uma ou mais variáveis independentes, com a finalidade de calcular os custos de um produto ou sistema
- *No método da formulação de LCC* escolhe-se uma metodologia adequada à avaliação do LCC.

Este tipo de análise também analisa quatro factores importantes (Pereira, 2009):

- *Energia* - analisa-se toda a energia que o produto ou sistema irá consumir em todo o seu ciclo de vida, uma vez que essa energia irá ter bastante importância no balanço final dos custos.
- *Vida útil* - este tipo de estudos ganham uma maior importância quando a vida útil do produto ou sistema é maior, uma vez que a probabilidade de mais custos para o consumidor serão maiores.
- *Eficiência* - é importante saber se o produto adquirido está a ser utilizado de uma forma eficiente ou não. Uma vez que a eficiência com que se utiliza um produto poder influenciar o custo final por poderem existir desperdícios na forma de utilização.
- *Investimento* - a análise de ciclo de custos tem uma maior importância quando o investimento inicial do produto for elevado.

Um estudo LCC identifica os custos e os benefícios de um produto reduzidos a um valor presente através da utilização de uma técnica de descontos. Para se conseguir fazer isso de uma forma clara e eficiente foram definidos os seguintes parâmetros:

- Custos iniciais do bem;
- Vida útil do bem;
- Taxa de desconto;
- Custos de operação e manutenção;
- Custo de alienação;
- Informações e feedback;
- Incerteza e análise de sustentabilidade.

Cada um dos parâmetros definidos anteriormente não será explicado em detalhe uma vez que, para os efeitos desta dissertação, estes não serão aplicados e servem apenas para dar a conhecer outro tipo de análise de ciclo de vida.

3. Apresentação do método Análise de Ciclo de Vida

Com o desenvolvimento da sociedade, houve necessidade de criar novas cidades, fábricas e outras estruturas que pudessem satisfazer esse crescimento. Com essas novas obras começou a existir um maior consumo de recursos naturais e uma maior interação do homem com a natureza.

A ferramenta da Análise de Ciclo de Vida visa analisar todos os tipos de energia e matérias-primas utilizadas num determinado produto ou sistema, bem como todos os efeitos que este causa no meio ambiente e ainda todos os resíduos que são gerados. Como já foi referido anteriormente, o ciclo de vida de um produto passa pela extração das suas matérias-primas, refinamento, manufatura, transporte, utilização, finalizando-se com a reciclagem ou destruição do produto em causa.

Apesar de em Portugal este tipo de ferramenta ainda não ser utilizada, por toda a Europa e Américas esta tem sido frequentemente utilizada. Para se efetuar um estudo deste tipo é necessário seguir algumas regras que já se encontram definidas em normas. As normas que regem a análise de ciclo de vida, ainda não se encontram traduzidas para português, pertencem ao grupo da ISO 14040, e está dividida em cinco grupos, sendo eles:

- ISO 14040: Environmental management - Life Cycle Assessment - Principles and framework, em português, Análise de Ciclo de Vida - Princípios e Procedimentos gerais. Criado em 1997, neste subcapítulo são definidos os métodos para a aplicação correta dos conceitos ACV;
- ISO 14041: Environmental management - Life Cycle Assessment - Goal Scope and definition and life cycle inventory analysis, Inventário de Ciclo de Vida, publicada em 1998, a sua função é definir requisitos e recomendações que devem ser seguidas na fase do inventário de ciclo de vida;
- ISO 14042: Environmental management - Life Cycle Assessment - Cycle impact assessment, este subcapítulo tem como nome Avaliação dos impactos no ciclo de vida e foi publicado em 1999, através da ISSO 14042 consegue-se examinar o inventário de saída e entrada de materiais e de energia para se conseguir, de

uma forma mais clara, compreender e identificar o significado que cada um dos constituintes do inventário tem no ambiente em geral;

- ISO 14043: Environmental management - Life Cycle Assessment - Life cycle interpretation, na fase de Interpretação de resultados pretende-se que o leitor compreenda a melhor relação que poderá existir entre a Análise de Ciclo de Vida e outras técnicas de gestão ambiental;
- ISO 14044: Environmental management - Life Cycle Assessment - Requirements and guidelines, requisitos e linhas de orientação é o nome que esta norma tem em português, foi publicada em 2006. Esta norma disponibiliza orientações para uma mais fácil elaboração da avaliação dos impactos e da interpretação de resultados nos estudos de Análise de Ciclo de Vida, assim como também dá orientação em relação à natureza e qualidade dos dados que são coletados na altura da elaboração do inventário.

A parte ISO 14041 já não se encontra em vigor e passou a fazer parte da ISO 14040, como referido no capítulo da Introdução.

O método da Análise de Ciclo de Vida é um processo que se encontra dividido em quatro fases distintas. Essas fases, que se encontram descritas posteriormente, são:

- Definição do âmbito e objetivos;
- Análise do inventário;
- Análise dos impactos;
- Interpretação de resultados.

A norma ISO 14040 relaciona cada uma das etapas como mostra a figura 3.

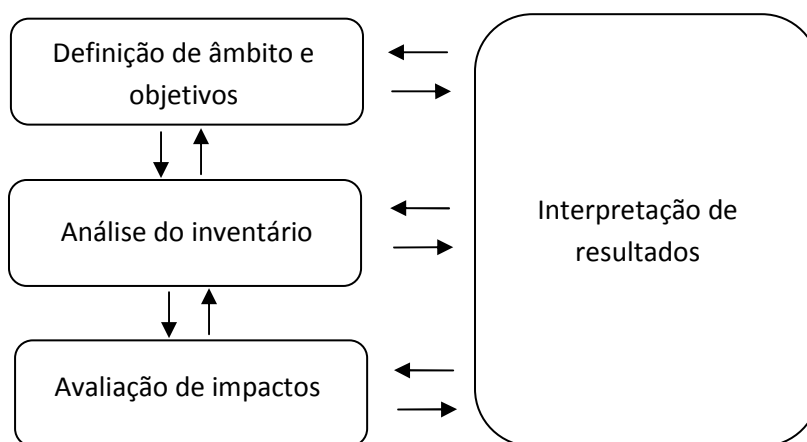


Figura 3 - Etapas da análise de ciclo de vida (Adaptado da norma ISO 14040)

Os estudos de análise de ciclo de vida podem ser divididos, segundo a sua aplicação, em duas etapas distintas:

- Identificação de oportunidades de melhoria de desempenho ambiental, onde se procura definir quais os principais impactos ambientais do sistema ou do produto em estudo. Depois de conhecidos, o responsável pelo estudo poderá encontrar a melhor solução para minimizar esses impactos e assim transformar o produto ou sistema em causa numa melhor opção nesse nível.
- Comparação ambiental entre produtos que cumprem funções equivalentes. Este é o tipo de análise mais utilizado pelas empresas para estas poderem mostrar aos consumidores que o seu produto é o mais “amigo” do ambiente. É este tipo de análise que se irá efetuar para os efeitos desta dissertação.

3.1 *Etapas da análise de ciclo de vida*

Em seguida encontram-se descritas mais detalhadamente as diferentes etapas que constituem a análise de ciclo de vida

3.1.1 *Definição do âmbito e objetivos*

A primeira fase desta ferramenta é a fase mais importante para que o estudo em causa tenha sucesso. A definição do objetivo do estudo é um processo que pode parecer fácil mas que na verdade é um pouco complexo. Nesta etapa devem ser bem definida a razão do estudo e o seu público-alvo, tendo em conta a aplicabilidade, a viabilidade económica e a aplicação pretendida.

Na definição do objetivo deve-se descrever o produto ou o sistema em estudo bem como também devem ser identificadas as fronteiras e limites do estudo ou sistema, as simplificações adotadas, os modelos matemáticos aplicados, assim como qualquer outro desenvolvimento que o responsável ache crucial à elaboração do estudo. Nesta etapa devem ainda ser considerados e descritos os seguintes itens:

- As funções do sistema do produto ou dos sistemas no caso de estudos comparativos;
- A unidade de referência do estudo, neste caso mais conhecida como unidade funcional;
- As fronteiras do sistema do produto;
- Os procedimentos de alocação;
- Os limites geográficos;

- Os requisitos dos dados;
- As hipóteses de limitações;
- A avaliação de impacto, quando necessária e a metodologia a ser adotada;
- A interpretação dos dados, quando necessário e a metodologia a ser adotada;
- O tipo e o formato do relatório, importante para o estudo e a definição dos critérios para a revisão crítica se necessário.

No que diz respeito à definição do âmbito e dos objetivos do estudo, este deve ter três dimensões definidas através dos seguintes critérios:

- A extensão do estudo, onde devem ser definidos o início e o fim do estudo da análise de ciclo de vida do produto;
- A largura do estudo, aqui fica definida quantos e quais serão os subsistemas a incluir no estudo;
- A profundidade do estudo, onde se define o nível de detalhe que o estudo de análise de ciclo de vida do produto deve ter.

O processo de análise de ciclo de vida de um produto é um processo iterativo que pode sofrer alterações ao longo do estudo de acordo com os dados que vão sendo recolhidos.

3.1.2 Análise do inventário

Nesta fase reúne-se todas as informações que dizem respeito a todas as matérias - primas que fazem parte do produto ou do sistema, quantificando-se e identificando-se, também, todos os tipos de energia e água, assim como as descargas feitas para o ambiente através de emissões para o ar, a deposição de resíduos sólidos e as descargas de procedentes líquidos. Aqui também se devem estabelecer os procedimentos de cálculo para que depois se consiga agrupar os dados em categorias ambientais distintas. No inventário de ciclo de vida de um produto os aspetos ambientais circulam através das fronteiras do sistema ou do produto na forma de correntes de matéria e energia através de entradas e saídas. (Kulay, 2010)

Esta etapa é a mais trabalhosa e difícil em todo o processo de análise de ciclo de vida pelo facto de existir uma escassez de dados e de muitas vezes a qualidade dos mesmos não ser a melhor. Algumas vezes as informações de dados têm de ser estimadas devido ao referido anteriormente, apesar de já começar a existir bancos de dados com o propósito de facilitar este tipo de estudos.

Na recolha de dados para a elaboração do inventário do produto ou sistema é necessário ter-se em atenção a identificação de todas as limitações ou se existe uma

necessidade de se recolherem outros dados, para que haja o cumprimento total do objetivo da análise de ciclo de vida. Uma outra etapa também importante é a contabilização de todos os diferentes tipos de fluxos energéticos, sejam estes combustíveis ou fontes energéticas em cada uma das etapas do processo de produção do produto ou sistema. Deve existir uma eficiente conversão e distribuição dos fluxos energéticos considerados.

Na recolha de dados do inventário é necessários que estes incluam os seguintes itens:

- Os fluxos de energia;
- As matérias-primas;
- As matérias auxiliares;
- Os produtos e subprodutos;
- Outras entradas físicas;
- As emissões gasosas;
- Efluentes líquidos e os resíduos sólidos, entre outros.

3.1.3 Avaliação dos impactos

Na etapa da avaliação dos impactos, tal como o nome indica, serão avaliados os impactos do produto ou do sistema. No caso de o estudo ser de comparação de produtos, será nesta etapa que se deve fazer referência ao produto mais aconselhado em termos ambientais. Também se podem identificar as oportunidades de desempenho do produto ou do sistema em causa. Com as conclusões obtidas nesta fase pode-se implementar melhorias no produto ou sistema em estudo para que este se transforme num produto ou sistema ambientalmente aperfeiçoado.

A avaliação dos impactos pode ser dividida em duas fases:

- Classificação - aqui os dados do inventário são agrupados em diversas categorias de impacto, definidas na primeira etapa do estudo de análise de ciclo de vida, definição do âmbito e objetivo.
- Caracterização - nesta fase identificam-se os aspetos ambientais através de fatores de equivalência, classificados nos impactos correspondentes.

Existem diversas formas de avaliação de impactos, apesar de estas gerarem grandes debates científicos. A mais simples pode ser feita através dos dados obtidos do inventário, mas quando existir uma grande diferença de valores dos vários parâmetros deve-se utilizar uma metodologia mais específica para o caso em estudo.

A norma ISO 14042 afirma que a avaliação dos impactos deve ser constituída pelos seguintes critérios (Francisco, 2008):

- Seleção e indicação das categorias dos impactos, indicadores e modelos;
- Classificação dos dados de inventário nas diversas categorias selecionadas;
- Caracterização por meio de modelagem dos dados dentro da categoria de impactos.

3.1.4 Interpretação de resultados

A última etapa da análise de ciclo de vida de um produto ou sistema é a mais sensível. As hipóteses e as adaptações estabelecidas durante todas as fases anteriores que ocorreram em função dos ajustes necessários pode ter influência direta no resultado final do estudo.

Aqui apresentam-se todas as verificações feitas nas antecedentes fases do estudo como por exemplo na fase da análise do inventário e na avaliação dos impactos. Outra verificação que deve ser efetuada nesta fase é se o âmbito e objetivo do estudo, definidos na primeira etapa, são cumpridos sem descuidar todas as considerações que foram feitas ao longo de todo o estudo.

A interpretação de resultados pode vir acompanhada de um relatório final que deve ser elaborado de forma clara para que se possa proporcionar a utilização dos resultados e a sua interpretação de acordo com os objetivos definidos na primeira etapa do estudo. É também importante fazer em simultâneo uma análise crítica que poderá ser elaborada por terceiros. Esta análise crítica fará com que não hajam mal entendidos por partes externas interessadas no estudo realizado.

3.2 Exemplos de aplicação de Análise de ciclo de vida de coberturas já publicados

Existem já alguns artigos publicados sobre análise de ciclo de vida em coberturas ajardinadas, uns comparando telhados verdes e telhados tradicionais, outros analisando os materiais utilizados em coberturas ajardinadas.

Em seguida apresentam-se dois estudos efetuados que envolvem a análise de ciclo de vida são eles: Comparative environmental life cycle assessment of green roofs, Koraseo et Robert Ries, Lisa, 2007 e Embedding “substrate” in environmental assessment of green roofs life cycle: evidences from an application to the whole chain in a Mediterranean site, Peri et al, 2012.

3.2.1 Comparative environmental life cycle assessment of green roofs

Korasoe et Ries (2007), desenvolveram um estudo que consistia em avaliar os impactos ambientais de coberturas ajardinadas, intensivas e extensivas, e coberturas tradicionais. Neste estudo foram analisados um telhado convencional de lastro de pedra, telhado verde extensivo e intensivo. Para o caso da cobertura extensiva e da convencional de lastro de pedra foi realizado o estudo num telhado instalado na cobertura de uma loja, em Pittsburgh, PA, EUA, com uma área de 1115 m², já a cobertura verde intensiva foi considerada fictícia. Em relação ao inventário, para as restantes coberturas em estudo, o artigo frisa que as distâncias de transporte e os materiais utilizados são todos com referência ao telhado verde extensivo.

Na figura 4, é apresentada uma secção típica de um telhado verde aplicado pelos autores.

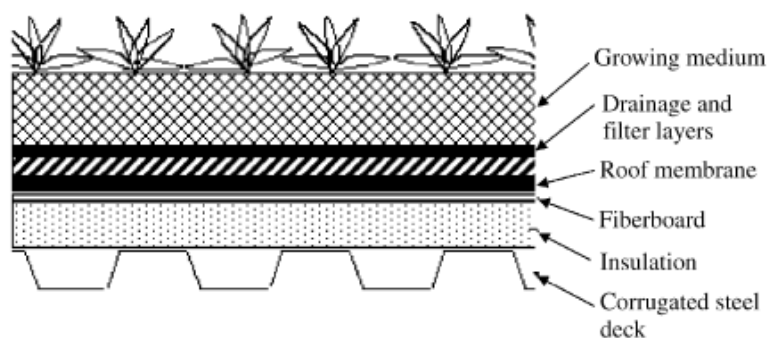


Figura 4 - Secção típica de um telhado verde (Korasoe et al, 2007)

O objetivo definido pelos responsáveis deste artigo foi “comparar os potenciais impactos associados com a construção manutenção e eliminação de um telhado de 1115 m² e determinar a opção com menor impacto negativo”. Para essa determinação foi utilizada a análise de ciclo de vida, realizada através do *software* de cálculo SimaPro 5.0.

Para se conseguir analisar as coberturas propostas foi elaborado um inventário, onde foram sintetizadas as informações de todos os materiais e as quantidades necessárias para as coberturas em estudo.

Através deste estudo, os seus autores conseguiram concluir que entre coberturas tradicionais e coberturas verdes, as coberturas verdes são a escolha mais aceitável em termos ambientais, uma vez que existe uma pequena redução na requisição de energia e a membrana que faz parte da constituição destas coberturas tem uma vida útil maior.

Também se pode concluir que entre os dois tipos de coberturas verdes, intensivo e extensivo, o primeiro é o melhor dos dois.

Os autores verificaram que a categoria de impacto mais prejudicada é a de saúde humana. Nos três tipos de coberturas analisadas esta representa 70 a 90% do total. Os principais responsáveis por esses valores são as emissões de SO_x e de NO_x com um valor de 80 a 95% do valor total. Nas seguintes figuras é possível ver, para cada tipo de cobertura, quais os principais impulsionadores desses valores.

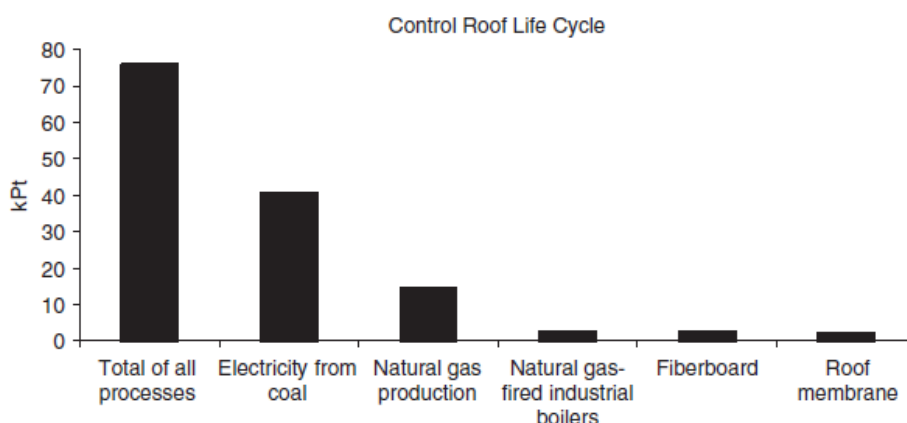


Figura 5 - Contribuições de cada processo em termos de pontos de impacto 2002+ para a opção de telhado convencional. (Koraseo et al, 2006)

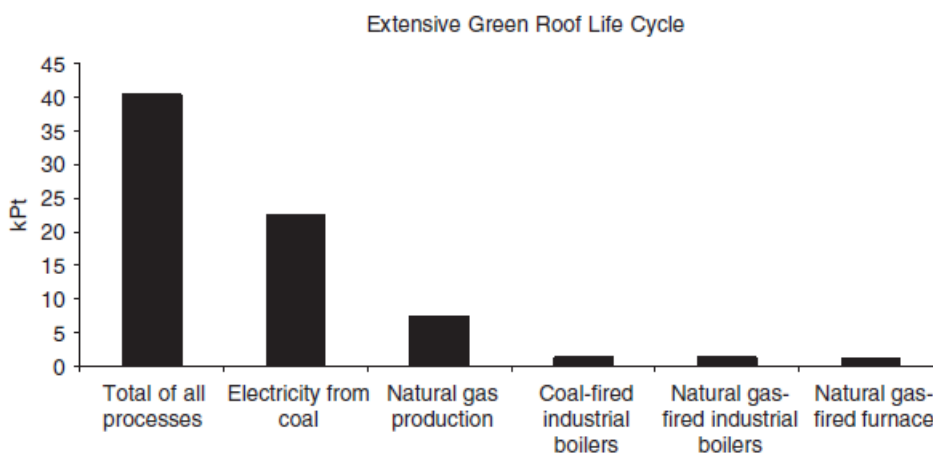


Figura 6 - Contribuições de cada processo em termos de pontos de impacto 2002+ para a opção de telhado extensivo

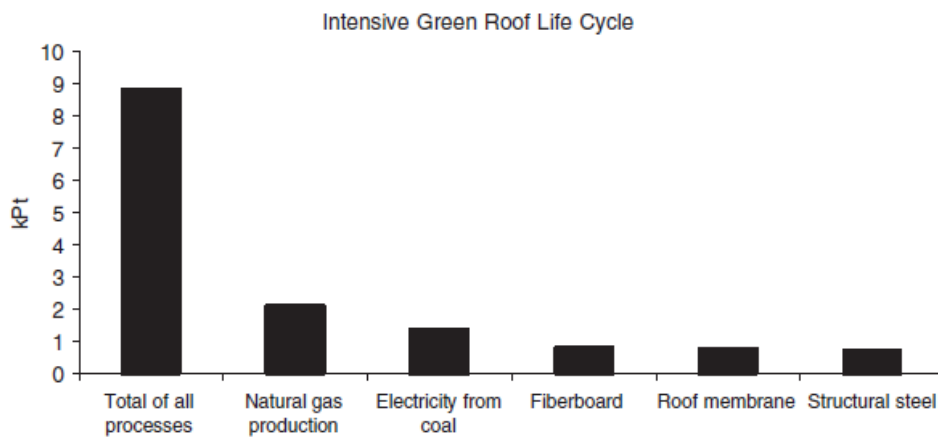


Figura 7 - Contribuições de cada processo em termos de pontos de impacto 2002+ para a opção de telhado intensivo.

3.2.2 Embedding “substrate” in environmental assessment of green roofs life cycle: evidences from an application to the whole chain in a Mediterranean site







Neste estudo desenvolvido por Peri et al (2012) foi aplicada uma análise de ciclo de vida a uma cobertura verde extensiva, mas ao contrário de outros estudos, este inclui também a análise do substrato que constitui as coberturas verdes reais em Itália.

Os autores referem que o substrato para um telhado verde é constituído por 75 a 80%, em peso de inertes e 20 a 25%, em peso de fração orgânica.

O substrato analisado está instalado numa cobertura extensiva já existente construída no ano de 2009 em Sicília, no Sul de Itália. O telhado tem uma área de aproximadamente 81 m² (11,4 m x 7,12 m). A base da cobertura é construída em tijolos de barro perfurados com uma camada de betão. Já o substrato é constituído por uma mistura de materiais vulcânicos inertes, como seixos, pedra-pomes e zeolite, e por materiais orgânicos, turfa, adubo e fertilizantes. A camada onde o solo se encontra é de 15 cm de espessura.

Para a elaboração do inventário os responsáveis do estudo recolheram informações junto das empresas envolvidas directamente na produção dos materiais e no *software* de análise SimaPro 7.3.

Na Figura 8 mostram-se as camadas que constituem a cobertura estudada, bem como os materiais que as compõem.

Roof component	Commercial name of the product used	Materials	Thickness (m)	Sketch of the stratigraphy	
Green roofing system	Vegetation	<i>Halimione Portulacoides</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Crithum Maritimum</i>	—	—	
	Growing medium	<i>Agriteram</i> ® TVS	Lapillus Pumice Zeolithe Peat Compost NPK slow release organic fertilizers ^a	0.15	
	Water storage layer	<i>Igroperlite</i> ® T1	Expanded Perlite	0.125	
	Drainage layer	<i>Ecodren</i> ® SD5	Polyethylene terephthalate (PET)	0.005	
	Waterproofing membrane	<i>Soiphren</i> ® H	High Density Polyethylene (HDPE) Polypropylene (PP) Bitumen	0.003	
Existing roof	Structural support	—	Perforated bricks (T profile) with a covering in concrete	0.25	

^a NPK slow release organic fertilizer used in the soil is an Osmocote with the following title:16-9-12.

Figura 8 - Camadas constituintes da cobertura em estudo

Através do estudo desenvolvido por Peri et al. (2012) chegou-se à conclusão que de todos os componentes o substrato é o que mais contribui para a acidificação, eutrofização e ecotoxicidade de água doce. Os autores relatam também a grande dificuldade em obter dados primários para todas as fases do ciclo de vida, produção, manutenção e disposição. Uma outra dificuldade encontrada foi a dificuldade em estimar valores para NO_x e N₂O para o substrato fertilizado.

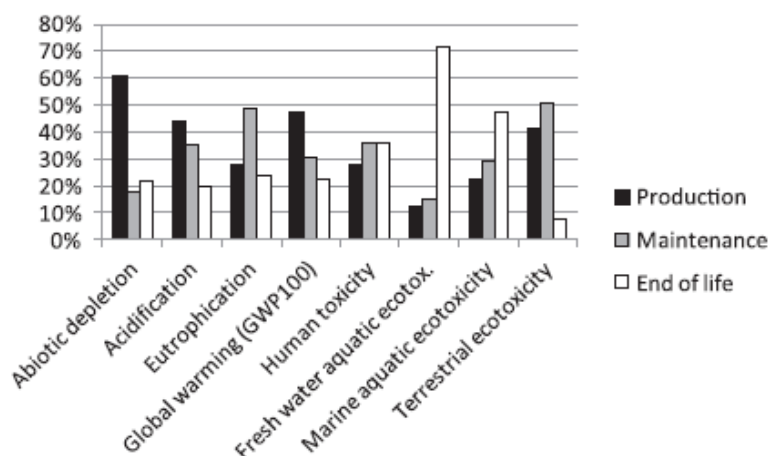


Figura 9 - Avaliação do impacto ambiental de um telhado ecológico real.

A figura 9 mostra todos os impactos associados a cada uma das diferentes fases do estudo em causa. Tal como os autores referiram, a fase de fim de vida é a que mais contribui para a Ecotoxicidade em água doce.

4 Sistemas de coberturas ajardinadas

Acredita-se que a primeira vez que se construíram coberturas ajardinadas foi na antiga Babilónia. Diz a história que estes jardins foram mandados construir por um Rei, em 600 a. C., que queria agradar á sua esposa. Esta era oriunda de uma aldeia situada numa montanha e quando foi viver para a Babilónia com o seu rei sentia saudades do verde a que estava acostumada. Há também quem atribua a sua construção a uma rainha, Semiramis, entre 810 e 783 a. C. (www.civilizacaoantiga.com,2009)

A construção destes jardins era feita em coberturas planas, o que fazia com que estes parecessem pequenas elevações devido às diferentes alturas dos edifícios, essas pequenas elevações faziam lembrar montanhas. Estes não eram apenas decorados com árvores e plantas, também faziam parte da sua decoração estátuas, piscinas e até mesmo cascatas. (Figura 10)



Figura 10 - Ilustração da possível aparência dos jardins da Babilónia por Corbis (Fonte: <http://news.nationalgeographic.com>)

Em termos construtivos, estes jardins já estavam desenvolvidos para a época, possuindo já sistema de drenagem e de rega. A sua construção era feita sobre poços em forma de arcos e a sua altura poderia chegar aos 75 pés. Estes eram revestidos por betume,

substância idêntica à argamassa, para evitar a infiltração de água. A passagem de uns terraços para os outros era feita através de degraus, como se pode ver na Figura 10.

O sistema de drenagem destes “jardins suspensos” era constituído por depósitos inclinados e sobrepostos, a água que servia para a rega era levada até eles através de um sistema de drenagem interna bastante avançado para a Época. Já o sistema de rega, com água procedente do rio Eufrades, era constituído por roldanas e baldes. Esta era assegurada por escravos que puxavam os baldes e os transportavam até às piscinas de onde a água era distribuída depois por canais construídos de tijolos cozidos e em seguida forrados por metais que não oxidavam. Estes sistemas, rega e drenagem, eram bastantes complexos e inéditos para a altura.

Até à data não existem documentos ou ruínas que provem a existência destes jardins, por isso há quem diga que tudo isto não passava de histórias imaginárias criadas por cavaleiros que partiram à conquista de novas terras.

Com o passar dos anos, a construção passou por várias mudanças quer a nível arquitetónico quer a nível dos materiais utilizados e na sua modernização. Este tipo de construção também foi evoluindo e chegamos às coberturas ajardinadas que conhecemos hoje. A evolução foi tal, que hoje em dia, para além de coberturas ajardinadas existem também as fachadas ajardinadas, como se pode ver nas figuras que se seguem. (Figuras 11 e 12)



Figura 11 - Parede do museu francês Quai Branly, desenhada pelo boticário Patrick Blanc (Fonte: <http://www.aryse.org/>)



Figura 12 - Cobertura e fachada ajardinada no Jardim Lausanne, Suíça (Fonte: Jordi Serramia, partilhado publicamente)

4.1 Sistemas de coberturas vegetais

Coberturas ajardinadas ou coberturas vegetais é um subsistema construtivo, constituído por várias camadas sobrepostas sobre a laje de cobertura de um edifício. Este subsistema permite o uso de terra vegetal sobre uma camada impermeável onde em seguida se procede à colocação da vegetação. Essa vegetação pode variar entre plantas e flores não sendo conveniente a plantação de árvores de grande porte visto estas incorporarem uma carga superior aquando do cálculo da estrutura. Este tipo de cobertura tem como função aumentar as áreas verdes existentes nas cidades onde estas são quase escassas, podendo também diminuir o efeito estufa aí existente e deste modo reduzir o impacto ambiental da construção.

A implementação destas coberturas pode contribuir também para a diminuição dos efeitos térmicos e acústicos dos edifícios.

As coberturas vegetais ou ajardinadas podem ser de três tipos diferentes, são eles:

- Coberturas extensivas - este tipo de cobertura não é construída com a finalidade de uso humano e muitas vezes não estão visíveis. São telhados que não necessitam de uma grande irrigação. Dos três tipos de coberturas verdes esta é a mais leve por possuir uma profundidade menor (entre 6 a 10 cm), uma vez que não necessita de uma camada de meio de crescimento;
- Coberturas intensivas - estas necessitam que o edifício onde serão implementadas tenha uma maior resistência adicional. Necessita de sistema de rega e a sua profundidade pode variar de pelo menos 35 cm. Aqui plantadas árvores de

pequeno porte e arbustos, existindo ainda a possibilidade de se construírem lagos de pequena profundidade. Estas coberturas podem ser verdadeiros jardins em telhados;

- Coberturas semi-intensivas - esta cobertura fica situada entre a cobertura extensiva e intensiva. Quando comparada com a cobertura extensiva, esta necessita de uma maior manutenção, tem um custo mais elevado e a carga que será adicionada à estrutura também é superior. Este tipo de telhado possibilita a plantação de pequenos arbustos uma vez que a profundidade da camada de crescimento é maior que no caso das coberturas extensivas.

Na Figura 13 pode-se observar a constituição base da maior parte das coberturas ajudinadas: membrana impermeável, sistema de drenagem, camada de filtro geotêxtil, terra vegetal e vegetação.

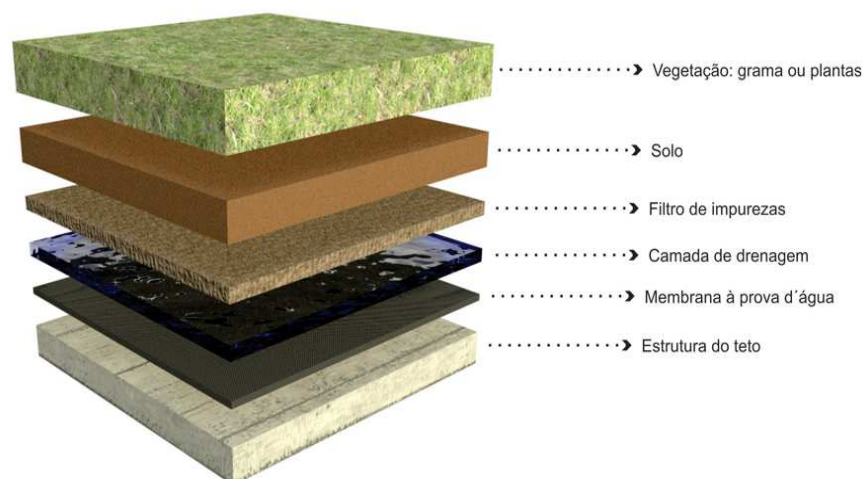


Figura 13 - Constituição de uma cobertura ajudinada tipo - (Fonte: DCA arquitetura)

4.2.1 Membrana Impermeável ou membrana à prova de água

Segundo SOTECNISOL (2012), um sistema de impermeabilização “é a sequência lógica e correto posicionamento dos materiais impermeabilizantes ligados entre si e às zonas a tratar, de acordo com as circunstâncias, por forma a garantir uma eficaz e duradoura estanquidade”

A membrana impermeável vai evitar que existam infiltrações na estrutura onde vai assentar a cobertura ajudinada. Esta deve garantir a dilatação e contração da estrutura sem que esta fissure, evitando assim, a entrada de água. (Manso, 2012)

Esta membrana pode variar consoante o material utilizado na sua fabricação e no modo de aplicação do mesmo.

Materiais tradicionais	
Aplicados "in situ"	Pré-fabricados
Camadas múltiplas de asfalto	Camadas múltiplas de membranas betuminosas
Camadas múltiplas de emulsões betuminosas	Camadas múltiplas de telas betuminosas
	Camadas múltiplas de feltros betuminosos

Tabela 1 - Membranas de materiais tradicionais (Fonte: Serôdio et al.)

Materiais não tradicionais	
Aplicados "in situ"	Pré-fabricados
Camadas múltiplas de resinas acrílicas poliméricas	Membranas de betumes modificados (APP e SBS)
Camadas múltiplas de emulsões betuminosas modificadas	Membranas termoplásticas (PVC)
Espuma de poliuretano	Membranas elastoméricas

Tabela 2 - Membranas de materiais tradicionais (Fonte: Serôdio et al.)

A membrana é uma das camadas mais importante das coberturas verdes, uma vez que tem um papel decisivo na impermeabilização da cobertura. Para que esta membrana (camada de impermeabilização) possa funcionar corretamente e para evitar uma degradação precoce da mesma, há que ter especial atenção na sua aplicação e nos acabamentos. As juntas de dilatação e as ligações da cobertura com as paredes são as zonas onde se deve ter mais cuidados para que se evitem infiltrações e consequentes anomalias na estrutura. Deve assegurar-se o seu correto funcionamento e garantir que as suas características se mantenham no período de, pelo menos, 10 anos. (Azevedo, 2011)

A membrana de impermeabilização será colocada sobre uma emulsão betuminosa que servirá como primário, uma vez que esta irá facilitar a aderência à base. Depois de o primário secar, liga-se a membrana à estrutura através do calor de um maçarico ou de ar quente. (Figura 14)



Figura 14 - Aplicação de tela asfáltica através de calor (Fonte: <http://telaasfaltica.com>)



Figura 15 - Tela asfáltica já aplicada (Fonte: <http://telaasfaltica.com>)

4.2.2 Camada de drenagem

A função da camada de drenagem é a de garantir que as águas da chuva não se acumulem nas camadas superiores, evitando que estas se danifiquem precocemente. Outra das suas funções é a de garantir que a água em excesso se encaminhe corretamente para o sistema de drenagem de água pluviais do edifício.

Para existir um correto funcionamento da mesma, na fase de construção, deve garantir-se uma drenagem adequada através de uma inclinação entre 2 e 8%.

Existem sistemas de drenagem que armazenam água. Esta pode ser, posteriormente, utilizada pela cobertura para irrigação das plantas aí existente. Isto é mais comum no caso das coberturas ajardinadas extensivas, uma vez que as intensivas por norma possuem sistema de rega.

A camada de drenagem desempenha um papel importante neste tipo de cobertura, pois evita que se acumule água em excesso na cobertura o que provocaria uma sobrecarga no peso da estrutura e poderia fazer com que a camada superior se danifique. Esta acumulação poderia provocar um crescimento súbito das raízes das plantas existentes na cobertura, levando também á danificação da tela anti raízes. (Bianchini et al., 2011)

Os materiais utilizados no fabrico da camada de drenagem dependem do tipo de cobertura a instalar.

Para as coberturas ajardinadas extensivas devem ser utilizados materiais leves, como polietileno e polipropileno, com capacidades para drenar e armazenar água, evitando assim uma sobrecarga adicional na estrutura. Uma boa solução para este tipo de cobertura é uma tela pitonada de polietileno de alta densidade e um geotêxtil numa das fases, como o mostrado na figura 16.

No caso das coberturas ajardinadas intensivas como não existe problemas no que diz respeito à sobrecarga adicionada, esta camada pode ser mais simples e pesada. Poderá então ser constituída por materiais que fazem uma drenagem natural e de filtro. (Bianchini et al., 2011) Esses materiais passam por britas, seixos rolados como os mostrados na figura 17, argila expandida, entre outros.



Figura 16 - Tela de drenagem com manta geotêxtil (Fonte: hilarioalves.com)



Figura 17 - Seixos rolados (Fonte: <http://www.pisodepedra.com.br/>)

4.2.3 Tela anti raízes

A principal função da tela anti raízes é a de evitar a perfuração das camadas inferiores, de impermeabilização e drenagem, pelas raízes das plantas da cobertura. Outra das funções desta tela é a de evitar que as raízes penetrem nas eventuais fissuras que a estrutura possa apresentar, bem como a formação de novas fissuras provocadas pelas mesmas.

As barreiras anti raízes podem ser de dois tipos: físicas e químicas. (Bianchini et al., 2011)

As barreiras físicas são constituídas por materiais finos e leves, como por exemplo, telas em polipropileno (PP), poliéster ou polietileno de baixa densidade (LDEP).

No caso das barreiras químicas, são constituídas por produtos tóxicos colocados nas telas ou nos betumes. Estes químicos, quando as raízes se acercam deles, afastam-nas não danificando a planta em si. Um dos químicos mais utilizados em Portugal e dos mais eficazes é o pentaclorofenol. (Azevedo, 2011)

Na fase de aplicação desta tela, é conveniente a aplicação de mais de uma camada da membrana para assegurar uma maior eficácia e um maior tempo de vida da mesma. (Azevedo, 2011)

4.2.4 Camada de Filtragem

Estas telas são de preferência em geotêxtil (figura 18) ou outros tipos de tecidos, mas também podem ser de fibras poliméricas e polifinas. (Bianchini et al., 2011)

A sua principal função, como o próprio nome indica, é a de filtrar a água proveniente das camadas superiores, evitando assim que as partículas soltas passem para a camada de drenagem e provoquem o entupimento do sistema de escoamento das águas pluviais da cobertura.

Para uma fácil aplicação desta tela, alguns fabricantes agregaram-na ao sistema de drenagem, como se pode ver na figura 19.



Figura 18 - Manta geotêxtil para filtração
(Fonte: <http://www.espacodaconstrucao.com.br/>)



Figura 19 - Sistema de drenagem com tela filtrante (Fonte: <http://www.espacodaconstrucao.com.br/>)

4.2.5 Camada de Crescimento ou Substrato

A camada de substrato é a camada que permite o crescimento e o desenvolvimento das plantas, sendo esta camada a base da cobertura verde. Outra das suas funções é a de ajudar na drenagem das águas pluviais em excesso.

A espessura desta camada depende do tipo de cobertura a construir, sendo que coberturas intensivas necessitam de uma camada de substrato com maior profundidade que as coberturas extensivas.

A escolha do tipo do substrato a ser adotado deve obedecer a determinados critérios. O tamanho do grão, a resistência ao frio e à geada, a estabilidade estrutural, a proporção de material orgânico, a resistência à erosão provocada pelo vento, a permeabilidade e a capacidade de água, a capacidade de fornecer às plantas os nutrientes necessários ao seu crescimento e bom pH são algumas das razões para a escolha de um bom substrato. (coberturasverdes.com, 2014)

O substrato é o estrato que introduz maior sobrecarga a estrutura. Para minimizar essa sobrecarga costuma recorrer-se a uma mistura de terra vegetal com outros tipos de materiais, como produtos vegetais, produtos minerais, produtos orgânicos, produtos derivados do petróleo ou produtos reciclados. (Azevedo, 2011) Os materiais mais utilizados para estas misturas passam por materiais argilosos, materiais de origem vulcânica como pedra-pomes devido ao seu baixo peso, LECA, restos de demolições e das construções. Em algumas construções também se recorre ao uso de areias que apesar de ter uma boa capacidade de drenagem, este material tem uma baixa capacidade de retenção de nutrientes, fazendo com que seja necessário fazer uma adubação em toda a vida da estrutura. (Azevedo, 2011)

A mistura a ser feita na terra vegetal deve ter em atenção a espessura da camada, o peso que pode ser adicionado á estrutura e à necessidade de nutrientes das plantas a serem instaladas na cobertura. Assim, para as coberturas extensivas, a percentagem a ser adicionada é de 30% devido à sua espessura. No caso das coberturas intensivas, como a profundidade da sua camada é superior à das coberturas extensivas, esta percentagem é de 45%. (Bianchini et al., 2011)

Será adotada, para o estudo a ser efetuado na presente dissertação, uma mistura de terra vegetal com agregados de argila expandida, LECA.

4.2.6 Vegetação

O que distingue os telhados verdes de todos os outros é a sua vegetação. As plantas que se podem utilizar dependem do tipo de cobertura a instalar. No caso de coberturas extensivas as mais utilizadas são as suculentas, gramíneas ou mesmo musgos, no entanto pode recorrer-se ao uso de plantas típicas da região que são consequentemente mais resistentes ao clima de cada local. Nestas coberturas a vegetação não deve ultrapassar os 10 cm. No caso das coberturas intensivas, existe uma escolha mais vasta, uma vez que estas coberturas, podem ser pequenos jardins privados. Nestas coberturas, para além de plantas podem instalar-se arbustos e árvores de pequeno porte, podendo mesmo essas árvores serem de fruto ou pequenas hortas. A altura da vegetação instalada pode variar entre os 10 e os 100 cm. (Bianchini et al., 2011)

4.3 Vantagens e desvantagens das coberturas ajardinadas

As coberturas ajardinadas também têm as suas vantagens e desvantagens, que serão apresentadas em seguida.

As coberturas ajardinadas apresentam vantagens ambientais, sociais e económicas, que se especificam a seguir.

Vantagens ambientais:

- Combate do efeito de estufa existente nas cidades, causado pela poluição provocada pela circulação de veículos, aparelhos de ar condicionado entre outros;
- Melhoria da qualidade do ar, uma vez que a vegetação liberta oxigénio;
- Filtragem do ar através da absorção dos póis existentes na atmosfera;
- Absorção de água proveniente das chuvas, reduzindo assim o risco de cheias através da redução de caudal existente nas redes pluviais públicas;
- Aumento do habitat para a fauna local, como pássaros, insetos e outros pequenos animais;
- Redução das emissões de CO₂ libertadas para atmosfera pelo próprio edifício;
- Absorção/redução da poluição sonora;
- Aumento das áreas verdes existentes nas cidades.

Vantagens sociais:

- Melhoramento a aparência do edifício;
- Criação de espaços mais agradáveis e com maior conforto, aumentando assim o bem-estar das pessoas.

Vantagens económicas:

- Maior longevidade da cobertura;
- Aumento da eficiência energética dos edifícios devido às suas propriedades de isolamento térmico e acústico, levando a uma redução dos custos com o aquecimento e arrefecimento do edifício;
- Quando a cobertura é aproveitada para agricultura urbana, com a plantação de pequenos legumes e verduras, existe também uma diminuição dos custos com a alimentação.

Como todos os sistemas existentes no mercado, este também não é perfeito e tem as suas desvantagens, algumas delas enumeradas em seguida.

- Em comparação com os sistemas tradicionais este apresenta um custo mais elevado, mas que pode ser compensado pela poupança energética;
- Se a cobertura adotada for do tipo intensivo, os custos com a sua manutenção vão ser mais elevados;
- Este tipo de cobertura possuem um sistema de drenagem complexo, consequentemente com um custo de execução elevado quer aquando da primeira instalação quer no caso de um eventual dano aquando da sua utilização;
- Como este tipo de cobertura produz uma carga extra na estrutura, vai ser necessário em alguns casos, uma estrutura mais resistente;
- Visto existir vegetação na cobertura, estas podem danificar a estrutura com as suas raízes que podem penetrar as fissuras existentes ou até mesmo criar outras;
- Por ser um sistema complexo, necessita de uma mão-de-obra especializada que pode ter um custo mais elevado;
- Outro fator que aumenta o preço do edifício é o facto deste tipo de obra necessitar de uma manutenção com maior regularidade que as coberturas ditas tradicionais.

4.4 Cobertura vegetal extensiva

Uma *cobertura vegetal extensiva* (Figuras 22 e 23) é uma cobertura que requer uma rega e uma manutenção mínima. Este tipo de cobertura não necessita de grande profundidade, normalmente variam entre os 3 e os 20 cm, para as plantas se desenvolverem uma vez que normalmente o tipo de plantas utilizados são de pequeno porte, atingindo no máximo dos 30 cm.

Para este tipo de coberturas não existe grande variedade de plantas que podem ser usadas, estas variam entre plantas suculentas, musgos, aromáticas e algumas gramíneas (Figuras 20 e 21).



Figura 20 - Exemplo de algumas plantas suculentas (Fonte: <http://blogimagen.com>)



Figura 21 - Exemplo de algumas plantas aromáticas (Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/>)

Por norma este tipo de telhado não é acessível a pessoas e muitas vezes nem estão visíveis, e geralmente possuem uma inclinação máxima de 30°.

Em termos monetários esta cobertura é a mais económica, visto ter uma profundidade menor como já foi referido anteriormente. Esta cobertura também tem uma influência menor no peso acrescentado à estrutura, uma vez que a espessura da camada de substrato vegetal é menor.



Figura 22 - Exemplo de cobertura verde extensiva (Fonte: Green Roof Technology)



Figura 23 - Exemplo de cobertura extensiva (Fonte: <http://www.roofingproductsireland.com>)

4.5 Cobertura vegetal intensiva

Um telhado verde intensivo (Figuras 25, 26 e 27) comporta-se como um jardim clássico e distingue-se do telhado verde extensivo pela maior profundidade que este possui na camada de terra vegetal, podendo variar assim entre os 15 a 40 cm, adequado ao tipo de vegetação usado que possui raízes que atingem maiores profundidades. Também se caracteriza por um maior peso a adicionar ao cálculo da estrutura. O tipo de plantas que aí se podem colocar vão desde as árvores de pequeno porte, arbustos (Figura 24) e até mesmo lagos, ficando a sua escolha ao critério da pessoa responsável pela sua elaboração visto a escolha influenciar as cargas, o projeto e o orçamento do edifício.



Figura 24 - Exemplos de arbustos a usar nos telhados verdes intensivos (Fonte: <http://flores.culturamix.com/>)

Este tipo de cobertura normalmente é plana e pode ser usada para uso recreativo, para lazer e até mesmo como um jardim privado quando empregue em moradias ou em prédios. Estes jardins necessitam de uma maior manutenção e de uma maior rega. Todos estes fatores fazem com que esta cobertura se torne mais dispendiosa.



Figura 25 - Parking garage rooftop garden at the Kaiser Center in Oakland (Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/>)



Figura 26 - Punggol Roof Garden, Singapura - (Fonte: <http://www.greenroofs.com/>)



Figura 27 - Exemplo de cobertura intensiva (Fonte: <http://www.roofingproductsireland.com>)

4.6 Cobertura vegetal semi-intensiva

Alguns autores defendem ainda um terceiro tipo de cobertura vegetal, a cobertura vegetal semi-intensiva. Este tipo de telhado é uma combinação do telhado extensivo com o telhado intensivo. (Figura 28)

A cobertura semi-intensiva necessita de mais manutenção e mais irrigação que a cobertura vegetal extensiva. Para além disso, tem também um maior acréscimo de carga e de custos que a cobertura extensiva. A espessura da camada de terra vegetal tem uma altura que varia entre os 15 e os 25 cm.

Como este telhado é um intermediário entre o extensivo e o intensivo vai permitir a colocação de uma maior variedade de vegetação do que no telhado extensivo, passando a admitir-se arbustos rasteiros e semelhantes mas sem ainda se poder plantar árvores e arbustos de altura elevada.



Figura 28 - Exemplo de cobertura semi-intensiva (Fonte: <http://coberturasverdes.com>)

5 Aplicação do caso de estudo

5.2 Apresentação das coberturas para o caso de estudo

As coberturas verdes podem variar no modo de construção, assim, e para o efeito desta dissertação vão ser analisadas três coberturas, uma cobertura contínua e duas coberturas modulares. A cobertura contínua a ser considerada será do tipo extensivo, por ser a mais utilizada em Portugal. No que diz respeito às coberturas modulares, irá ser estudada uma com caixa de alumínio e a outra do tipo GeoGreen. As coberturas modulares do tipo GeoGreen foram desenvolvidas na Universidade da Beira Interior em colaboração com C-made, pela Arquiteta Maria Manso.

5.2.1 Cobertura modular GeoGreen

A cobertura do tipo GeoGreen é uma cobertura modular pré-fabricada e pré plantada desenvolvida na Universidade da Beira Interior pela Arquiteta Maria Manso. Segundo Maria Manso (2013) o sistema GeoGreen (Figura 30) “baseia-se no reaproveitamento de resíduos industriais, procurando minimizar-se a energia incorporada e as emissões de CO_2 do sistema, promovendo a valorização de resíduos”. O módulo deste sistema de cobertura é constituído por duas partes, uma parte inferior produzida através de lamas das minas da Panasqueira e uma parte superior fabricada a partir de desperdícios de cortiça, que depois é expandida. (Figura 29)

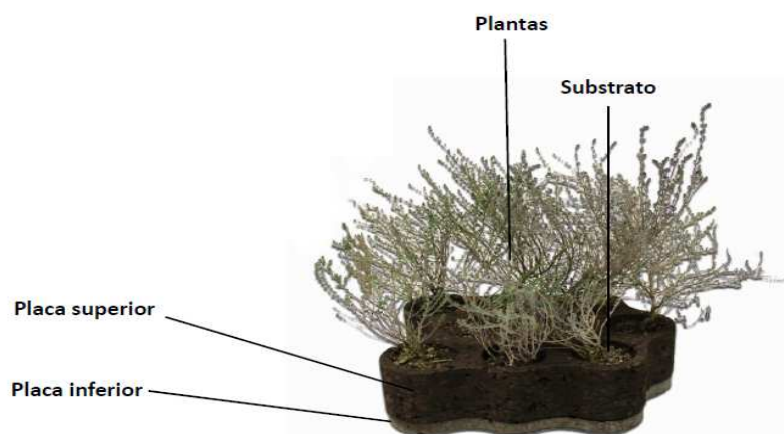


Figura 29 - Módulo GeoGreen com a indicação das duas partes que o constitui (Fonte: Manso et Castro-Gomes, 2013)

O sistema GeoGreen foi desenvolvido com o intuito de uma fácil aplicação e manutenção. Este sistema pode aplicar-se me pequenas coberturas ou fachadas no caso de habitações unifamiliares ou pode aplicar-se em grandes edifícios, como grandes prédios de escritórios ou de habitação.



Figura 30 - Sistema modular GeoGreen (fonte: Manso et al., 2012)

O aglomerado de cortiça utilizado na parte superior do módulo é obtido a partir dos processos de manutenção e limpeza dos sobreiros como se pode ver na figura 31. Em seguida a cortiça obtida é triturada e o granulado obtido (figura 32) é colocado num forno onde são cozidos através de vapor de água e se transformam num aglutinado de grãos (figura 33). Este módulo é feito apenas com o aglomerado de cortiça cozido sem ser necessário a adição de qualquer tipo de cola ou outro tipo de aditivo, uma vez que este liberta uma substância que permite que os grãos se agreguem entre si.

O aglomerado negro de cortiça para além de ser um material de origem vegetal possui outras boas características. Algumas delas são: (Manso et al, 2012)

- Baixa densidade;
- Boas propriedades de isolamento térmico;
- Boa resistência ao fogo;
- Boa resistência mecânica que permite suportar o substrato saturado e a vegetação.



Figura 31 - Extração de cortiça (fonte: www.regiao-sul.pt)



Figura 32 - Granulado de cortiça (fonte: www.trixie.de)



Figura 33 - Aglomerado de cortiça expandida (Fonte: www.isocor.pt)

A parte inferior do módulo do GeoGreen (Figura 34) é constituída por pó de vidro e por um ligante geopolimérico de lamas residuais das minas da panasqueira nas quantidades de 20 e 80% respetivamente. Este material é um material poroso e permeável que permite que a água das chuvas ou da rega sejam absorvidas e que mais tarde sejam libertadas lentamente para o substrato. Este, tal como o aglomerado de cortiça, possui uma boa resistência mecânica e química, bem como uma boa durabilidade e resistência ao fogo.

As placas inferiores deste módulo são produzidas na Universidade da Beira Interior. As lamas residuais das minas, que fazem parte da constituição das placas, são transportadas para o laboratório da Universidade onde são peneiradas através de um peneiro com uma malha de 1 mm. As fibras de vidro que constituem estas placas são trituradas e em seguida passadas por um peneiro inferior a 125 μm . Depois de misturados estes dois materiais e de as placas estarem moldadas sofrem uma cura a 60°C durante 7 dias.



Figura 34 - Parte inferior do módulo GeoGreen (fonte: modular system design for vegetated surfaces with alkaline activated materials, Manso 2012)



Figura 35 - Parte superior do módulo GeoGreen (Fonte: modular system design for vegetated surfaces with alkaline activated materials, Manso 2012)

5.2.2 Cobertura modular com caixas de alumínio

Estas coberturas modulares são constituídas por caixas de alumínio anodizado, como se pode ver na figura 36. Estas têm uma profundidade de sensivelmente 10 cm e comprimento e largura de aproximadamente 61 cm, a espessura das folhas de alumínio que constituem o módulo é de 8 mm. A vegetação que o vai constituir já vem pré-plantada. As plantas a ser cultivadas nos módulos de alumínio podem chegar á maturidade fora do local de aplicação, o que faz com que o telhado fique completamente verde quando estes forem instalados. (Figura 37) (Green Roof Blocks™)



Figura 36 - Caixa de alumínio já plantada - (Fonte: Green Roof Blocks™)



Figura 37 - Telhado já com os módulos plantados (Fonte: Green Roof Blocks™)

Estes módulos são auto-suficientes e equipados com alças resistentes (Figura 38), que facilitam o seu manuseio no caso de existir necessidade de se efectuarem reparações ou alterações no seu tempo de vida útil, 65 anos. A parte inferior dos módulos vem equipada com borrachas que facilitam a circulação da água proveniente das chuvas e o ar, evitando também que a estrutura onde estes assentam seja danificada. (Green Roof Blocks™)



Figura 38 - Caixas de alumínio com alças resistentes que facilitam o manuseio - (Fonte: Green Roof Blocks™)

Cada módulo já plantado e seco adiciona à estrutura um peso de 5 kg/m^2 , quando saturado esse peso aumenta para 8 kg/m^2 . Verificando-se assim que possuem uma capacidade de retenção de água de aproximadamente 3 kg/m^2 . (Green Roof Blocks™)

Como todos os tipos de telhados este também necessita de um sistema de drenagem. Assim, para além de drenar a água em excesso, este sistema ainda irá evitar que as raízes das plantas entrem nas fissuras existentes ou provoquem outras. O seu sistema de drenagem inclui uma malha adicional colocada num filtro pertencente ao sistema, como se pode ver na Figura 39, que irá fazer com que este não se entupa, garantindo assim um fluxo constante ao longo de toda a vida da cobertura. (Green Roof Blocks™)



Figura 39 - Filtro com a malha adicional - (Fonte: Green Roof Blocks™)

5.3 Programa de análise de ciclo de vida

5.3.1 Definição do objetivo e do âmbito do estudo

5.3.1.1 Definição do objetivo do estudo

O objetivo deste estudo de análise de ciclo de vida é comparar três tipos de coberturas ajardinadas. São elas cobertura ajardina extensiva, cobertura ajardinada com módulos GeoGreen, cobertura ajardinada com módulos de alumínio. A principal função desta análise é comparar os impactos ambientais dos três tipos de coberturas e verificar se o GeoGreen é mais ou menos poluente que os outros sistemas em análise.

5.3.1.2 Definição do âmbito do estudo

Unidade funcional

A unidade funcional que será utilizada como referência para este estudo será 1 m² de área de cobertura.

Fronteira do sistema

A fronteira deste sistema irá incluir:

- Aquisição de matérias-primas;
- Produção dos diferentes tipos de materiais das camadas das coberturas em estudo;
- Transporte de todos os materiais para o local de referência, neste caso será a Covilhã;
- Reciclagem ou “destruição”.

Como os três sistemas de coberturas em estudo, apesar de serem diferentes, têm camadas em comum, a análise será simplificada e os impactos comuns as três coberturas serão excluídos. Em relação ao transporte para o local de aplicação dos sistemas adotou-se como referência 148km, distância entre a fábrica da Sofalca e a Covilhã. Para além disso, não serão considerados nos cálculos dos impactos ambientais os seguintes itens:

- O transporte de matérias-primas para a fábrica;
- A produção e distribuição de energia;
- A construção de vias de comunicação, de veículos e de infra estruturas;

- A produção de materiais auxiliares, como por exemplo, parafusos, colas, borrachas, entre outros;
- O substrato que compõem cada um dos sistemas;
- Extração de água para a rega;
- O uso do produto final;
- O que ocorre no aterro ou lixeira.

Produtos

Nesta análise os sistemas em estudo serão considerados como um produto. Na tabela seguinte serão mostrados os diferentes componentes de cada um dos sistemas em estudo.

Tipo de telhado	Telhado verde extensivo	Cobertura modular GeoGreen	Cobertura modular com caixa de alumínio
Elementos do telhado			
Suporte estrutural	laje de cobertura plana em betão armado	Laje de cobertura plana em betão armado	Laje de cobertura plana em betão armado
Membrana de impermeabilização	Emulsão betuminosa	Emulsão betuminosa	Emulsão betuminosa
Camada de drenagem	Polietileno de alta densidade (HDPE) Polipropileno (PP)	Polietileno de alta densidade (HDPE) Polipropileno (PP)	Polietileno de alta densidade (HDPE) Polipropileno (PP)
Camada de retenção de água	Tereflalato de polietileno (PET) Perlite expandida	Tereflalato de polietileno (PET) Perlite expandida	Tereflalato de polietileno (PET) Perlite expandida
Módulo	-	Pó de vidro Ligante geopolimérico Granulado de cortiça	Caixa de alumínio

Tabela 3 - Componentes dos três sistemas em estudo

Qualidade das fontes de obtenção de dados

Os dados utilizados na elaboração do inventário para a cobertura extensiva foram obtidos através de artigos e estudos já publicados, uma vez que os dados existentes na base de dados do OpenLca é escassa e alguns produtos não se encontram disponíveis e as bases de

dados mais completos são acessíveis apenas através de pagamento. Em relação aos dados necessários para a cobertura modular GeoGreen esses foram obtidos através da empresa Sofalca visto ser essa a empresa responsável pelo fabrico da parte superior do módulo. No que diz respeito à parte inferior do módulo os dados foram obtidos no laboratório da Universidade da Beira Interior e através de contacto com os investigadores do Projeto GeoGreen.

Critério de avaliação

Dos critérios disponíveis no *software* optou-se pela CML (baseline), uma vez que em pesquisa feita na internet era a mais utilizada e a que se encontra mais atualizadas, pois o *software* indica que a versão é de Abril de 2013.

A CML (baseline) analisa as seguintes categorias de impacto: Potencial de acidificação, Mudanças climáticas, Esgotamento de recursos abióticos - elementos, reservas finais, Esgotamento de recursos abióticos - combustíveis fósseis, Eutrofização - genérico, Ecotoxicidade aquática em água doce e água salgada, Toxicidade humana, Destruição da camada de ozono, Oxidação fotoquímica, Ecotoxicidade terrestre.

O potencial de acidificação define-se como a contribuição que uma substância tem na acidificação da água e do solo. Esta é medida em relação a um composto de referência, o dióxido de enxofre.

As mudanças climáticas dizem respeito às variações do clima. Essas variações vão desde a mudança de temperatura, de precipitação, de nebulosidade, entre outros.

Em relação ao esgotamento de recursos abióticos, entendem-se como o esgotamento de recursos que são produzidos pelo ambiente, água, solo, minerais, recursos fósseis, etc.

Eutrofização é a poluição de rios, lagos, lagoas e outros meios de armazenamento de água. Essa poluição faz com que a água que possuem fique turva e com baixos níveis de oxigênio, provocando a morte de animais e plantas aí existentes.

A ecotoxicidade é o contributo de emissões nocivas à fauna e flora existentes em água doce e salgada e também no solo.

A toxicidade humana define-se como a concentração de agentes tóxicos que provoquem danos à saúde humana.

A destruição da camada do ozono, como o próprio nome indica, diz respeito ao aumento do buraco da camada de ozono.

A Oxidação fotoquímica resulta dos poluentes provenientes da queima de combustíveis.

Apresentação dos resultados

Os dados que o OpenLCA fornece são apresentados em forma de tabela. Para melhor compreensão dos mesmos serão elaborados gráficos através dos dados obtidos.

5.3.2 Análise do Inventário

Os dados do inventário como referido anteriormente foram obtidos através do *software* OpenLCA, do contacto com a empresa Sofalca, com as pessoas responsáveis pelo desenvolvimento do módulo no caso do sistema Geogreen, e através da realização de pesquisas de inventários já realizados e de artigos publicados.

Para a realização do inventário de cada uma das coberturas foi necessário ter em consideração todos os recursos utilizados e as emissões produzidas pelos sistemas. Para isso foi necessário a introdução manual de cada um dos componentes bem como os valores a eles associados, uma vez que o OpenLCA não permite a utilização dos processos existentes no mesmo. O *software* não faz diferenciação entre cada uma das fases do ciclo de vida do produto, por isso as emissões obtidas são para o produto não existindo diferenciação.

Os dados de entrada que constam no inventário de cada um dos sistemas serão apresentados em tabelas em anexo.

5.3.3 Análise de impactos da análise de ciclo de vida

Categoria de Impacto	Unidade de referência	Extensiva	GeoGreen	Módulo Alumínio
Potencial de acidificação - média Europeia	kg SO2 eq.	0.068336349	0.047386783	14.38680128
Alterações climáticas - GWP100	kg CO2 eq.	15.1330977	9.926970128	3232.858094
Esgotamento de recursos abióticos - elementos, reservas finais	kg antimony eq.	0.272837641	-3.46808E-06	0.000218637
Esgotamento de recursos abióticos - combustíveis fósseis	MJ	0	0	0
Eutrofização - genérico	kg PO4--- eq.	0.012477318	0.010510293	0.663134853
Ecotoxicidade aquática em água doce - FAETP inf	kg 1,4-dichlorobenzene eq.	936.8007464	0.001457136	3.187174945
Toxicidade humana - HTP inf	kg 1,4-dichlorobenzene eq.	4654.282243	0.278453815	1747.914491

Ecotoxicidade aquática marinha - MAETP inf	kg 1,4-dichlorobenzene eq.	627.0445294	120.8959046	5673796.771
Destruição da camada de ozono - ODP estado estacionário	kg CFC-11 eq.	1.971E-08	1.84233E-08	0.00035644
Oxidação fotoquímica - elevado No _x	kg ethylene eq.	0.005106552	0.003320698	0.76603345
Ecotoxicidade terrestre - TETP inf	kg 1,4-dichlorobenzene eq.	0.003214922	2.81767E-05	0.059512727

Tabela 4 - Resultados obtidos através do Software OpenLCA para as categorias de impacto de cada sistema em estudo

As figuras 40, 41 e 42 mostram os gráficos com as categorias de impacto dos sistemas em estudo é mais poluente. Assim a figura 40 diz respeito à cobertura extensiva, a figura 41 à cobertura GeoGreen e a figura 42 diz respeito à cobertura modular de alumínio.

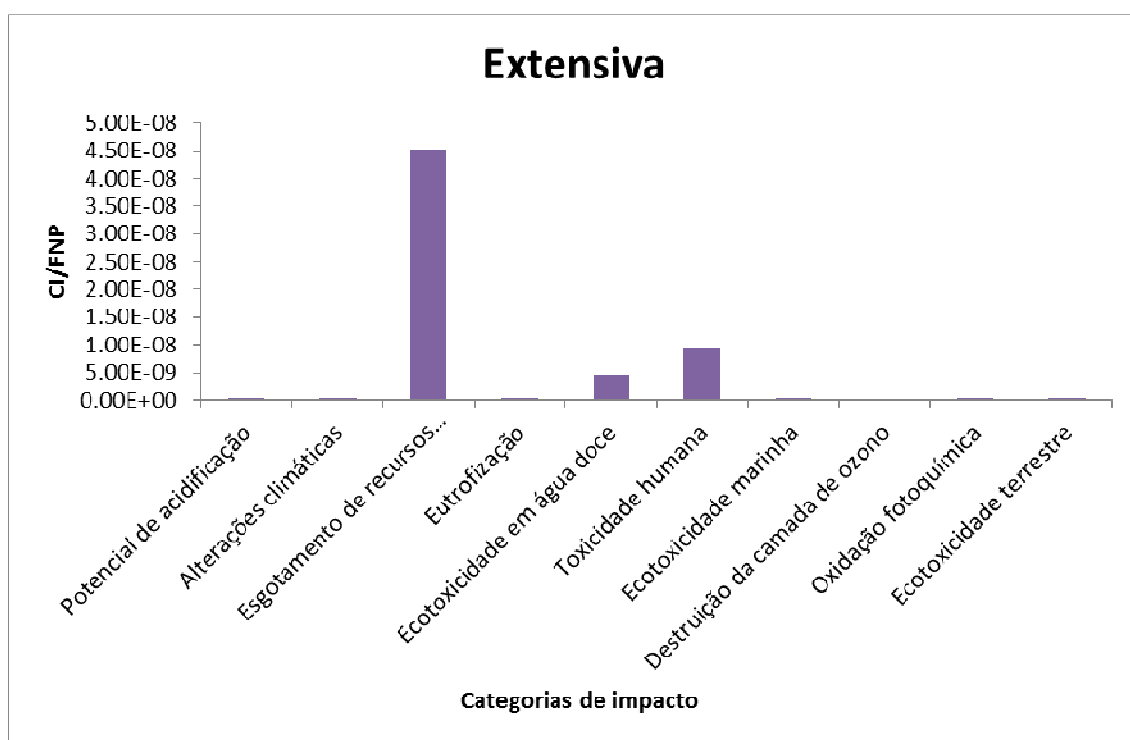


Figura 40 - Categorias de impacto para a cobertura ajardinada extensiva

Através da análise do gráfico pode-se verificar em que impacto cada sistema é mais poluente. Assim, verifica-se que a cobertura verde extensiva tem maior impacto na ecotoxicidade humana (4654 kg 1,4-dichlorobenzene eq.), nesse mesmo sistema pode-se observar que a ecotoxicidade aquática, quer em água doce (937 kg 1,4-dichlorobenzene eq.) quer em água salgada (627 kg 1,4-dichlorobenzene eq.), são as categorias que se seguem no impacto causado. Uma outra conclusão que se pode tirar em relação à análise do mesmo

gráfico é que este causa pouco impacto nas restantes categorias, podendo considerar-se desprezáveis.

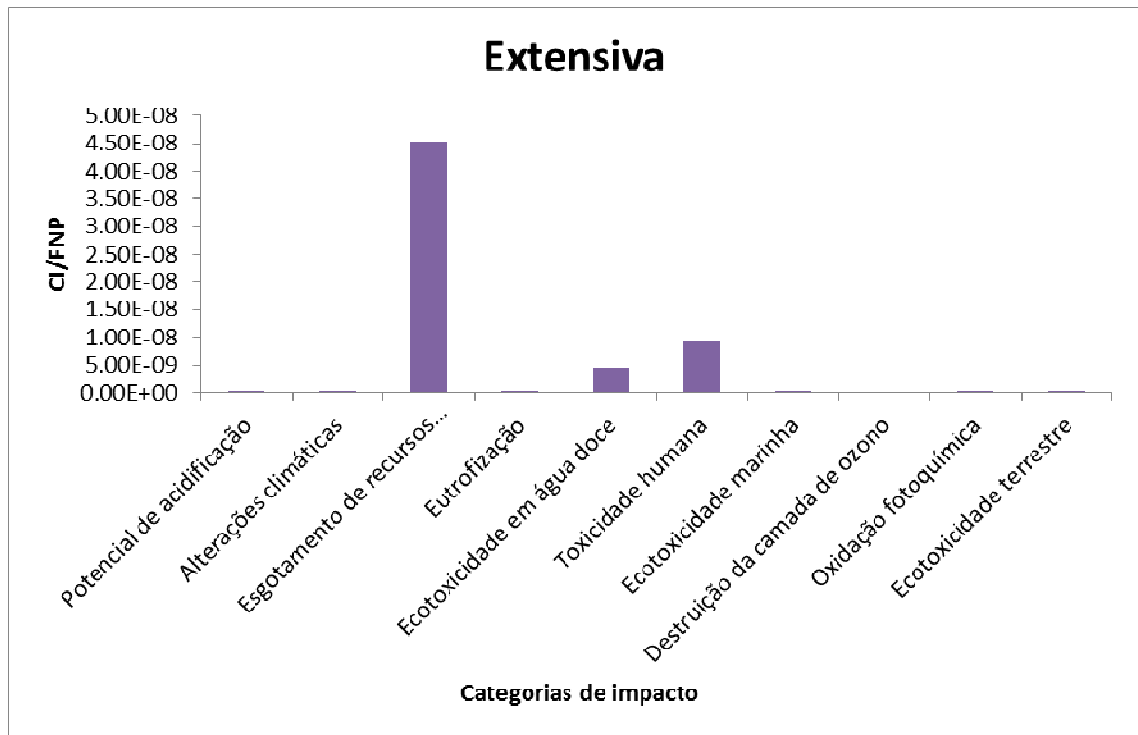


Figura 41 - Categorias de impacto para a cobertura modular GeoGreen

O sistema GeoGreen como se pode verificar tem apenas relevância em duas categorias de impacto, sendo elas a ecotoxicidade marinha (121 kg 1,4-dichlorobenzene eq.) e as alterações climáticas (10 kg CO₂ eq.). Em relação as restantes categorias de impactos, como têm um valor bastante baixo em conformidade com as restantes, podem ser considerar nulas.

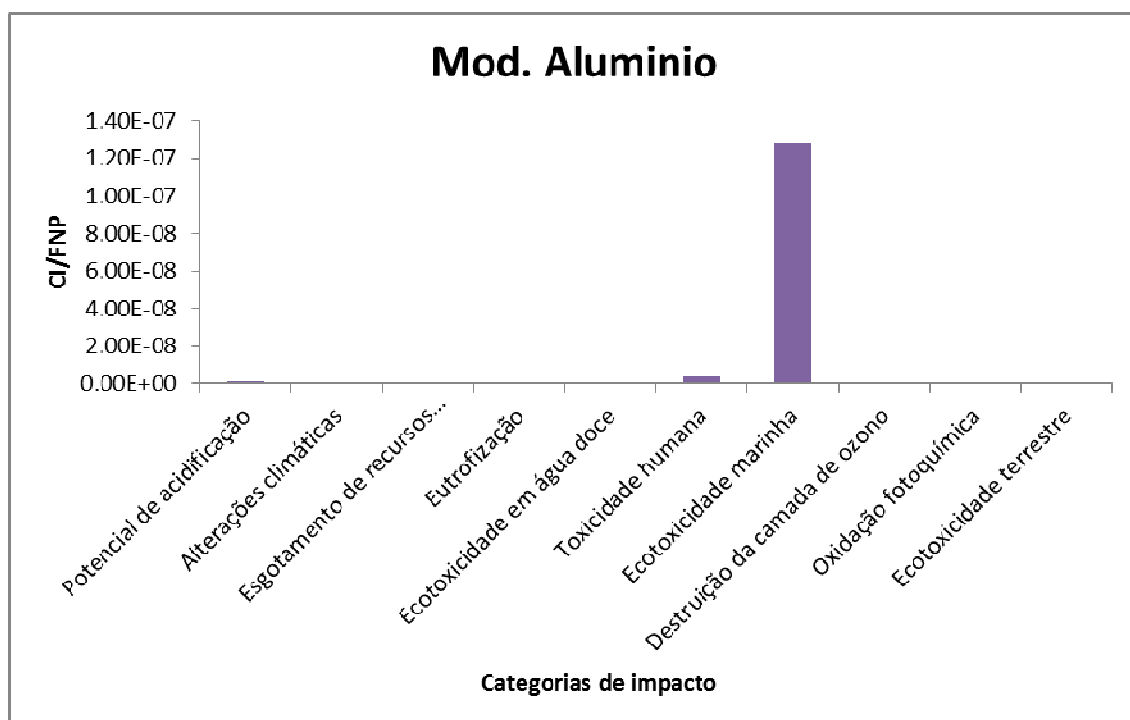


Figura 42 - Categorias de impacto para o sistemas modular com caixas de alumínio

Com a observação do gráfico presente na figura 42, pode concluir-se que o maior impacto numa observação geral de todas as emissões do módulo de alumínio é a ecotoxicidade marinha, com o valor de 5 673 797 kg 1,4-dichlorobenzene eq.. As restantes, por terem um valor muito inferior à categoria com maior impacto, podem-se considerar desprezável.

Quando a comparação é feitas nos três sistemas em conjunto obtém se o gráfico mostrado na figura 43.

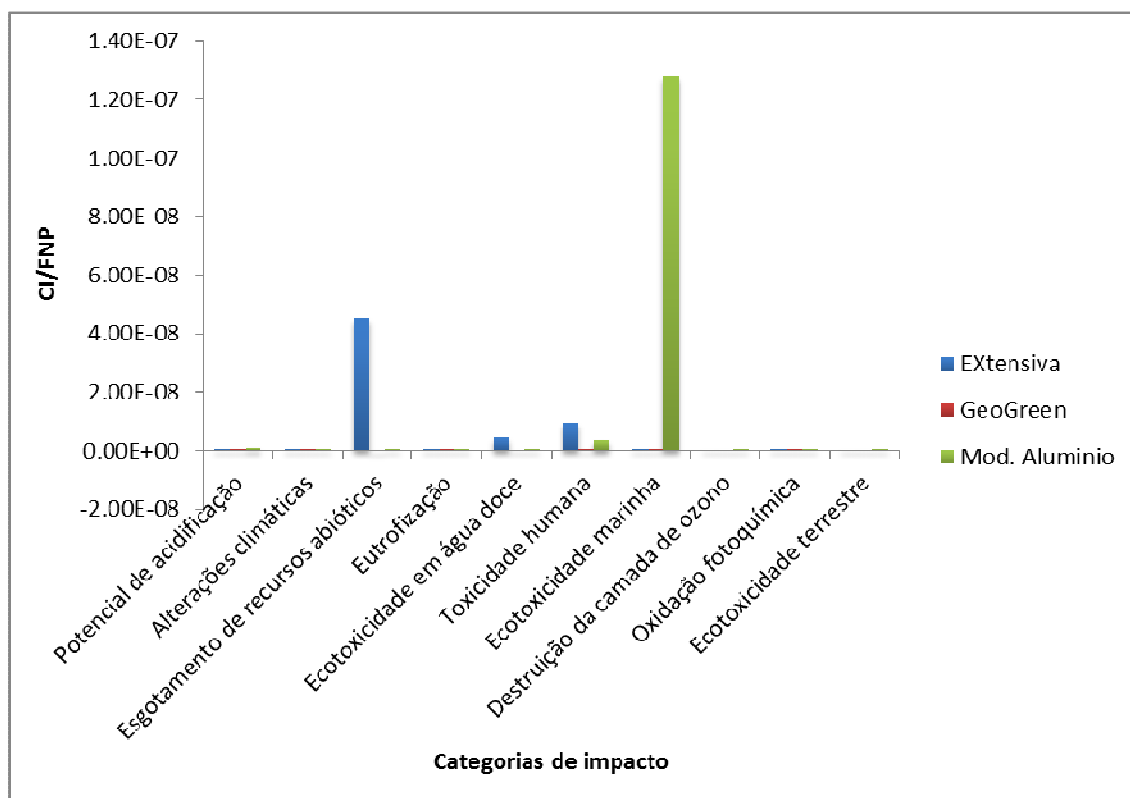


Figura 43 - Categorias de impacto dos três sistemas em conjunto (CI- categoria de Impacto, FNP- Fator de normalização e ponderação)

Através da análise da figura anterior apenas se pode concluir que o módulo de alumínio é responsável por uma grande quantidade de ecotoxicidade marinha.

Assim pode-se concluir que de todas as categorias de impacto a que mais tem relevância é a ecotoxicidade marinha em qualquer um dos sistemas. Também se verifica que dos três tipos de coberturas analisadas o módulo de alumínio é o que mais prejudica o meio ambiente.

Através de uma análise mais pormenorizada de cada uma das categorias, averigua-se que a cobertura verde extensiva é a mais poluentes em três categorias, sendo elas: Esgotamento de recursos abióticos - elementos, reservas finais, Ecotoxicidade aquática em água doce - FAETP inf. e Toxicidade humana - HTP inf., como ser poderá ver nos gráficos colocados em anexo.

Existem alguns componentes orgânicos que prejudicam de uma forma mais crítica a saúde humana. Alguns desses componentes prejudicam de tal forma a saúde humana que retira 17 milhões de anos de vida nos países em desenvolvimento. São eles: o chumbo, o cromo, o mercúrio, o cádmio e os compostos orgânicos voláteis. (Soares, 2013)

Uma vez que os materiais utilizados nas coberturas em estudo possuem esses componentes, os mesmos foram analisados através de gráficos. (Figuras 45 a 49)

Mais uma vez verifica-se que o módulo de alumínio é o que mais contribui para a deterioração saúde humana em todos os componentes analisados.

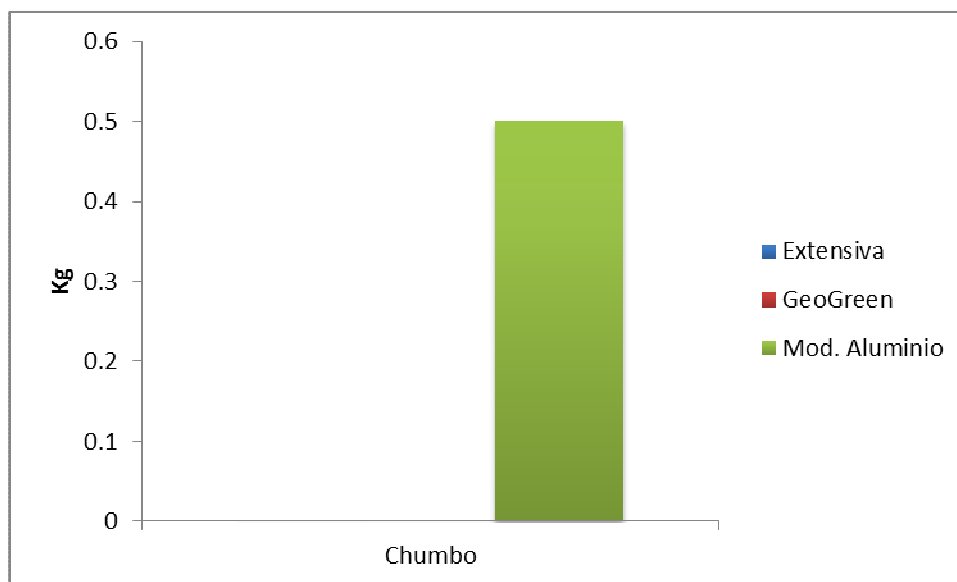


Figura 444 - Categoria de impacto Chumbo dos três sistemas

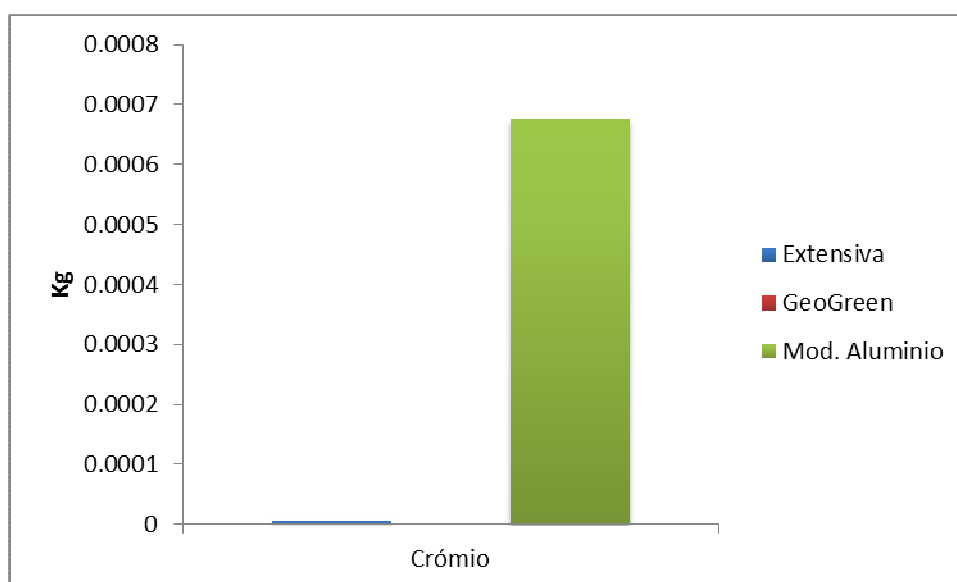


Figura 45 - Categoria de impacto Crómio dos três sistemas

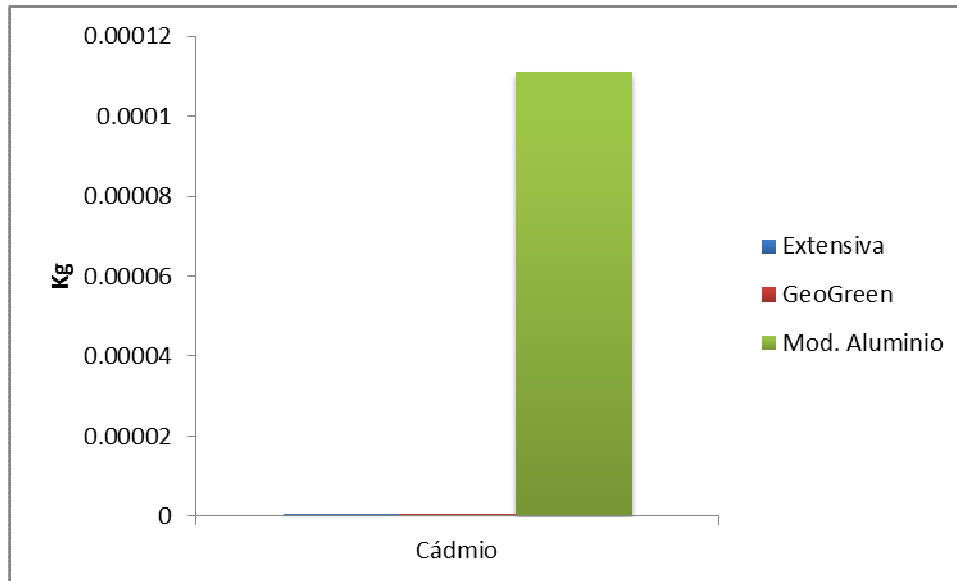


Figura 456 - Categoria de impacto Cádmio dos três sistemas

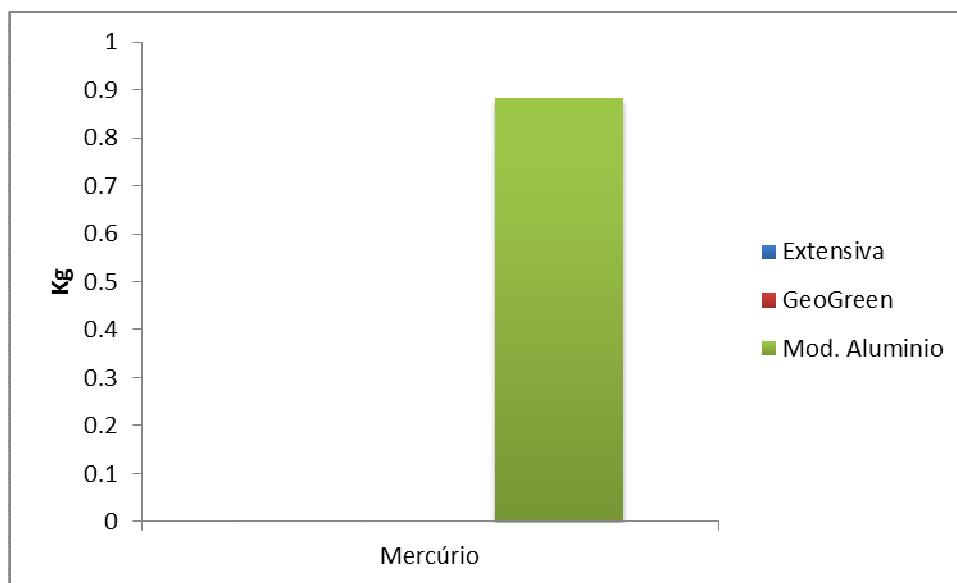


Figura 467 - Categoria de impacto Mercúrio dos três sistemas

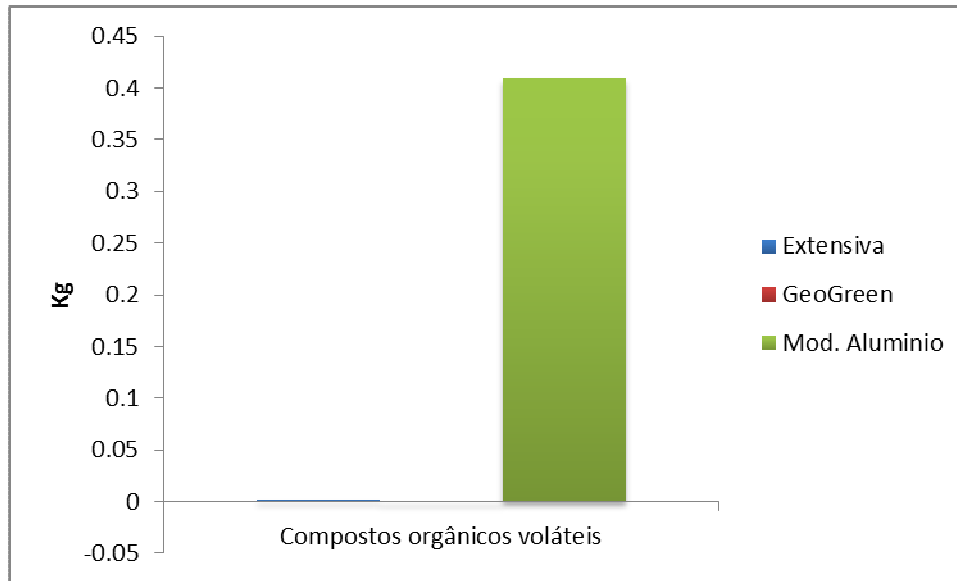


Figura 48 - Categoria de impacto Compostos orgânicos voláteis dos três sistemas

6 Conclusões

As coberturas ajardinadas são alternativas bastante razoáveis às coberturas tradicionais. Para além de dar uma vista mais agradável às cidades, podem também trazer grandes vantagens ambientais. Quem possui este tipo de coberturas nas suas habitações tem o privilégio de poder disfrutar de um jardim próprio, algo pouco comum nos grandes centros urbanos. Mas não são apenas este tipo de vantagens que estes telhados podem proporcionar. Estes podem albergar fauna, como por exemplo pássaros, insectos e outros tipos. Também trazem melhorias ambientais para as cidades uma vez que absorvem emissões poluentes e produzem oxigénio, ajudando assim a renovação do ar, uma vez que são poucos os espaços públicos ajardinados aí encontrados.

Este tipo de coberturas está a ser cada vez mais utilizado. Por isso existe uma preocupação em se criarem novos sistemas, mais leves, menos poluente e de mais fácil manuseamento. Assim surgiram as coberturas verdes modular que permitem a remoção do módulo caso haja necessidade de se fazer algum tipo de manutenção. A partir desse novo conceito surgiu o GeoGreen. Sistema composto na sua maioria por materiais reciclados, uma mais-valia para o sistema uma vez que a preocupação com a poluição e com a destruição do meio ambiente tem crescido de forma bastante significativa.

Para se verificar se o sistema GeoGreen é um sistema sustentável, nada melhor do que se aplicar uma análise de ciclo de vida a esse produto. Para isso selecionaram-se mais dois sistemas, o mais utilizado, extensivo e um do mesmo tipo de construção que o GeoGreen, o sistema com módulos de alumínio.

Através dessa análise conclui-se que das três coberturas estudadas o GeoGreen é sem dúvida o melhor dos três sistemas. Percebendo-se também que a cobertura modular de alumínio é a que conduz a uma maior emissão de poluentes, sendo a maior incidência na Ecotoxicidade marinha.

Analisando-se cuidadosamente os dados obtidos do sistema GeoGreen podemos verificar que este sistema tem uma maior incidência na categoria de Ecotoxicidade marinha. Uma outra categoria que também se verifica algum impacto, menos do que o referido anteriormente, é a alterações climáticas.

No que diz respeito à cobertura ajardinada extensiva pode-se dizer que, como os outros dois sistemas, também ela tem uma maior incidência na Ecotoxicidade marinha.

Não seriam de esperar outros resultados uma vez que o sistema GeoGreen, como já foi referido, é constituído na sua maioria por materiais reciclados. O módulo de alumínio devido à sua complexa produção e por ser um produto onde a energia gasta é maior, os resultados teriam de ser mais elevados.

Em relação a este estudo à que salientar uma dificuldade em reunir os dados necessários para a elaboração do inventário, uma vez que o software utilizado para efectuar a análise dos sistemas possui uma base de dados bastante incompleta não possuindo a maior

parte dos materiais usados nestas coberturas. Assim, essa questão existiu uma pesquisa bastante complexa e morosa.

Apesar de todos os contratemplos que possam ter existido em relação à elaboração do Inventário para cada um dos sistemas analisados, o mais importante foram os dados obtidos. Assim podemos concluir, que dos sistemas analisados o sistema GeoGreen é o sistema que se pode utilizar com a consciência que poderemos assim diminuir a pegada ecológica que o sector da construção tem vindo a produzir.

Também podemos afirmar que as empresas poderiam utilizar este tipo de estudos na fabricação dos seus produtos para poderem ter consciência do tipo de emissões que estão provocar no meio ambiente. Seria interessante também, que Portugal pudesse desenvolver uma base de dados para facilitar a aplicação de estudos de Análise de Ciclo de Vida no nosso País, uma vez que este é dos poucos que ainda não possui legislação para este tipo de análises.

7 Bibliografia

Azevedo, Pedro Micael Ferreira, 2011. Montagem de laboratório para estudo experimental de coberturas verdes. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Aveiro: Universidade de Aveiro 2011

Bianchini, Fabricio; Hewage, Kasun, 2011. How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof material. pp. 57 - 65. Vol. 48.

Condessa, Beatriz, 2006. Planeamento Urbano, Instituto Superior Técnico de Engenharia Civil e Arquitetura, Lisboa. 2006

Eurobitume, 2011. Life Cycle Inventory: Bitumen, 2011.

Ferreira, José Vicente Rodrigues, 2004. Análise de ciclo de vida dos produtos, Instituto Politécnico de Viseu. 2004

Galvão, Ana, 2005. Análise de Ciclo de Vida. 2004/2005

Green Roof Blocks™. Get Green. www.greenroofblocks.com

Harbet; d’Espinoze de Lacaille; Roussel, 2011. An environmental evaluation of geopolymer based concrete production: reviewing current research trends, Journal of Cleaner Production, 2011.

Koraseo, Lisa; Robert Ries, 2007. Comparative environmental life cycle assessment of green roofs. Building and Environment 42, 2007

Kuhn, Eugenia, 2006. Avaliação da Sustentabilidade Ambiental do Protótipo de Habitação de Interesse Social Alvorada, Dissertação elaborada para o Programa de Pós-graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006

Kulay, Luiz; Seo Emilia, 2010. Orientações conceituais para elaboração de inventários de ciclo de vida. 2010

Lopes, Gil, 2011. Avaliação do Ciclo de Vida de dois materiais de isolamento utilizados na construção civil: o poliestireno expandido e o aglomerado de cortiça expandida, Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011.

Lousie Turner; Frank Collins, 2013. Carbon dioxide equivalent (CO₂-e) emissions: A comparison between geopolymers and OPC cement concrete, *Construction and Building Materials*, 2011.

Manso, Maria; Castro-Gomes, Desenvolvimento de um sistema modular de superfícies ajardinadas para a construção e reabilitação de edifícios. II Congresso Engenharia Civil, UTAD. 2013

Manso, João Castro-Gomes; Ana virtudes, Maria, 2012. Potencialidades dos revestimentos ajardinados em edifícios: Desenvolvimento de um sistema modular, Congresso Construção 2012. Coimbra, 2012.

Manso, Maria, 2012. Sistemas de Coberturas e Fachadas Ajardinadas, Análise de Ciclo de Vida. Covilhã: Universidade da Beira Interior, 2012.

Marques; Gil Potencial energético dos efluentes da preparação da cortiça, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I. P., Lisboa.

Mata, Teresa, 1998. Comparação de processos de reutilização/reciclagem usando a metodologia de análise de ciclo de vida, Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 1998.

McLellan, Benjamin; Williams, Ross; Lay, Janine; Riessen, Arie; Corder, Glen, 2011. Costs and carbon emissions for geopolymers pastes in comparison to ordinary portland cement, *Journal of Cleaner Production*, 2011.

Perdigão, Mário, 2013. Análise de Ciclo de Vida de duas soluções de *ETICS*, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, 2013.

Peri, Giorgia; Traverso, Marzia; Finkbeiner, Matthias; Rizzo, Gianfranco, 2012. Embedding “substrate” in environmental assessment of green roofs life cycle: evidences from an application to the whole chain in a Mediterranean site. *Journal of Cleaner Production* 35, 2012.

Pintor, Areana, 2010. Tratamento de águas residuais na Indústria Corticeira por Processos Combinados Foto-Fenton Solar/Oxidação Biológica, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.

- Prado, Marcelo, 2007.** Análise do Inventário do Ciclo de Vida de Embalagens de Vidro, Alumínio e PET Utilizadas em uma Indústria de Refrigerantes no Brasil, Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- Raibeck, Laura, 2008.** Environmental Analysis of Biologically Inspired Self-cleaning Surfaces, Georgia Institute of Technology, 2008.
- Real, Sofia, 2010.** Contributo da análise dos custos do ciclo de vida para projectar a sustentabilidade na construção, Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, 2011.
- Ribeiro, Celso; Biagio F. Gianneti; Cecilia Almeida.** Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Uma Ferramenta Importante da Ecologia Industrial.
- Salazar, Vera Lúcia.** Análise e ciclo de vida - ACV
- Santiago, Leonardo, 2007.** Análise de Ciclo de Vida, <http://acv.ibict.br/>, consultado em dezembro de 2013.
- Savi, Adriane, 2012.** Telhados Verdes: Análise Comparativa de Custos com Sistemas Tradicionais de Cobertura, Monografia de Especialização, Universidade Tecnológica Federal do Paraná Curitiba, 2012.
- Serôdio, Paulo; Paulo, Pedro Vaz.** Coberturas em terraço. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Silva, Ana Cláudia, 2008.** Aplicação de Ferramentas de Análise do Ciclo de Vida na Sustentabilidade da Construção - Estudo de Caso, Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, 2008.
- Silva, Neusiane da Costa, 2001.** Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto. Monografia apresentada ao Curso de especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais. 2001
- Soares, Jessica, 2013.** Os 10 poluentes que mais matam no mundo. Março de 2013.
- SOTECNISOL, Coberturas e Fachadas, 2012.** Condições Técnicas Especiais, Sistemas de impermeabilização com membranas betuminosas. 2012

Tavares, Sérgio Fernando, 2006. Metodologia de Análise de Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras, Universidade Federal de Santa Catarina, Tese para a obtenção de Doutor em Engenharia Civil, Florianópolis, 2006.

The Aluminium Association, 2013. The environmental Footprint of Semi-Finished Aluminum Products in North America, 2013.

Ugaya, Cássia Maria Lie. Avaliação do ciclo de vida.

Woodward, David G, 1997. Life cycle costing - theory, information acquisition and application. 1997

http://bollorethinpapers.com/pt/sustentabilidade/label_life, consultado em Junho de 2014

http://naturlink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente/Gestao-Ambiental/content/Analise-do-Ciclo-de-Vida-do-Produto-instrumento-de-Gestao-Ambiental/section/2?bl=1&viewall=true#Go_2 , consultado em Agosto de 2014

<http://ontologia.ibict.br>, consultado em Setembro 2014

<http://pt.saint-gobain-glass.com/content/analise-ciclo-de-vida-lcas>, consultado em Junho de 2014

http://pt.wikipedia.org/wiki/Sete_maravilhas_do_mundo, consultado em Janeiro de 2014

<http://pt.98905.com>, consultado em Setembro 2014

<http://super.abril.com.br/blogs/superlistas/10-poluentes-que-mais-matam-no-mundo/>, consultado em agosto de 2014

<http://triplov.com/naturarte/babilonia/index.htm>, Abril de 2014

<http://www.angelfire.com/me/babiloniabrasil/jardinsus.html>, consultado em Abril de 2014

<http://www.angelfire.com/me/babiloniabrasil/jardinsus.html>, consultado em Janeiro de 2014

<http://www.civilizacaoantiga.com/2009/05/os-jardins-suspensos-da-babilonia.html>, consultado em Janeiro de 2014

<http://www.mundoeducacao.com>, consultado em Setembro de 2014

<http://www.suapesquisa.com>, consultado em Setembro 2014

8 Anexos

Inventário de cada um dos sistemas

Cobertura extensiva

Entradas

Flow	Category	Flow property	Unit	Amount
Aggregate, natural	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.453E-06
Aggregate, natural	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0020605
Air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	4.6649158
Air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	0.7298167
Barite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.988E-07
Barite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.979E-15
Barite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.006832
Basalt, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	5.701E-05
Bauxite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	9.34E-06
Bauxite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	4.186E-06
biomass; 14.7 MJ/kg	Elementary flows/resource/biotic	Net calorific value	MJ	0.4141611
brown coal; 11.9 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.0004449
brown coal; 11.9 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.1294617
Calcium carbonate, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0005543
Calcium carbonate, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0057612
Calcium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	8.17E-13
Carbon dioxide, in air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	0.001357
carcass meal	Wastes/Production residues	Mass	kg	2.191E-09
Chromium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.885E-12
Chromium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.335E-07
Clay, bentonite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0001428
Clay, bentonite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0028244
Clay, unspecified, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.512E-08

(continuação)

Clay, unspecified, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0007549
Colemanite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.944E-08
Copper	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.255E-08
Copper	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.223E-06
crude oil; 42.3 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	128.78238
Dolomite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	8.146E-06
Dolomite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.349E-08
energy (recovered)	Energy carriers and technologies/Heat and steam	Net calorific value	MJ	-4.562674
Energy, primary, from geothermal	Elementary flows/resource/in ground	Energy	MJ	0.0720095
Energy, primary, from geothermal	Elementary flows/resource/in ground	Energy	MJ	0.0033699
Energy, primary, from solar energy	Elementary flows/resource/in air	Energy	MJ	0.0002382
Energy, primary, from solar energy	Elementary flows/resource/in air	Energy	MJ	0.0130739
Energy, primary, from water power	Elementary flows/resource/in water	Energy	MJ	1.0810102
Energy, primary, from water power	Elementary flows/resource/in water	Energy	MJ	0.1519839
Energy, primary, from waves	Elementary flows/resource/in water	Net calorific value	MJ	0.001097
Energy, primary, from wind power	Elementary flows/resource/in air	Energy	MJ	0.0417065
Energy, primary, from wind power	Elementary flows/resource/in air	Energy	MJ	0.0147791
Feldspar, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.939E-16
Fluorspar	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.564E-06
Fluorspar	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.484E-09
Granite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.383E-14
Gypsum, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.427E-05
Gypsum, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.000105
hard coal	Energy carriers and technologies/Hard coal based fuels	Mass	kg	0.004256

(continuação)

hard coal; 26.3 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	12.764788
hard coal; 26.3 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.350756
Hydrogen	Valuable substances/Materials/Intermediate products/Inorganic intermediate products	Mass	kg	8.795E-06
Iron	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0006649
Iron	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0012546
Kaolin	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.009E-08
Lead	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.577E-06
Lead	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	5.939E-05
Magnesite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.045E-09
Magnesium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.302E-10
Magnesium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0001776
Manganese	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	5.012E-07
Manganese	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	9.664E-06
Mercury	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	4.222E-09
Metamorphous rock, graphite containing, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.418E-06
Metamorphous rock, graphite containing, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.3563902
Molybdenum	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.528E-12
municipal waste (unspecified)	Wastes/Production residues	Mass	kg	0.0172488
natural gas	Energy carriers and technologies/Other non-renewable fuels	Mass	kg	0.01752
natural gas; 44.1 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	81.191453
natural gas; 44.1 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	7.3595916
Nickel	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.462E-09

(continuação)

Nickel	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.208E-06
Nitrogen	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	0.544532
Nitrogen	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	1.006E-10
Oil, crude, in ground	Elementary flows/resource/unspecified	Mass	kg	0.80088
Oil, crude, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.03592
Olivine, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	6.237E-06
Olivine, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	4.282E-16
Oxygen, in air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	1.408E-05
Oxygen, in air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	5.078E-11
Palladium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.025E-13
peat; 8.4 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.0243371
peat; 8.4 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.0027923
Phosphorus	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	9.952E-06
Phosphorus	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	9.13E-10
Platinum	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.123076
Potassium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	5.513E-07
Potassium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.103E-09
Pumice, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	6.808E-09
Rhodium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.426E-15
Sand, quartz, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	6.351E-26
Sand, quartz, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0009166
Sand, unspecified, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0004437
Slate, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	4.041E-05
Slate, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.201E-16
Sodium chloride, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0023095
Sodium chloride, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.793E-06
Sodium nitrate, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.191E-09
Sodium sulphate, various forms, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.508E-12

(continuação)

Soil	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0007601
Sulfur	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.000168
Sulfur	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.045E-10
Talc, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.943E-26
Talc, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.012E-09
Tin	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	6.92E-19
Titanium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.824E-06
Titanium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.201E-06
Uranium	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	10.303041
Uranium	Elementary flows/resource/unspecified	Mass	kg	3.2E-07
Uranium	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.6903236
Water	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	103.09163
Water	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	0.7816
Water, ground	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	0.1510062
Water, ground	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	0.086769
Water, river	Elementary flows/resource/in water	Volume	m3	0.0044761
Water, river	Elementary flows/resource/in water	Volume	m3	-0.001539
Water, salt, ocean	Elementary flows/resource/in water	Volume	m3	0.0211524
Water, salt, ocean	Elementary flows/resource/in water	Volume	m3	0.0001428
Water, surface	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	2.3220961
wood; 14.7 MJ/kg	Elementary flows/resource/biotic	Net calorific value	MJ	0.0001118
wood; 14.7 MJ/kg	Elementary flows/resource/biotic	Net calorific value	MJ	3.405E-05
Zinc	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.655E-05
Zinc	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.174E-05

Saídas

Flow	Category	Flow property	Unit	Amount
Acenaphthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.046E-10
Acenaphthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.999E-08
Acenaphthylene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.142E-08
Acenaphthylene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.133E-10
Acetaldehyde	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.304E-07
Acetic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.127E-07
Acetic acid	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.443E-08
Acetic acid	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.444E-06
Acetone	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.06E-07
Acidity, unspecified	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.709E-06
Acidity, unspecified	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.958E-06
Acidity, unspecified	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.285E-08
Acidity, unspecified	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.538E-10
Acrolein	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.424E-09
Acrylonitrile	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.219E-12
Air, used	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.499941
Aluminium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.739E-06
Aluminium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	8.181E-07
Aluminium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.493E-11
Aluminium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.319E-07
Americium-241	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.454E-06
Ammonia	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	8.965E-06
Ammonia	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.6E-09
Ammonia	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.553E-06
Ammonia	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.922E-05
Ammonia	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.437E-10
Ammonia	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0001523
Ammonium, ion	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.09E-12

(continuação)

Anthracene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	8.402E-10
Anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.017E-10
Anthracene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.74E-09
Antimony	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.937E-11
Antimony	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.119E-14
Antimony	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.176E-09
Antimony-124	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.512E-08
Antimony-124	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	5.101E-10
Antimony-125	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.03E-08
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.075E-12
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.275E-06
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.262E-12
Argon-41	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0032166
Arsenic	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.022E-10
Arsenic	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.451E-10
Arsenic	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.892E-08
Arsenic	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.178E-10
Arsenic	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.19E-07
Arsenic	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.164E-07
Arsenic trioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.801E-13
Arsine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.155E-11
Barium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.335E-06
Barium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.861E-06
Barium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.899E-05
Benzene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	9.613E-21
Benzene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.307E-06
Benzene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.444E-05
Benzene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.051E-06
Benzene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.797E-06

(continuação)

Benzene, 1,3,5-trimethyl-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.74E-14
Benzene, ethyl-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.945E-07
Benzene, ethyl-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.311E-07
Benzene, ethyl-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.868E-08
Benzene, ethyl-	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.071E-07
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.015E-10
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.47E-11
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	6.733E-09
Benzo(a)pyrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.507E-11
Benzo(ghi)perylene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.055E-11
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.811E-10
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.217E-11
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.483E-09
Beryllium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.523E-10
Beryllium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.177E-11
Beryllium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.196E-08
BOD5, Biological Oxygen Demand	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0013793
BOD5, Biological Oxygen Demand	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	0.000288
BOD5, Biological Oxygen Demand	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.061E-05
BOD5, Biological Oxygen Demand	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.392E-06
Boron	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.162E-07
Boron	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.29E-08
Boron	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.415E-10
Bromate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.362E-09
Bromide	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	4.514E-08
Bromine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.004E-08
Bromine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.513E-10
Butadiene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.323E-13
Butane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001864
Cadmium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.615E-10
Cadmium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.468E-11

(continuação)

Cadmium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.407E-09
Cadmium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.067E-09
Cadmium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.656E-07
Cadmium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.344E-07
CaF2 (low radioactive)	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	1.384E-07
Calcium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.083E-06
Calcium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	7.061E-08
Calcium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.38E-06
Calcium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.637E-08
Carbon dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.045709
Carbon dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.1629968
Carbon dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.4658238
Carbon disulfide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.246E-11
Carbon disulfide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.422E-12
Carbon monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0256549
Carbon monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0005032
Carbon monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0162429
Carbon-14	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0014758
Carbon-14	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	7.361E-05
Carbonate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0001381
Carbonate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0001799
Carbonate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0018239
Cesium-134	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	4.04E-07
Cesium-134	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	7.393E-05
Cesium-137	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	8.253E-07
Cesium-137	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0006835
chemical waste, inert (unspecified)	Wastes/Production residues	Mass	kg	0.0035945
chemical waste, toxic (unspecified)	Wastes/Production residues	Mass	kg	0.0059566

(continuação)

Chemicals (unspecified)	Production residues in life cycle/Waste for recovery	Mass	kg	0.0118617
Chlorate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.119E-07
Chloride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0005355
Chloride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.352E-06
Chloride	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	5.267E-05
Chloride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.015854
Chloride	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.1440227
Chlorine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.452E-09
Chlorine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.2E-09
Chlorine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.966E-12
Chlorine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.165E-06
Chromium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.48E-10
Chromium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.618E-06
Chromium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.517E-08
Chromium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	2.952E-07
Chromium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.642E-07
Chromium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	8.223E-07
Chromium VI	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.441E-17
Chromium, ion	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.162E-11
Chromium, ion	Elementary flows/soil/forestry	Mass	kg	7.57E-13
Chromium, ion	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.627E-09
Chrysene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.493E-10
Chrysene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.657E-10
Chrysene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.804E-08
Cobalt	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.299E-08
Cobalt	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	5.267E-09
Cobalt	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.233E-10
Cobalt	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.343E-07
Cobalt-58	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	2.531E-09

(continuação)

Cobalt-58	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	5.653E-07
Cobalt-60	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	6.419E-08
Cobalt-60	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0003169
COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0018153
COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	0.0003736
COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0002179
COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0001539
Copper	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.655E-07
Copper	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.301E-08
Copper	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.896E-08
Copper	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.02E-09
Copper	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	9.056E-07
Copper	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	8.224E-07
Cresol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.353E-12
Cresol	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.346E-12
Curium alpha	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.927E-06
Cyanide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.781E-11
Cyanide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.083E-07
Cyanide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.204E-08
Cyclohexane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.26E-11
Decane	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.988E-05
Decane	Elementary flows/soil/forestry	Mass	kg	7.783E-08
Decane	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.422E-06
Decane	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.476E-05
demolition waste (unspecified)	Wastes/Construction waste	Mass	kg	5.555E-05
demolition waste (unspecified)	Wastes/Construction waste	Mass	kg	0.0002834

(continuação)

Dibenz(a,h)anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.644E-11
Diethylamine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.531E-17
Dinitrogen monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.628E-11
Dinitrogen monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001083
Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.224E-16
Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	9.809E-10
Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.119E-14
Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.422E-06
Ethane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0004969
Ethane, 1,2-dibromo-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.657E-15
Ethane, 1,2-dichloro-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.639E-11
Ethane, 1,2-dichloro-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.55E-11
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.214E-09
Ethanol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.226E-08
Ethene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.968E-06
Ethene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.479E-08
Ethene, chloro-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.332E-10
Ethene, chloro-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.193E-09
Ethene, chloro-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.669E-08
extensiva		Area	m2	1
Fluoranthene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.57E-10
Fluoranthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.537E-11
Fluoranthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.847E-09
Fluorene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.085E-09
Fluoride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.099E-09

(continuação)

Fluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.698E-06
Fluoride	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.505E-06
Fluoride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.619E-05
Fluorine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.818E-11
Fluorine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.861E-12
Fluorine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.258E-09
Formaldehyde	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.269E-07
Heat, waste	Elementary flows/air/unspecified	Energy	MJ	3.5240062
Heat, waste	Elementary flows/water/fresh water	Net calorific value	MJ	0.1518959
Helium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.359E-09
Heptane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.518E-06
Hexamethylene diamine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.484E-14
Hexane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.671E-06
Hexane	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.795E-13
Hexane	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.654E-13
Highly radioactive waste	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	4.129E-07
Hydrocarbons, unspecified	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	9.744E-05
Hydrocarbons, unspecified	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0001016
Hydrocarbons, unspecified	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	0.0000968
Hydrocarbons, unspecified	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0000504
Hydrocarbons, unspecified	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.057E-08
Hydrocyanic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.335E-18
Hydrocyanic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.741E-11
Hydrogen	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0002008
Hydrogen	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.374E-06
Hydrogen bromide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.68E-10
Hydrogen chloride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0002679
Hydrogen chloride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.214E-05
Hydrogen chloride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	8.256E-11
Hydrogen fluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.103E-06
Hydrogen fluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.346E-07

(continuação)

Hydrogen fluoride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.819E-10
Hydrogen iodide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.384E-13
Hydrogen sulfide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.217E-08
Hydrogen sulfide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.406E-05
Hydrogen-3, Tritium	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0062677
Hydrogen-3, Tritium	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	2.1480532
Hydroxide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.145E-09
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.739E-11
industrial waste (unspecified)	Wastes/Production residues	Mass	kg	0.0034161
Iodine-129	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	3.154E-06
Iodine-129	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0002103
Iodine-131	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	4.74E-07
Iodine-131	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.079E-08
Iron	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.857E-08
Iron	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.782E-07
Iron	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	4.313E-07
Iron	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.405E-05
Iron	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.021E-06
Krypton-85	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	54.335028
Lead	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.533E-09
Lead	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.757E-09
Lead	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.453E-07
Lead	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	7.942E-11
Lead	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.431E-07
Lead	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.635E-07
Lead dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.772E-14
Magnesium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.024E-08
Magnesium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.568E-12
Magnesium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.493E-07

(continuação)

Manganese	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.837E-10
Manganese	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.298E-08
Manganese	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	6.168E-08
Manganese	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.029E-07
Manganese	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.441E-07
Manganese-54	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	4.913E-05
Medium and low radioactive wastes	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	4.9E-07
Mercury	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.698E-09
Mercury	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.041E-09
Mercury	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.997E-09
Mercury	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	5.973E-12
Mercury	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.707E-09
Mercury	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.483E-09
Methane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0444796
Methane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.000512
Methane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0092491
Methane, chloro-fluoro-, HCFC-31	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.215E-09
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.114E-09
Methane, dichloro-, HCC-30	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.758E-12
Methane, dichloro-, HCC-30	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.159E-16
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.934E-09
Methane, monochloro-, R-40	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.286E-10
Methane, tetrafluoro-, R-14	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.382E-11
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.998E-09
Methanol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.646E-08
Methanol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.467E-07
Mineral waste	Deposited goods/Consumer waste	Mass	kg	0.0007958
Molybdenum	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.168E-08

(continuação)

Molybdenum	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.621E-08
Molybdenum	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.281E-12
municipal waste (unspecified)	Wastes/Production residues	Mass	kg	-0.016273
Naphthalene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.118E-08
Naphthalene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.275E-08
Naphthalene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.837E-07
Nickel	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.579E-06
Nickel	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.765E-09
Nickel	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.316E-07
Nickel	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	8.529E-08
Nickel	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.05E-07
Nickel	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.89E-07
Nitrate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0001251
Nitrate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.033E-06
Nitrate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.364E-06
Nitrogen	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.052E-06
Nitrogen	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	2.51E-05
Nitrogen	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.482E-05
Nitrogen dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0139104
Nitrogen dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0797199
Nitrogen monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.057E-11
Nitrogen oxides	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.000668
Nitrogen, atmospheric	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001539
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0169926
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0002704

(continuação)

NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.004729
Octane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.586E-06
organic waste (unspecified)	Wastes/Production residues	Mass	kg	2.133E-06
Overburden (deposited)	Deposited goods/Stockpile goods	Mass	kg	0.0904684
Overburden (deposited)	Deposited goods/Stockpile goods	Mass	kg	0.3400459
Oxygen, in air	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.888E-14
Oxygen, in air	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.001014
packaging waste (metal)	Wastes/Production residues	Mass	kg	4.612E-08
packaging waste (plastic)	Wastes/Production residues	Mass	kg	3.173E-12
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.586E-06
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.725E-07
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.398E-08
Palladium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.261E-17
Particulates, < 10 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0031424
Particulates, < 10 um	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.633E-05
Particulates, < 10 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.355E-05
Particulates, < 10 um	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.714E-12
Particulates, < 2.5 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.912E-14
Particulates, < 2.5 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0016605
Particulates, > 10 um	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0006369
Particulates, > 10 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.175E-12
Particulates, > 10 um	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.005794
Particulates, > 10 um	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0011077
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.85E-05
Particulates, unspecified	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001484
Pentane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.335E-05
Phenanthrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.654E-09
Phenol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.544E-06
Phenol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.789E-12

(continuação)

Phenol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.524E-06
Phenol	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.276E-05
Phosphate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0005402
Phosphate	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	8.708E-05
Phosphate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.966E-06
Phosphine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.555E-14
Phosphorus compounds, unspecified	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	0.0000632
Plastic (unspecified)	Production residues in life cycle/Waste for recovery	Mass	kg	0.0032914
Plutonium as residual product	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	8.215E-10
Plutonium-alpha	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	9.477E-11
Plutonium-alpha	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	5.788E-06
Polychlorinated biphenyls	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.914E-11
polyethylene high density granulate (PE-HD)	Materials production/Plastics	Mass	kg	1
polyethylene terephthalate (PET) granulate	Materials production/Plastics	Mass	kg	1
polypropylene granulate (PP)	Materials production/Plastics	Mass	kg	1
Potassium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.947E-07
Potassium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.81E-05
Potassium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.389E-07
Propane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0008987
Propane, 1,2-dichloro-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.402E-17
Propene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.68E-06
Propene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.811E-08
Propionic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.713E-11
Radioactive tailings	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	0.0002424

(continuação)

Radium-226	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0239613
Radon-222	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.7919382
Rhodium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.183E-17
Ruthenium-106	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.454E-06
Scandium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.324E-13
Selenium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.201E-15
Selenium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.805E-08
Selenium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.648E-08
Silver	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.468E-14
Silver	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.485E-18
Silver	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.489E-11
Silver	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.802E-12
Silver-110	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	2.21E-09
slag (unspecified)	Wastes/Production residues	Mass	kg	1.208E-05
Slag (Uranium conversion)	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	9.163E-07
Sodium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0005557
Sodium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	6.094E-09
Sodium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0001747
Sodium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.78E-05
spoil (unspecified)	Wastes/Mining waste	Mass	kg	0.0051716
Strontium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.651E-11
Strontium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.098E-12
Strontium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	9.613E-05
Strontium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.516E-06
Strontium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.562E-07
Strontium-90	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	7.022E-05
Styrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.327E-10
Styrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.61E-14
Sulfate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0021135

(continuação)

Sulfate	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.719E-10
Sulfate	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	4.813E-06
Sulfate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0008288
Sulfate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0007683
Sulfide	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	2.888E-05
Sulfide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.422E-05
Sulfide	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0003321
Sulfite	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	9.903E-09
Sulfur	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.874E-12
Sulfur	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	0.0016232
Sulfur	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.681E-10
Sulfur	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.292E-10
Sulfur dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0179124
Sulfur dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0007008
Sulfur dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0050537
Sulfur hexafluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.662E-12
Suspended solids, unspecified	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	0.0000512
tailings (unspecified)	Wastes/Mining waste	Mass	kg	0.0003111
Tellurium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.088E-11
Thallium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.99E-11
Thallium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.332E-11
Tin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.487E-11
Tin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.723E-08
Tin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.785E-12
Tin	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.554E-12
Tin oxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.892E-15
Titanium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.542E-11
Titanium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.897E-09
Titanium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.638E-13
TOC, Total Organic Carbon	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.357E-05

(continuação)

TOC, Total Organic Carbon	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.468E-05
TOC, Total Organic Carbon	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.392E-06
Toluene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.27E-06
Toluene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.376E-05
Toluene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.304E-07
Toluene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.175E-06
transport in t*km	Transport services/Other transport	Goods transport (mass*distance)	t*km	148
Uranium depleted	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	9.479E-07
Uranium-234	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	3.443E-06
Uranium-235	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	1.327E-05
Uranium-238	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	1.949E-05
Uranium-238	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0004201
Vanadium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.439E-06
Vanadium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.033E-08
Vanadium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.035E-07
VOC, volatile organic compounds	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0010156
VOC, volatile organic compounds	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.81E-06
VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0004764
VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.999E-07
VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.392E-08
Waste (unspecified)	Deposited goods/Consumer waste	Mass	kg	0.0032625
Waste paper	Production residues in life cycle/Waste for recovery	Mass	kg	2.964E-09

(continuação)

Waste radioactive	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	8.216E-07
Water vapour	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.2889261
Wood	Production residues in life cycle/Waste for recovery	Mass	kg	2.712E-07
Wooden pallet (EURO)	Production residues in life cycle/Waste for recovery	Mass	kg	7.458E-10
Xenon-131m	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	4.439E-05
Xenon-133	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0072659
Xenon-135	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0024022
Xenon-137	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	6.297E-07
Xenon-138	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	8.112E-05
Xylene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.234E-07
Xylene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.388E-05
Xylene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.804E-07
Xylene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.963E-06
Zinc	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.473E-08
Zinc	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.302E-07
Zinc	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.599E-07
Zinc	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.277E-08
Zinc	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.597E-07
Zinc	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.47E-05
Zinc oxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.178E-14

Cobertura modular GeoGreen

Entradas

Flow	Category	Flow property	Unit	Amount
Aggregate, natural	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0020605
Air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	0.7298167
Aluminum oxide (alumina)	Production residues in life cycle/Waste for recovery	Mass	kg	0.0021693
Barite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.979E-15
Barite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.006832
Basalt, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	5.701E-05
Bauxite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	4.186E-06
brown coal; 11.9 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.1294617
Calcium carbonate, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0057612
Calcium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	8.17E-13
Carbon dioxide, in air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	0.001357
Chromium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.335E-07
Clay, bentonite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0028244
Clay, unspecified, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0007549
Colemanite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.944E-08
Copper	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.223E-06
cortiça		Volume	m3	0.1151514
cortiça		Volume	m3	0.8658
crude oil; 42.3 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	128.78238
Dolomite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.349E-08
electricity	Energy carriers and technologies/Electricity	Net calorific value	MJ	1717.69

(continuação)

Energy, primary, from geothermal	Elementary flows/resource/in ground	Energy	MJ	0.0033699
Energy, primary, from solar energy	Elementary flows/resource/in air	Energy	MJ	0.0130739
Energy, primary, from water power	Elementary flows/resource/in water	Energy	MJ	0.1519839
Energy, primary, from wind power	Elementary flows/resource/in air	Energy	MJ	0.0147791
Fluorspar	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.484E-09
Gypsum, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.000105
hard coal; 26.3 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.350756
Iron	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0012546
Kaolin	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.009E-08
lamas das minas		Mass	kg	17.316
Lead	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	5.939E-05
Magnesite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.045E-09
Magnesium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0001776
Manganese	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	9.664E-06
Metamorphous rock, graphite containing, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.3563902
Molybdenum	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.528E-12
natural gas; 44.1 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	7.3595916
Nickel	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.208E-06
Nitrogen	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	1.006E-10
Olivine, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	4.282E-16
Oxygen, in air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	5.078E-11
Palladium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.025E-13

(continuação)

peat; 8.4 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.0027923
Phosphorus	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	9.13E-10
Platinum	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.231E-12
Potassium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.103E-09
Pumice, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	6.808E-09
Pó de vidro		Mass	kg	3.4632
Rhodium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.426E-15
Sand, quartz, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0009166
Silicon dioxide (silica)	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	0.1507673
Slate, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.201E-16
Sodium chloride, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.793E-06
sodium hydroxide	Materials production/Inorganic chemicals	Mass	kg	0.3360908
Sodium oxide	Elementary flows/resource/unspecified	Mass	kg	0.7800629
Sodium sulphate, various forms, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.508E-12
Soil	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0007601
Sulfur	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.045E-10
Talc, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.012E-09
Tin	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	6.92E-19
Titanium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.201E-06
Uranium	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.6903236
Water	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	81.3852
Water	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	1.2364067

(continuação)

Water, ground	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	0.086769
Water, river	Elementary flows/resource/in water	Volume	m3	-0.001539
Water, salt, ocean	Elementary flows/resource/in water	Volume	m3	0.0001428
Water, surface	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	2.3220961
wood; 14.7 MJ/kg	Elementary flows/resource/biotic	Net calorific value	MJ	3.405E-05
Zinc	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.174E-05

Saídas

Flow	Category	Flow property	Unit	Amount
Acenaphthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.046E-10
Acenaphthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.999E-08
Acenaphthylene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.133E-10
Acenaphthylene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.142E-08
Acetaldehyde	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.304E-07
Acetic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.127E-07
Acetic acid	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.444E-06
Acetic acid	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.443E-08
Acetone	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.06E-07
Acidity, unspecified	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.538E-10
Acidity, unspecified	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.285E-08
Acrolein	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.424E-09
Acrylonitrile	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.219E-12
Air, used	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.499941
Aluminium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.319E-07
Aluminium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	8.181E-07
Aluminium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.493E-11
Americium-241	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.454E-06

(continuação)

Ammonia	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.922E-05
Ammonia	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0001523
Ammonia	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.553E-06
Ammonia	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.437E-10
Ammonia, as N	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	161.375
Ammonium, ion	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.09E-12
Anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.017E-10
Anthracene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	8.402E-10
Anthracene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.74E-09
Antimony	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.176E-09
Antimony	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.119E-14
Antimony-124	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	5.101E-10
Antimony-124	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.512E-08
Antimony-125	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.03E-08
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.275E-06
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.262E-12
Argon-41	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0032166
Arsenic	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.892E-08
Arsenic	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.178E-10
Arsenic	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.19E-07
Arsenic	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.164E-07
Arsenic trioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.801E-13
Arsine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.155E-11
Barium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.335E-06
Barium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.861E-06
Barium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.899E-05
Benzene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.444E-05
Benzene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.051E-06
Benzene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.797E-06
Benzene, 1,3,5-trimethyl-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.74E-14
Benzene, ethyl-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.311E-07

(continuação)

Benzene, ethyl-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.868E-08
Benzene, ethyl-	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.071E-07
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.015E-10
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.47E-11
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	6.733E-09
Benzo(a)pyrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.507E-11
Benzo(ghi)perylene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.055E-11
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.811E-10
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.217E-11
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.483E-09
Beryllium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.523E-10
Beryllium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.177E-11
Beryllium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.196E-08
BOD5, Biological Oxygen Demand	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	5150.82
BOD5, Biological Oxygen Demand	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.061E-05
BOD5, Biological Oxygen Demand	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.392E-06
Boron	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.162E-07
Boron	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.29E-08
Boron	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.415E-10
Bromide	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	4.514E-08
Bromine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.004E-08
Bromine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.513E-10
Butadiene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.323E-13
Butane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001864
Cadmium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.407E-09
Cadmium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.067E-09
Cadmium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.656E-07
Cadmium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.344E-07
CaF2 (low radioactive)	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	1.384E-07
Calcium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	7.061E-08
Calcium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.38E-06

(continuação)

Calcium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.637E-08
Carbon dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.4658238
Carbon disulfide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.422E-12
Carbon monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0162429
Carbon-14	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0014758
Carbon-14	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	7.361E-05
Carbonate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0001799
Carbonate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0018239
Cesium-134	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	4.04E-07
Cesium-134	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	7.393E-05
Cesium-137	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	8.253E-07
Cesium-137	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0006835
Chloride	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	1965.631
Chloride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.352E-06
Chloride	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	5.267E-05
Chloride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.015854
Chloride	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.1440227
Chlorine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.966E-12
Chlorine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.165E-06
Chromium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.517E-08
Chromium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	2.952E-07
Chromium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.642E-07
Chromium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	8.223E-07
Chromium VI	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.441E-17
Chromium, ion	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.162E-11
Chromium, ion	Elementary flows/soil/forestry	Mass	kg	7.57E-13
Chromium, ion	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.627E-09
Chrysene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.493E-10
Chrysene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.657E-10

(continuação)

Chrysene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.804E-08
Cobalt	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.299E-08
Cobalt	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	5.267E-09
Cobalt	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.233E-10
Cobalt	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.343E-07
Cobalt-58	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	2.531E-09
Cobalt-58	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	5.653E-07
Cobalt-60	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	6.419E-08
Cobalt-60	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0003169
COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	27599.86
COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/unspecified	Mass	mg	9375.95
COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0002179
COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0001539
Copper	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.896E-08
Copper	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.02E-09
Copper	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	9.056E-07
Copper	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	8.224E-07
Cresol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.353E-12
Cresol	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.346E-12
Curium alpha	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.927E-06
Cyanide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.083E-07
Cyanide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.204E-08
Cyclohexane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.26E-11
Decane	Elementary flows/soil/forestry	Mass	kg	7.783E-08
Decane	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.422E-06
Decane	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.476E-05
demolition waste (unspecified)	Wastes/Construction waste	Mass	kg	0.0002834
Dibenz(a,h)anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.644E-11

(continuação)

Diethylamine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.531E-17
Dinitrogen monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001083
Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.119E-14
Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.571E-22
Dissolved solids	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	107.199
Ethane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.119E-14
Ethane, 1,2-dibromo-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.657E-15
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.214E-09
Ethanol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.226E-08
Ethene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.479E-08
Ethene, chloro-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.669E-08
Fluoranthene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.57E-10
Fluoranthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.537E-11
Fluoranthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.847E-09
Fluorene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.085E-09
Fluoride	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	58.939
Fluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.698E-06
Fluoride	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.505E-06
Fluoride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.619E-05
Fluorine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.861E-12
Fluorine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.258E-09
Formaldehyde	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.269E-07
GeoGreen		Area	m2	1
Heat, waste	Elementary flows/air/unspecified	Energy	MJ	3.5240062
Heat, waste	Elementary flows/water/fresh water	Net calorific value	MJ	0.1518959
Helium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.359E-09

(continuação)

Heptane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.518E-06
Hexamethylene diamine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.484E-14
Hexane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.671E-06
Hexane	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.795E-13
Hexane	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.654E-13
Highly radioactive waste	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	4.129E-07
Hydrocarbons, unspecified	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.057E-08
Hydrocyanic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.741E-11
Hydrogen	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.374E-06
Hydrogen bromide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.68E-10
Hydrogen chloride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.214E-05
Hydrogen chloride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	8.256E-11
Hydrogen fluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.346E-07
Hydrogen fluoride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.819E-10
Hydrogen iodide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.384E-13
Hydrogen peroxide	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	47.1835
Hydrogen sulfide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.406E-05
Hydrogen-3, Tritium	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0062677
Hydrogen-3, Tritium	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	2.1480532
Hydroxide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.145E-09
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.739E-11
Iodine-129	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	3.154E-06
Iodine-129	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0002103
Iodine-131	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	4.74E-07
Iodine-131	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.079E-08
Iron	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	10.2057
Iron	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.782E-07

(continuação)

Iron	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	4.313E-07
Iron	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.405E-05
Iron	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.021E-06
Krypton-85	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	54.335028
Lead	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.453E-07
Lead	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	7.942E-11
Lead	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.431E-07
Lead	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.635E-07
Lead dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.453E-07
Magnesium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.024E-08
Magnesium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.568E-12
Magnesium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.493E-07
Manganese	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.298E-08
Manganese	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	6.168E-08
Manganese	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.029E-07
Manganese	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.441E-07
Manganese-54	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	4.913E-05
Medium and low radioactive wastes	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	4.9E-07
Mercury	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.997E-09
Mercury	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	5.973E-12
Mercury	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.707E-09
Mercury	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.483E-09
Methane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0092491
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.114E-09
Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.215E-09
Methane, dichloro-, HCC-30	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.159E-16
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.934E-09
Methane, monochloro-, R-40	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.286E-10
Methane, tetrafluoro-, R-14	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.382E-11

(continuação)

Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.998E-09
Methanol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.646E-08
Methanol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.467E-07
Molybdenum	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.168E-08
Molybdenum	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.621E-08
Molybdenum	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.281E-12
Naphthalene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.118E-08
Naphthalene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.275E-08
Naphthalene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.837E-07
Nickel	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.316E-07
Nickel	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	8.529E-08
Nickel	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.05E-07
Nickel	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.89E-07
Nitrate	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	160.623
Nitrate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.033E-06
Nitrate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.364E-06
Nitrite	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	6.2639
Nitrogen	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	1929.05
Nitrogen	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.482E-05
Nitrogen dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0797199
Nitrogen monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.057E-11
Nitrogen, atmospheric	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001539
Nitrogen, total	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	2780.374
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.004729
Octane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.586E-06
Overburden (deposited)	Deposited goods/Stockpile goods	Mass	kg	0.3400459
Oxygen, in air	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	148.449
Oxygen, in air	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.001014

(continuação)

PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.725E-07
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.398E-08
Palladium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.261E-17
Particulates, < 10 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.355E-05
Particulates, < 10 um	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.714E-12
Particulates, < 2.5 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0016605
Particulates, > 10 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.175E-12
Particulates, > 10 um	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.005794
Particulates, > 10 um	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0011077
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.85E-05
Pentane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.335E-05
Phenanthrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.654E-09
Phenol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.789E-12
Phenol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.524E-06
Phenol	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.276E-05
Phosphate	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	133.761
Phosphate	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	8.708E-05
Phosphate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.966E-06
Phosphine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.555E-14
Phosphorus, total	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	156.4975
Plutonium as residual product	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	8.215E-10
Plutonium-alpha	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	9.477E-11
Plutonium-alpha	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	5.788E-06
Polychlorinated biphenyls	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.914E-11
Potassium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.81E-05
Potassium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.389E-07
Propane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0008987
Propane, 1,2-dichloro-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.402E-17
Propene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.811E-08

(continuação)

Propionic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.713E-11
Radioactive tailings	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	0.0002424
Radium-226	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0239613
Radon-222	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.7919382
Rhodium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.183E-17
Ruthenium-106	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.454E-06
Scandium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.324E-13
Selenium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.805E-08
Selenium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.648E-08
Silver	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.485E-18
Silver	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.489E-11
Silver	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.802E-12
Silver-110	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	2.21E-09
slag (unspecified)	Wastes/Production residues	Mass	kg	1.208E-05
Slag (Uranium conversion)	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	9.163E-07
Sodium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	6.094E-09
Sodium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0001747
Sodium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.78E-05
spoil (unspecified)	Wastes/Mining waste	Mass	kg	0.0051716
Strontium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.098E-12
Strontium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	9.613E-05
Strontium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.516E-06
Strontium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.562E-07
Strontium-90	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	7.022E-05
Styrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.61E-14
Sulfate	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	36925.88
Sulfate	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.719E-10
Sulfate	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	4.813E-06
Sulfate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0008288
Sulfate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0007683

(continuação)

Sulfide	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	2.888E-05
Sulfide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.422E-05
Sulfide	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0003321
Sulfite	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	9.903E-09
Sulfur	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.681E-10
Sulfur	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.292E-10
Sulfur dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0050537
Sulfur hexafluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.662E-12
Suspended solids, unspecified	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	7459.51
Tellurium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.088E-11
Thallium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.99E-11
Thallium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.332E-11
Tin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.723E-08
Tin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.785E-12
Tin	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.554E-12
Tin oxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.892E-15
Titanium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.542E-11
Titanium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.897E-09
Titanium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.638E-13
TOC, Total Organic Carbon	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.468E-05
TOC, Total Organic Carbon	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.392E-06
Toluene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.376E-05
Toluene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.304E-07
Toluene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.175E-06
transport in t*km	Transport services/Other transport	Goods transport (mass*distance)	t*km	148
Uranium depleted	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	9.479E-07
Uranium-234	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	3.443E-06

(continuação)

Uranium-235	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	1.327E-05
Uranium-238	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	1.949E-05
Uranium-238	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0004201
Vanadium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.439E-06
Vanadium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.033E-08
Vanadium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.035E-07
VOC, volatile organic compounds	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.81E-06
VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.999E-07
VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.392E-08
Waste radioactive	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	8.216E-07
Water vapour	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.2889261
Xenon-131m	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	4.439E-05
Xenon-133	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0072659
Xenon-135	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0024022
Xenon-137	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	6.297E-07
Xenon-138	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	8.112E-05
Xylene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.388E-05
Xylene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.804E-07
Xylene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.963E-06
Zinc	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.599E-07
Zinc	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.277E-08
Zinc	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.597E-07
Zinc	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.47E-05
Zinc oxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.178E-14

Cobertura módulos de alumínio

Entradas

Flow	Category	Flow property	Unit	Amount
Aggregate, natural	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	43.691608
Aggregate, natural	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0020605
Air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	12854.351
Air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	0.7298167
Barite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.7440453
Barite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	6.294E-11
Barite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.979E-15
Barite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.006832
Basalt, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.1838926
Basalt, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	5.701E-05
Bauxite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1066.376
Bauxite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	4.186E-06
biomass; 14.7 MJ/kg	Elementary flows/resource/biotic	Net calorific value	MJ	3.069E-06
brown coal; 11.9 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	2724.0153
brown coal; 11.9 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.1294617
Calcium carbonate, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	71.800124
Calcium carbonate, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0057612
Calcium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	6.444E-09
Calcium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	8.17E-13
Carbon dioxide	Elementary flows/resource/unspecified	Mass	kg	8.36

(continuação)

Carbon dioxide	Elementary flows/resource/unspecified	Mass	kg	9.33
Carbon dioxide, in air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	30.444566
Carbon dioxide, in air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	0.001357
Chromium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.002329
Chromium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.335E-07
Clay, bentonite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.143704
Clay, bentonite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0028244
Clay, unspecified, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.5062414
Clay, unspecified, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0007549
Colemanite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0009022
Colemanite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.944E-08
Copper	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0060411
Copper	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.223E-06
crude oil; 42.3 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	8704.3444
crude oil; 42.3 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	128.78238
Dolomite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.026E-05
Dolomite, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.349E-08
electricity	Energy carriers and technologies/Electricity	Net calorific value	MJ	139
electricity	Energy carriers and technologies/Electricity	Net calorific value	MJ	248
Energy, primary, from geothermal	Elementary flows/resource/in ground	Energy	MJ	26.582256
Energy, primary, from geothermal	Elementary flows/resource/in ground	Energy	MJ	0.0033699
Energy, primary, from solar energy	Elementary flows/resource/in air	Energy	MJ	274.87834

(continuação)

Energy, primary, from solar energy	Elementary flows/resource/in air	Energy	MJ	0.0130739
Energy, primary, from water power	Elementary flows/resource/in water	Energy	MJ	9993.5895
Energy, primary, from water power	Elementary flows/resource/in water	Energy	MJ	0.1519839
Energy, primary, from wind power	Elementary flows/resource/in air	Energy	MJ	132.836
Energy, primary, from wind power	Elementary flows/resource/in air	Energy	MJ	0.0147791
Fluorspar	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	8.0877615
Fluorspar	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.484E-09
Gold	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	4.333E-08
Gypsum, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.2565073
Gypsum, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.000105
hard coal; 26.3 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	7463.4142
hard coal; 26.3 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.350756
Iron	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.8414211
Iron	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0012546
Kaolin	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0006301
Kaolin	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.009E-08
Lead	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.024944
Lead	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	5.939E-05
Magnesite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0008936
Magnesite	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.045E-09
Magnesium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.6023253

(continuação)

Magnesium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0001776
Manganese	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0244319
Manganese	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	9.664E-06
Metamorphous rock, graphite containing, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	5024.6715
Metamorphous rock, graphite containing, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.3563902
Methane	Elementary flows/resource/unspecified	Mass	kg	0.0117
Methane	Elementary flows/resource/unspecified	Mass	kg	0.00811
Molybdenum	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0001476
Molybdenum	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.528E-12
natural gas; 44.1 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	15172.85
natural gas; 44.1 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	7.3595916
Nickel	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0032477
Nickel	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.208E-06
Nitrogen	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	-0.000772
Nitrogen	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	1.006E-10
Olivine, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.377E-12
Olivine, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	4.282E-16
Oxygen, in air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	-19.54645
Oxygen, in air	Elementary flows/resource/in air	Mass	kg	5.078E-11
Palladium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	8.184E-09
Palladium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.025E-13
peat; 8.4 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	23.726293

(continuação)

peat; 8.4 MJ/kg	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.0027923
Phosphorus	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0007443
Phosphorus	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	9.13E-10
Platinum	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	9.832E-08
Platinum	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.231E-12
Potassium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0009122
Potassium chloride	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.103E-09
Pumice, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	6.118E-05
Pumice, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	6.808E-09
Rhodium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.737E-10
Rhodium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.426E-15
Sand, quartz, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.2112572
Sand, quartz, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0009166
Silver	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.456E-06
Slate, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	5.68E-12
Slate, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	7.201E-16
Sodium chloride, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	32.68123
Sodium chloride, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.793E-06
Sodium sulphate, various forms, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0008847
Sodium sulphate, various forms, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	3.508E-12
Soil	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	11.760353

(continuação)

Soil	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0007601
Sulfur	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	8.172E-07
Sulfur	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.045E-10
Talc, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.000376
Talc, in ground	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.012E-09
Tin	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	5.458E-15
Tin	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	6.92E-19
Titanium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0059578
Titanium	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	2.201E-06
Uranium	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	12429.602
Uranium	Elementary flows/resource/in ground	Net calorific value	MJ	0.6903236
Water	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	-1194.296
Water	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	0.0226
Water	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	15.4
Water, ground	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	2239.6363
Water, ground	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	0.086769
Water, lake	Elementary flows/resource/in water	Volume	m3	2.98E-12
Water, river	Elementary flows/resource/in water	Volume	m3	-10.2714
Water, river	Elementary flows/resource/in water	Volume	m3	-0.001539
Water, salt, ocean	Elementary flows/resource/in water	Volume	m3	0.5574308
Water, salt, ocean	Elementary flows/resource/in water	Volume	m3	0.0001428
Water, surface	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	15716.052

(continuação)

Water, surface	Elementary flows/resource/in water	Mass	kg	2.3220961
wood; 14.7 MJ/kg	Elementary flows/resource/biotic	Net calorific value	MJ	0.260377
wood; 14.7 MJ/kg	Elementary flows/resource/biotic	Net calorific value	MJ	3.405E-05
Zinc	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	0.0084099
Zinc	Elementary flows/resource/in ground	Mass	kg	1.174E-05

Saídas

Flow	Category	Flow property	Unit	Amount
Acenaphthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.775E-06
Acenaphthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.273E-08
Acenaphthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.046E-10
Acenaphthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.999E-08
Acenaphthylene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.689E-08
Acenaphthylene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	6.711E-07
Acenaphthylene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.133E-10
Acenaphthylene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.142E-08
Acetaldehyde	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0008624
Acetaldehyde	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.304E-07
Acetic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0042731
Acetic acid	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	9.917E-05
Acetic acid	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.104E-06
Acetic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.127E-07
Acetic acid	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.444E-06
Acetic acid	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.443E-08
Acetone	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0008285
Acetone	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.06E-07

(continuação)

Acidity, unspecified	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.61E-06
Acidity, unspecified	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.2138551
Acidity, unspecified	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.538E-10
Acidity, unspecified	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.285E-08
Acrolein	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.287E-07
Acrolein	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.424E-09
Acrylonitrile	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.893E-08
Acrylonitrile	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.219E-12
Air, used	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	10648.391
Air, used	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	23.95
Air, used	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.499941
Aluminium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.191E-07
Aluminium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0147332
Aluminium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	8.501E-05
Aluminium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.319E-07
Aluminium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	8.181E-07
Aluminium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.493E-11
aluminium sheet	Materials production/Metals and semimetals	Mass	kg	1000
Americium-241	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0261518
Americium-241	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.454E-06
Ammonia	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.538E-06
Ammonia	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0316913
Ammonia	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0105051
Ammonia	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0116328
Ammonia	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.922E-05
Ammonia	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0001523
Ammonia	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.553E-06
Ammonia	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.437E-10
Ammonium, ion	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	-0.000342
Ammonium, ion	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.09E-12
Anthracene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.411E-08
Anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.241E-08
Anthracene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.515E-07
Anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.017E-10
Anthracene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	8.402E-10
Anthracene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.74E-09

(continuação)

Antimony	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.104E-05
Antimony	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.404E-10
Antimony	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.176E-09
Antimony	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.119E-14
Antimony-124	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	9.305E-06
Antimony-124	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.000272
Antimony-124	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	5.101E-10
Antimony-124	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.512E-08
Antimony-125	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0001853
Antimony-125	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.03E-08
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.316E-10
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0004219
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.275E-06
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.262E-12
Argon-41	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	57.859899
Argon-41	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0032166
Arsenic	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.065E-08
Arsenic	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.614E-05
Arsenic	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.317E-05
Arsenic	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001831
Arsenic	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.892E-08
Arsenic	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.178E-10
Arsenic	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.19E-07
Arsenic	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.164E-07
Arsenic trioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.552E-10
Arsenic trioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.801E-13
Arsine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.288E-08
Arsine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.155E-11
Barium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0015596
Barium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0002464
Barium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0021342
Barium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.335E-06
Barium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.861E-06
Barium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.899E-05

(continuação)

bauxite residue	Wastes/Production residues	Mass	kg	5.6836582
Benzene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0003804
Benzene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0037421
Benzene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	8.417E-05
Benzene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.444E-05
Benzene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.051E-06
Benzene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.797E-06
Benzene, 1,3,5-trimethyl-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.797E-09
Benzene, 1,3,5-trimethyl-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.74E-14
Benzene, ethyl-	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.25E-05
Benzene, ethyl-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.652E-06
Benzene, ethyl-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0040877
Benzene, ethyl-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.311E-07
Benzene, ethyl-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.868E-08
Benzene, ethyl-	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.071E-07
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.631E-08
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.793E-09
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.891E-07
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.015E-10
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.47E-11
Benzo(a)anthracene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	6.733E-09
Benzo(a)pyrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0005403
Benzo(a)pyrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.507E-11
Benzo(ghi)perylene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.455E-08
Benzo(ghi)perylene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.055E-11
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.91E-08
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.307E-07
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.673E-09
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.811E-10
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.217E-11
Benzo(k)fluoranthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.483E-09
Beryllium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.126E-06
Beryllium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.715E-07
Beryllium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.446E-06
Beryllium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.523E-10
Beryllium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.177E-11
Beryllium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.196E-08
BOD5, Biological Oxygen Demand	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0005864
BOD5, Biological Oxygen Demand	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0078279

(continuação)

BOD5, Biological Oxygen Demand	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.061E-05
BOD5, Biological Oxygen Demand	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.392E-06
Boron	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0035109
Boron	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0021109
Boron	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.925E-06
Boron	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.162E-07
Boron	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.29E-08
Boron	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.415E-10
Bromide	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	9.262E-06
Bromide	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	4.514E-08
Bromine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0011943
Bromine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.121E-07
Bromine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.004E-08
Bromine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.513E-10
Butadiene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.379E-09
Butadiene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.323E-13
Butane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0456323
Butane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001864
Cadmium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	4.813E-07
Cadmium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.529E-05
Cadmium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.08E-05
Cadmium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.388E-05
Cadmium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.407E-09
Cadmium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.067E-09
Cadmium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.656E-07
Cadmium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.344E-07
CaF2 (low radioactive)	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	0.0025113
CaF2 (low radioactive)	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	1.384E-07
Calcium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0002103
Calcium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.0312899
Calcium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.004606
Calcium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	7.061E-08
Calcium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.38E-06
Calcium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.637E-08
Carbon dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2865.4404
Carbon dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.4658238
Carbon disulfide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.058E-07
Carbon disulfide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.422E-12
Carbon monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.473391
Carbon monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0162429

(continuação)

Carbon-14	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.3250228
Carbon-14	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	26.562919
Carbon-14	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0014758
Carbon-14	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	7.361E-05
Carbonate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0139727
Carbonate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0979441
Carbonate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0001799
Carbonate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0018239
Cesium-134	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.3459422
Cesium-134	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0072646
Cesium-134	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	4.04E-07
Cesium-134	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	7.393E-05
Cesium-137	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	12.291665
Cesium-137	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0148427
Cesium-137	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	8.253E-07
Cesium-137	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0006835
Chloride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0212735
Chloride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.6033731
Chloride	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0110713
Chloride	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.745668
Chloride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.352E-06
Chloride	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	5.267E-05
Chloride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.015854
Chloride	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.1440227
Chlorine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0052942
Chlorine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0204216
Chlorine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.966E-12
Chlorine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.165E-06
Chromium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	6.773E-05
Chromium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.497E-05
Chromium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0001267
Chromium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0004045
Chromium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.517E-08
Chromium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	2.952E-07
Chromium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.642E-07

(continuação)

Chromium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	8.223E-07
Chromium VI	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	-1.82E-08
Chromium VI	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.441E-17
Chromium, ion	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.795E-05
Chromium, ion	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.994E-07
Chromium, ion	Elementary flows/soil/forestry	Mass	kg	4.046E-06
Chromium, ion	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.162E-11
Chromium, ion	Elementary flows/soil/forestry	Mass	kg	7.57E-13
Chromium, ion	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.627E-09
Chrysene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.942E-08
Chrysene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.006E-08
Chrysene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.193E-06
Chrysene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.493E-10
Chrysene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.657E-10
Chrysene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.804E-08
Cobalt	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.721E-05
Cobalt	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.15E-05
Cobalt	Elementary flows/soil/forestry	Mass	kg	1.081E-06
Cobalt	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.898E-08
Cobalt	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.299E-08
Cobalt	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	5.267E-09
Cobalt	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.233E-10
Cobalt	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.343E-07
Cobalt-58	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	4.584E-05
Cobalt-58	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0101669
Cobalt-58	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	2.531E-09
Cobalt-58	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	5.653E-07
Cobalt-60	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0011576
Cobalt-60	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	5.6988961
Cobalt-60	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	6.419E-08
Cobalt-60	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0003169
COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0133951
COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.7894526
COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0002179

(continuação)

COD, Chemical Oxygen Demand	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0001539
Copper	Elementary flows/soil/forestry	Mass	kg	4.675E-06
Copper	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0002256
Copper	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.709E-05
Copper	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	8.355E-05
Copper	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.896E-08
Copper	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.02E-09
Copper	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	9.056E-07
Copper	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	8.224E-07
Cresol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.508E-08
Cresol	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.668E-08
Cresol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.353E-12
Cresol	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.346E-12
Curium alpha	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.034659
Curium alpha	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.927E-06
Cyanide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.416E-06
Cyanide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.194E-05
Cyanide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.083E-07
Cyanide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.204E-08
Cyclohexane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.426E-06
Cyclohexane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.26E-11
Decane	Elementary flows/soil/forestry	Mass	kg	0.0016398
Decane	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0030586
Decane	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0366802
Decane	Elementary flows/soil/forestry	Mass	kg	7.783E-08
Decane	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.422E-06
Decane	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.476E-05
demolition waste (unspecified)	Wastes/Construction waste	Mass	kg	6.394179
demolition waste (unspecified)	Wastes/Construction waste	Mass	kg	0.0002834
Dibenz(a,h)anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.068E-09
Dibenz(a,h)anthracene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.644E-11
Diethylamine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	-8.55E-09
Diethylamine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.531E-17
Dinitrogen monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0515726
Dinitrogen monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001083

(continuação)

Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.771E-07
Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.974E-18
Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.119E-14
Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.571E-22
Dross (Fines)	Production residues in life cycle/Hazardous waste for disposal	Mass	kg	20.043434
Ethane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.1298424
Ethane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0004969
Ethane, 1,2-dibromo-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.698E-10
Ethane, 1,2-dibromo-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.657E-15
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001667
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.214E-09
Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0022621
Ethanol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0017347
Ethanol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.226E-08
Ethene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.759E-05
Ethene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.479E-08
Ethene, chloro-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.181E-09
Ethene, chloro-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.563E-06
Ethene, chloro-	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.669E-08
Fluoranthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.819E-07
Fluoranthene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.056E-07
Fluoranthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.019E-08
Fluoranthene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.57E-10
Fluoranthene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.537E-11
Fluoranthene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	7.847E-09
Fluorene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.35E-07
Fluorene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.085E-09
Fluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.1261086
Fluoride	Elementary flows/soil/forestry	Mass	kg	0.0003087

(continuação)

Fluoride	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.2009033
Fluoride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.9535219
Fluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.698E-06
Fluoride	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.505E-06
Fluoride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.619E-05
Fluorine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.76E-08
Fluorine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.228E-06
Fluorine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.861E-12
Fluorine	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.258E-09
Formaldehyde	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0106592
Formaldehyde	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.269E-07
Heat, waste	Elementary flows/water/fresh water	Net calorific value	MJ	2512.3992
Heat, waste	Elementary flows/air/unspecified	Energy	MJ	17683.259
Heat, waste	Elementary flows/air/unspecified	Energy	MJ	3.5240062
Heat, waste	Elementary flows/water/fresh water	Net calorific value	MJ	0.1518959
Helium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.765E-06
Helium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.359E-09
Heptane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0005159
Heptane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.518E-06
Hexamethylene diamine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.929E-10
Hexamethylene diamine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.484E-14
Hexane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0008351
Hexane	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.11E-09
Hexane	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.913E-09
Hexane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.671E-06
Hexane	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.795E-13
Hexane	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.654E-13
Highly radioactive waste	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	0.0074944
Highly radioactive waste	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	4.129E-07
Hydrocarbons, unspecified	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0002007
Hydrocarbons, unspecified	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.057E-08
Hydrocyanic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.311E-05
Hydrocyanic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.741E-11
Hydrogen	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.1272015
Hydrogen	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.374E-06
Hydrogen bromide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.196E-06
Hydrogen bromide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.68E-10
Hydrogen chloride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.141E-06
Hydrogen chloride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.1083676
Hydrogen chloride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.214E-05

(continuação)

Hydrogen chloride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	8.256E-11
Hydrogen fluoride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.525E-07
Hydrogen fluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.1387968
Hydrogen fluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.346E-07
Hydrogen fluoride	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.819E-10
Hydrogen iodide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.389E-09
Hydrogen iodide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.384E-13
Hydrogen sulfide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0142669
Hydrogen sulfide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.406E-05
Hydrogen-3, Tritium	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	112.73163
Hydrogen-3, Tritium	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	38650.604
Hydrogen-3, Tritium	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0062677
Hydrogen-3, Tritium	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	2.1480532
Hydroxide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.61E-05
Hydroxide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.145E-09
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.083E-08
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.739E-11
Iodine-129	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0567147
Iodine-129	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	3.7858956
Iodine-129	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	3.154E-06
Iodine-129	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0002103
Iodine-131	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0085435
Iodine-131	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.000194
Iodine-131	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	4.74E-07
Iodine-131	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.079E-08
Iron	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0004585
Iron	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.803E-05
Iron	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	9.214E-05
Iron	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.5011131
Iron	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.782E-07
Iron	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	4.313E-07
Iron	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.405E-05
Iron	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.021E-06
Krypton-85	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	978053.59
Krypton-85	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	54.335028
landfill of ferro metals	End-of-life treatment/Landfilling	Mass	kg	0.405

(continuação)

Lead	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	6.086E-06
Lead	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.000463
Lead	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.061E-05
Lead	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0003306
Lead	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.453E-07
Lead	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	7.942E-11
Lead	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.431E-07
Lead	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.635E-07
Lead dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.479E-09
Lead dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.772E-14
Magnesium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0001531
Magnesium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.237E-08
Magnesium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0006366
Magnesium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	1.024E-08
Magnesium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.568E-12
Magnesium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.493E-07
Manganese	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.797E-05
Manganese	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0018531
Manganese	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	2.294E-05
Manganese	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001948
Manganese	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.298E-08
Manganese	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	6.168E-08
Manganese	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.029E-07
Manganese	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.441E-07
Manganese-54	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.8835032
Manganese-54	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	4.913E-05
Medium and low radioactive wastes	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	0.0088942
Medium and low radioactive wastes	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	4.9E-07
Mercury	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	4.168E-08
Mercury	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.517E-07
Mercury	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.043E-06
Mercury	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001735
Mercury	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.997E-09
Mercury	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	5.973E-12
Mercury	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.707E-09
Mercury	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.483E-09

(continuação)

Methane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.2034686
Methane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0092491
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.826E-05
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.114E-09
Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.198E-05
Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.215E-09
Methane, dichloro-, HCC-30	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.492E-12
Methane, dichloro-, HCC-30	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.159E-16
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.5E-05
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.934E-09
Methane, monochloro-, R-40	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.131E-07
Methane, monochloro-, R-40	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.286E-10
Methane, tetrafluoro-, R-14	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0245494
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001628
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.998E-09
Methanol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0016293
Methanol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0007436
Methanol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.646E-08
Methanol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.467E-07
mineral treatment residue (unspecified)	Wastes/Mining waste	Mass	kg	7.4736927
Molybdenum	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.399E-06
Molybdenum	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0004452
Molybdenum	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.022E-08
Molybdenum	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.168E-08
Molybdenum	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.621E-08
Molybdenum	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.281E-12
Módulos de alumínio		Area	m2	1
Naphthalene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.375E-06
Naphthalene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.462E-05
Naphthalene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.404E-06

(continuação)

Naphthalene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.118E-08
Naphthalene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.275E-08
Naphthalene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	9.837E-07
Nickel	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0007838
Nickel	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.259E-05
Nickel	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.000121
Nickel	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	5.461E-05
Nickel	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.316E-07
Nickel	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	8.529E-08
Nickel	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.05E-07
Nickel	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.89E-07
Nitrate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0408495
Nitrate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0001272
Nitrate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.033E-06
Nitrate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.364E-06
Nitrogen	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0042112
Nitrogen	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.482E-05
Nitrogen dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.6613013
Nitrogen dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0797199
Nitrogen monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0002396
Nitrogen monoxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.057E-11
Nitrogen, atmospheric	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.2242938
Nitrogen, atmospheric	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001539
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.5522695
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.004729
Octane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0002838
Octane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.586E-06
Overburden (deposited)	Deposited goods/Stockpile goods	Mass	kg	5037.7323
Overburden (deposited)	Deposited goods/Stockpile goods	Mass	kg	0.3400459
Oxygen, in air	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.845466
Oxygen, in air	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.001014
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.002586
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0333393
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.725E-07

(continuação)

PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.398E-08
Palladium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.784E-13
Palladium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.261E-17
Particulates, < 10 um	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.37E-06
Particulates, < 10 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.3542757
Particulates, < 10 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.355E-05
Particulates, < 10 um	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.714E-12
Particulates, < 2.5 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.2290771
Particulates, < 2.5 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0016605
Particulates, > 10 um	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.4666643
Particulates, > 10 um	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.9534046
Particulates, > 10 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.439E-07
Particulates, > 10 um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.175E-12
Particulates, > 10 um	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.005794
Particulates, > 10 um	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0011077
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.7652676
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.85E-05
Pentane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0292252
Pentane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.335E-05
Phenanthrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.069E-06
Phenanthrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.654E-09
Phenol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0001243
Phenol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.965E-08
Phenol	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0007005
Phenol	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.789E-12
Phenol	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.524E-06
Phenol	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.276E-05
Phosphate	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0181073
Phosphate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0015812
Phosphate	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	8.708E-05
Phosphate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.966E-06
Phosphine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.000131
Phosphine	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.555E-14
Plutonium as residual product	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	1.491E-05
Plutonium as residual product	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	8.215E-10

(continuação)

Plutonium-alpha	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	6.587E-06
Plutonium-alpha	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.1044275
Plutonium-alpha	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	9.477E-11
Plutonium-alpha	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	5.788E-06
Polychlorinated biphenyls	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.987E-08
Polychlorinated biphenyls	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.914E-11
Potassium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.009118
Potassium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0005206
Potassium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.81E-05
Potassium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.389E-07
Propane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.1384006
Propane	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0008987
Propane, 1,2-dichloro-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.956E-13
Propane, 1,2-dichloro-	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.402E-17
Propene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0003709
Propene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.811E-08
Propionic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.111E-07
Propionic acid	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.713E-11
Radioactive tailings	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	4.3992128
Radioactive tailings	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	0.0002424
Radium-226	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	431.24453
Radium-226	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0239613
Radon-222	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	14241.921
Radon-222	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.7919382
Red mud (dry)	Production residues in life cycle/Hazardous waste for disposal	Mass	kg	309.98495
refractory	Wastes/Production residues	Mass	kg	5.1734943
Rhodium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.722E-13
Rhodium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.183E-17
Ruthenium-106	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0261518
Ruthenium-106	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.454E-06
Scandium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.955E-09
Scandium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.324E-13
Selenium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0003444
Selenium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	7.887E-05
Selenium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.805E-08
Selenium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.648E-08

(continuação)

Silver	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.29E-13
Silver	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.743E-07
Silver	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.031E-08
Silver	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6.485E-18
Silver	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.489E-11
Silver	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.802E-12
Silver-110	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	3.975E-05
Silver-110	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	2.21E-09
slag (unspecified)	Wastes/Production residues	Mass	kg	50.135887
slag (unspecified)	Wastes/Production residues	Mass	kg	1.208E-05
Slag (Uranium conversion)	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	0.0166317
Slag (Uranium conversion)	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	9.163E-07
Sodium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.0267995
Sodium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.01171
Sodium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0004029
Sodium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	6.094E-09
Sodium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0001747
Sodium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.78E-05
Soil loss by erosion into water	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	0.0915
spoil (unspecified)	Wastes/Mining waste	Mass	kg	22.151727
spoil (unspecified)	Wastes/Mining waste	Mass	kg	0.0051716
Strontium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0020719
Strontium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.571E-07
Strontium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.613E-05
Strontium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0199719
Strontium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.098E-12
Strontium	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	9.613E-05
Strontium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.516E-06
Strontium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.562E-07
Strontium-90	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	1.2702116
Strontium-90	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	7.022E-05
Styrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.686E-09
Styrene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.61E-14
Sulfate	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.923E-07
Sulfate	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0012037
Sulfate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.5497808

(continuação)

Sulfate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0418894
Sulfate	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.719E-10
Sulfate	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	4.813E-06
Sulfate	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0008288
Sulfate	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0007683
Sulfide	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.017707
Sulfide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0025142
Sulfide	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	0.0072221
Sulfide	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	2.888E-05
Sulfide	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.422E-05
Sulfide	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0003321
Sulfite	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0006349
Sulfite	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	9.903E-09
Sulfur	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.354E-06
Sulfur	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.03E-06
Sulfur	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.681E-10
Sulfur	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.292E-10
Sulfur dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	9.9927807
Sulfur dioxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0050537
Sulfur hexafluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.066E-07
Sulfur hexafluoride	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	4.662E-12
tailings (unspecified)	Wastes/Mining waste	Mass	kg	28.024886
Tellurium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.659E-08
Tellurium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.088E-11
Thallium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	2.248E-07
Thallium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.49E-09
Thallium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.99E-11
Thallium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.332E-11
Tin	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.631E-08
Tin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.322E-08
Tin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0001888
Tin	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.723E-08
Tin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.785E-12
Tin	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.554E-12
Tin oxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.898E-10
Tin oxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	5.892E-15
Titanium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	8.532E-07
Titanium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.698E-09
Titanium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.138E-05
Titanium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.542E-11
Titanium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.897E-09
Titanium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	4.638E-13

(continuação)

TOC, Total Organic Carbon	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0005864
TOC, Total Organic Carbon	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0168681
TOC, Total Organic Carbon	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	5.468E-05
TOC, Total Organic Carbon	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.392E-06
Toluene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0002198
Toluene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0018771
Toluene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.989E-05
Toluene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.376E-05
Toluene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	6.304E-07
Toluene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.175E-06
transport in t*km	Transport services/Other transport	Goods transport (mass*distance)	t*km	148
Uranium depleted	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	0.0172056
Uranium depleted	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	9.479E-07
Uranium-234	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0619177
Uranium-234	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	3.443E-06
Uranium-235	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.2389141
Uranium-235	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	1.327E-05
Uranium-238	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	7.6797665
Uranium-238	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.3304449
Uranium-238	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	1.949E-05
Uranium-238	Elementary flows/water/fresh water	Radioactivity	kBq	0.0004201
Vanadium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.000146
Vanadium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0029129
Vanadium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	2.552E-05
Vanadium	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.439E-06
Vanadium	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	4.033E-08
Vanadium	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.035E-07
VOC, volatile organic compounds	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.4092848
VOC, volatile organic compounds	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.81E-06

(

continuação)

VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	5.864E-06
VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.857E-05
VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.999E-07
VOC, volatile organic compounds, unspecified origin	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.392E-08
Waste radioactive	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	0.0149127
Waste radioactive	Deposited goods/Radioactive waste	Mass	kg	8.216E-07
Water	Elementary flows/water/unspecified	Mass	kg	0.824
Water vapour	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	6691.8685
Water vapour	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.2889261
Xenon-131m	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.7986146
Xenon-131m	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	4.439E-05
Xenon-133	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	130.70775
Xenon-133	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0072659
Xenon-135	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	43.226179
Xenon-135	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0024022
Xenon-137	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	0.0113268
Xenon-137	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	6.297E-07
Xenon-138	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	1.4600076
Xenon-138	Elementary flows/air/unspecified	Radioactivity	kBq	8.112E-05
Xylene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0170782
Xylene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0002274
Xylene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	3.672E-05
Xylene	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	3.388E-05
Xylene	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	2.804E-07
Xylene	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	3.963E-06
Zinc	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	0.0007502
Zinc	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	2.469E-05
Zinc	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	0.0001524
Zinc	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	0.0005097
Zinc	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.599E-07
Zinc	Elementary flows/soil/unspecified	Mass	kg	3.277E-08

(continuação)

Zinc	Elementary flows/water/fresh water	Mass	kg	1.597E-07
Zinc	Elementary flows/water/ocean	Mass	kg	1.47E-05
Zinc oxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	7.795E-10
Zinc oxide	Elementary flows/air/unspecified	Mass	kg	1.178E-14

Gráficos obtidos

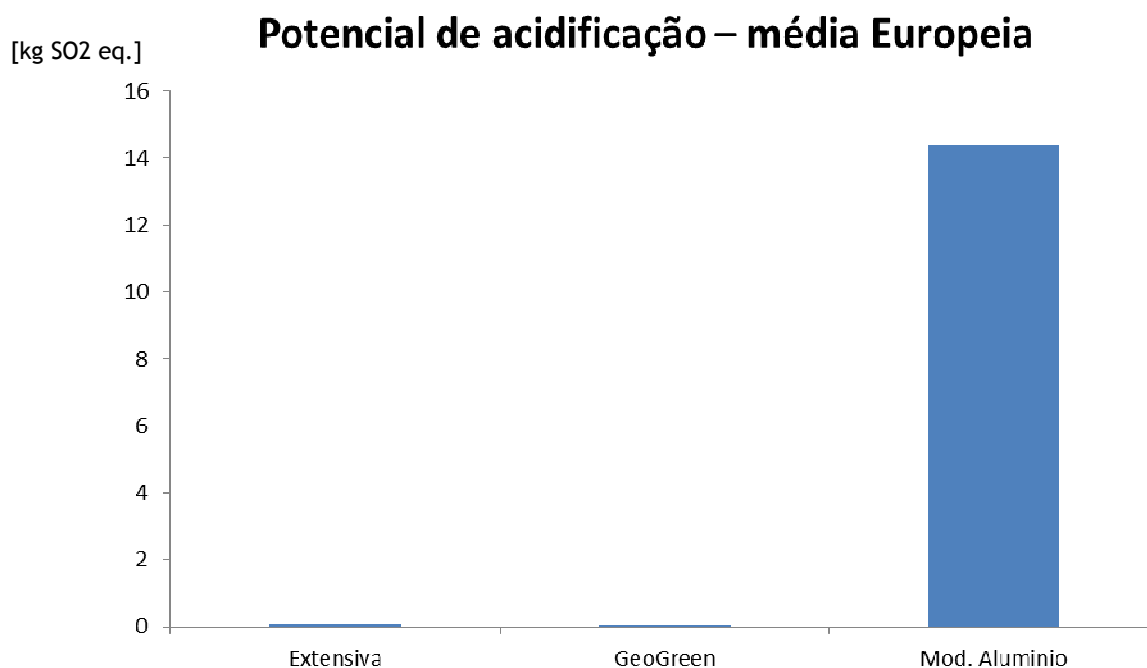


Figura A 1 - Potencial de acidificação para os sistemas em estudo

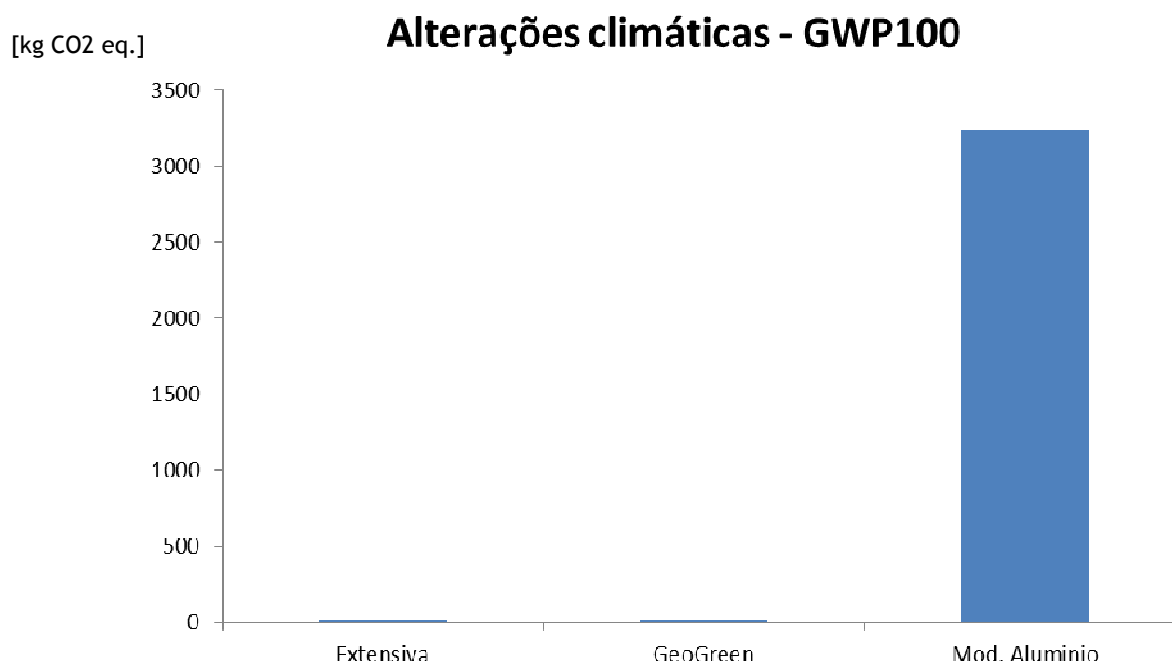


Figura A 2 – Alterações climáticas para os sistemas em estudo

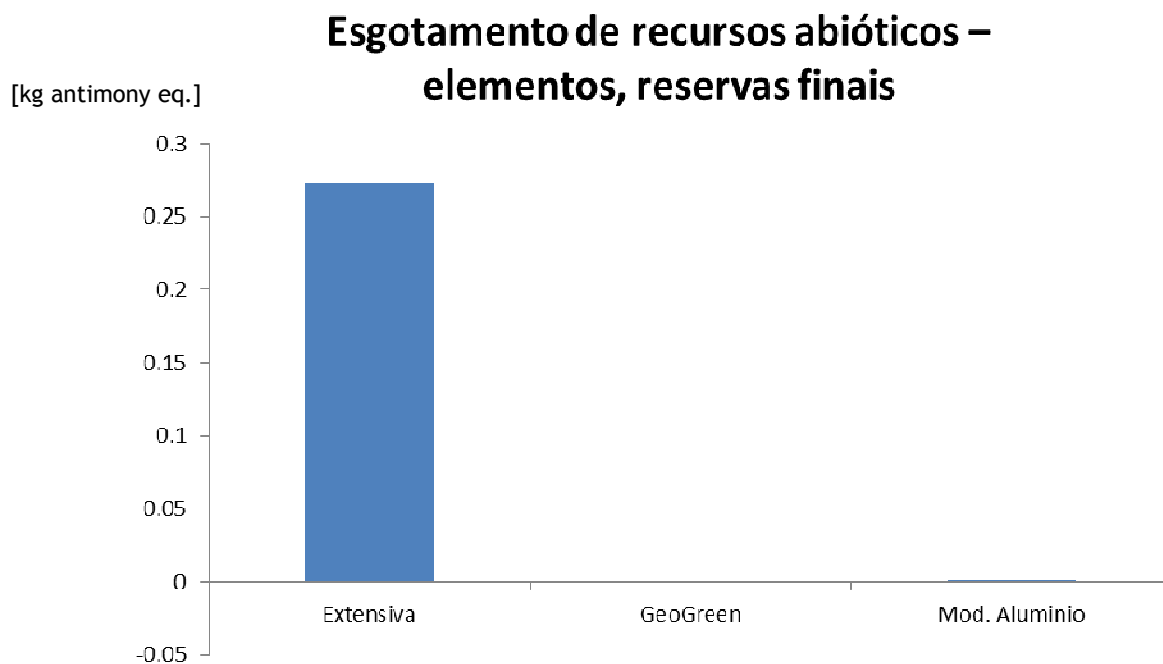


Figura A 3 - Esgotamento de recursos abióticos - elementos, reservas finais para os sistemas em estudo

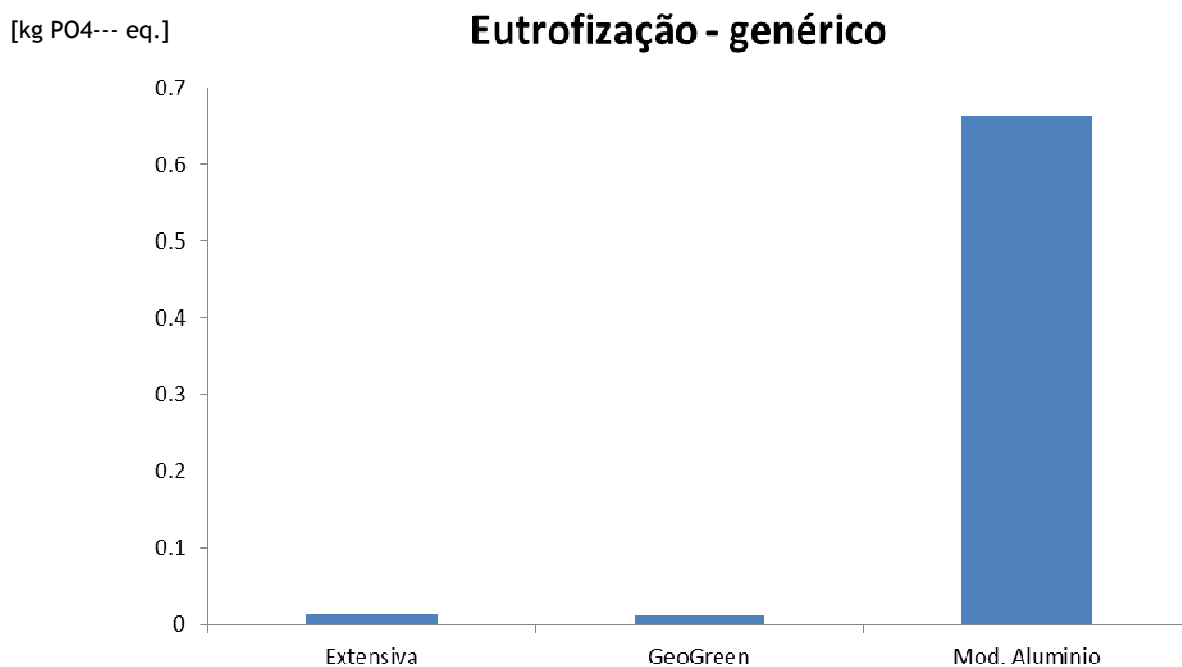


Figura A 4 - Eutrofização para os sistemas em estudo

Ecotoxicidade aquática em água doce - FAETP inf

[kg 1,4-dichlorobenzene eq.]

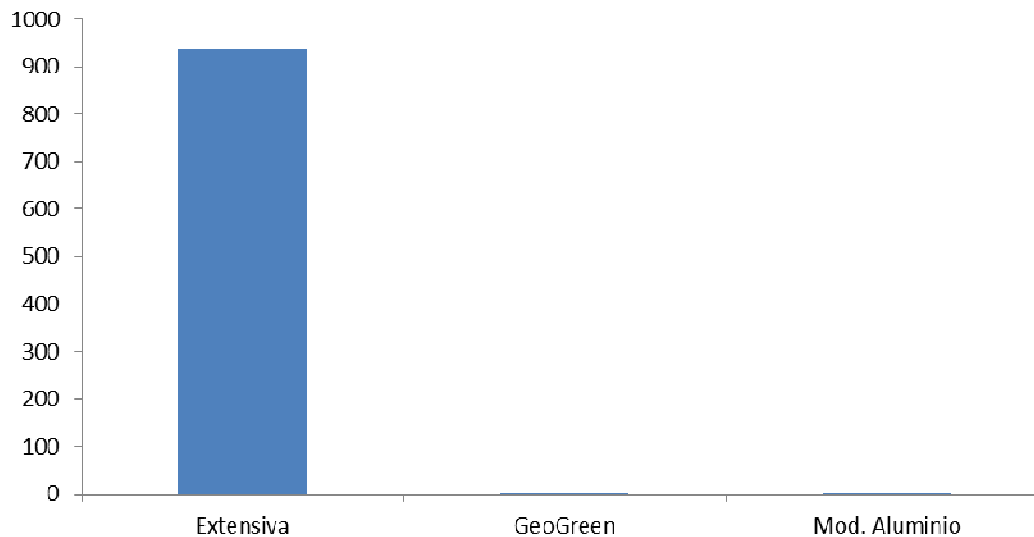


Figura A 5 - Ecotoxicidade aquática em água doce para os sistemas em estudo

Toxicidade humana - HTP inf

[kg 1,4-dichlorobenzene eq.]

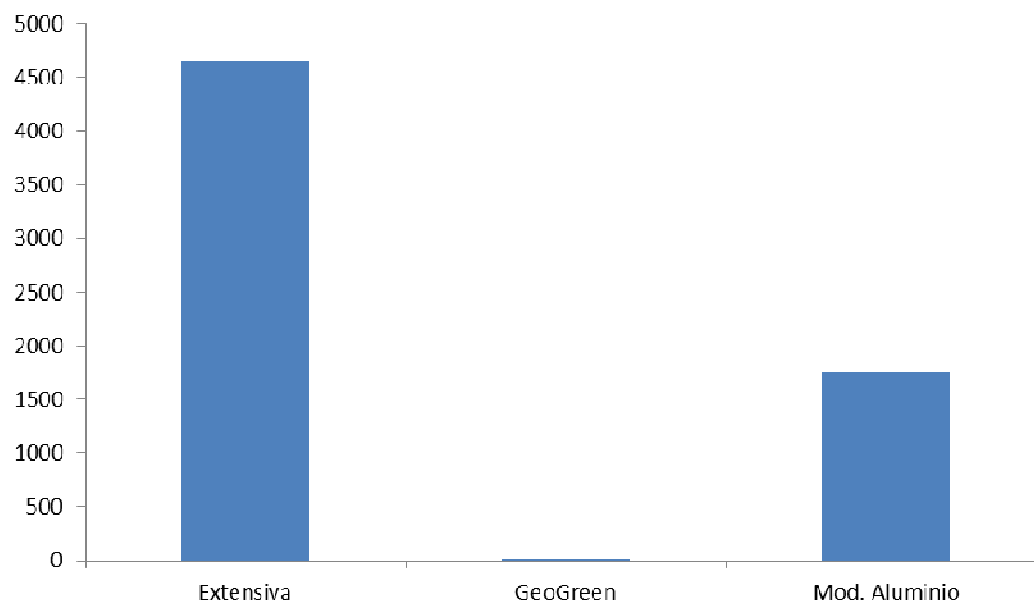


Figura A 6 - Toxicidade humana para os sistemas em estudo

[kg 1,4-dichlorobenzene eq.]

Ecotoxicidade aquática marinha - MAETP inf

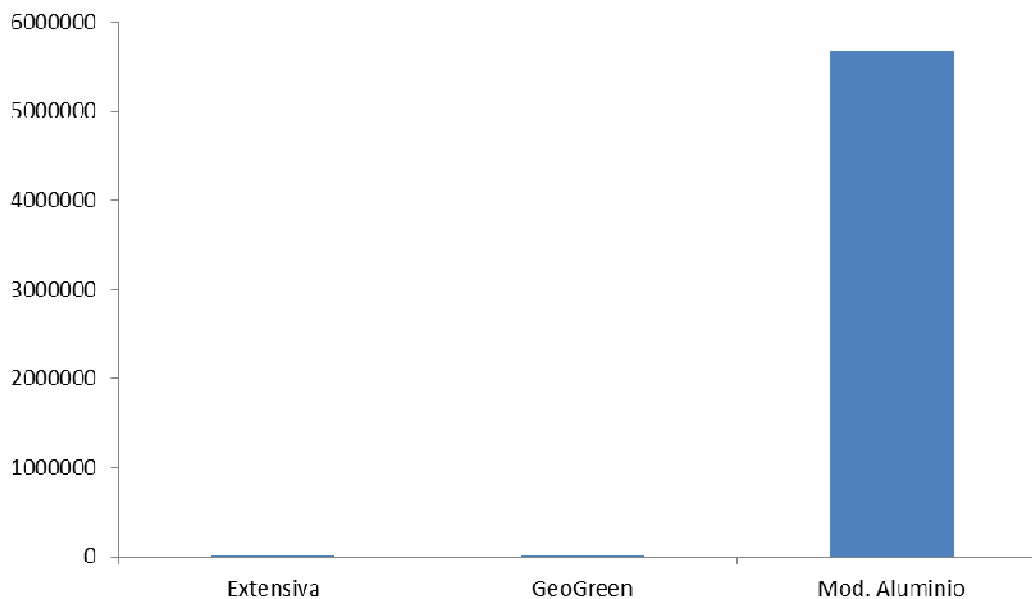


Figura A 7 - Ecotoxicidade aquática marinha para os sistemas em estudo

[kg ethylene eq.]

Oxidação fotoquímica – elevado NOx

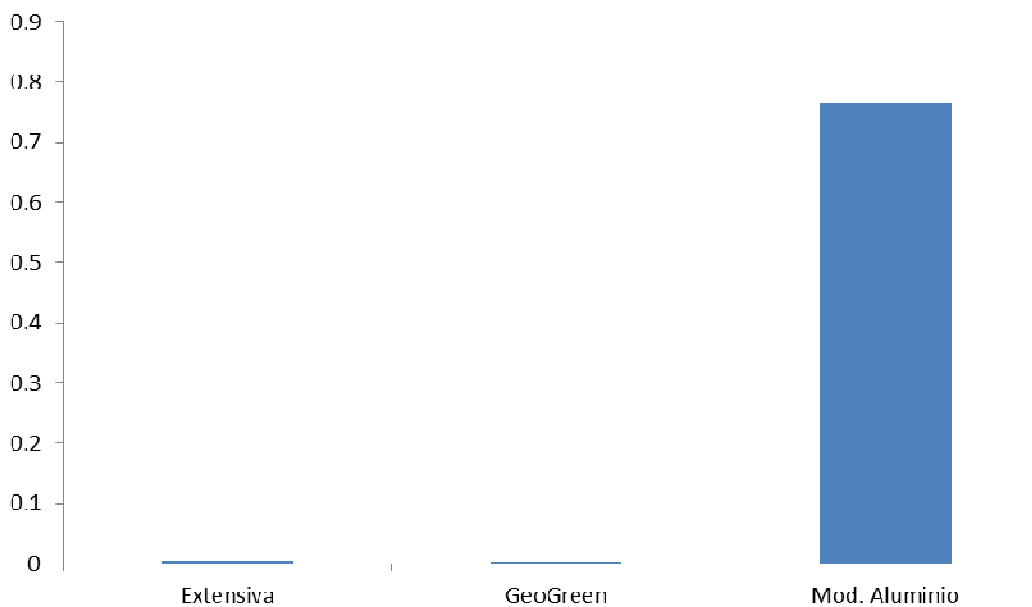


Figura A 8 - Oxidação fotoquímica para os sistemas em estudo

Destruição da camada de ozono – ODP estado estacionário

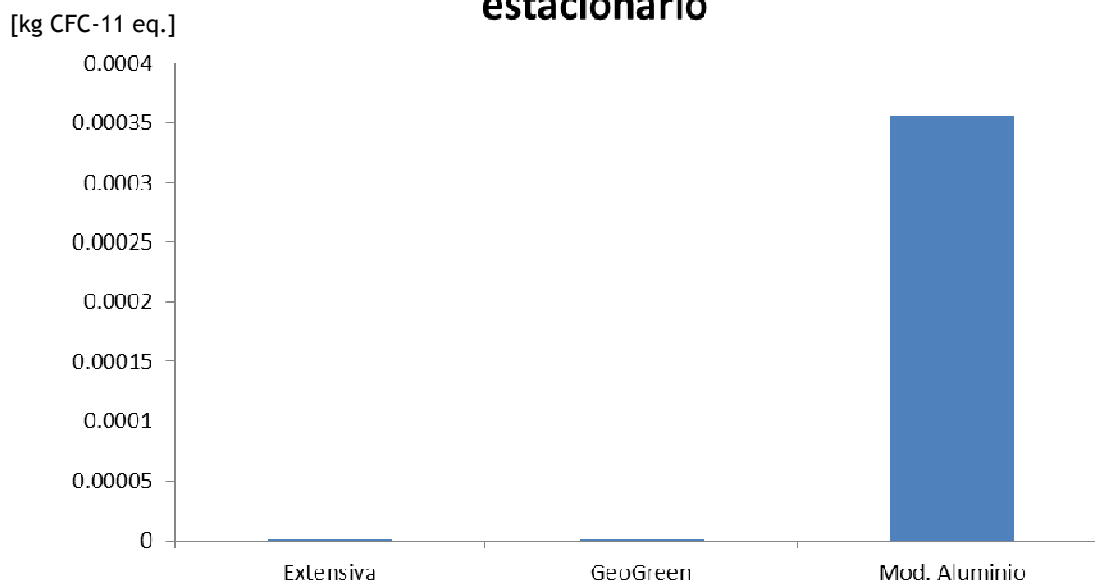


Figura A 9 - Destruição da camada de ozono dos sistemas em estudo

[kg 1,4-dichlorobenzene eq.]

Ecotoxicidade terrestre - TETP inf

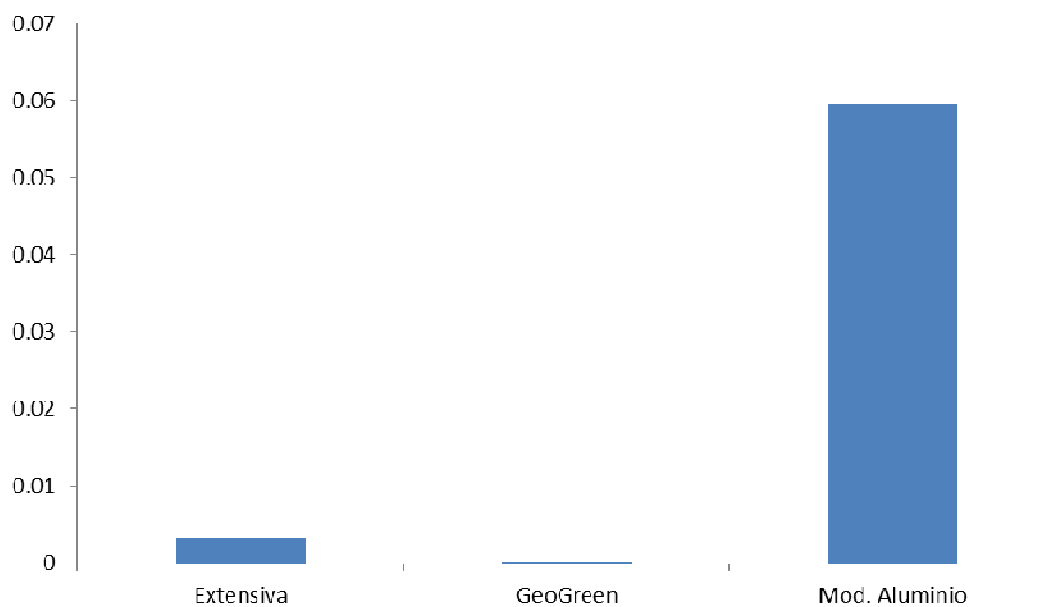


Figura A 10 - Ecotoxicidade terrestre dos sistemas em estudo