



Protocolo Global sobre Sustentabilidade de Embalagens 2.0

(c) 2011

Um projeto global de



abre
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE EMBALAGEM



comitê
MEIO AMBIENTE E
SUSTENTABILIDADE



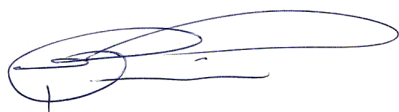
Carta de apresentação

A condução do tema desenvolvimento sustentável vem se solidificando no Brasil, contando com inúmeras iniciativas em curso adotadas por empresas, ONGs, sociedade civil e governo, assim como está presente em um crescente número de referências técnicas.

E na indústria de embalagens não é diferente. O salto dado pelo setor nos últimos anos coloca a indústria brasileira em destaque mundialmente tanto no desenvolvimento de matérias-primas renováveis e sistemas de produção limpa, como no desenvolvimento eficiente e inteligente da embalagem, novas tecnologias e plantas de reciclagem.

Traçar uma linha de entendimento sobre os objetivos globais do setor resulta no somatório de múltiplos esforços. Mas esse conhecimento não deve ser restrito ao próprio setor e sim integrado com todos os *stakeholders*, resultando na apreensão e conseqüente avanço global das práticas e dinâmicas da sociedade.

Buscando o alinhamento frente aos conceitos e processos do desenvolvimento sustentável da embalagem e aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), tendo como premissa as diferentes interfaces técnicas, regulatórias e mercadológicas que balizam o seu desenvolvimento, o Comitê de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Associação Brasileira de Embalagem (ABRE) traduziu para o português o *Global Protocol on Packaging and Sustainability* publicado pelo *The Consumer Goods Forum*. Esse fórum, que reúne a expertise e o compromisso de empresas atuantes em diferentes áreas, focadas no objetivo comum do desenvolvimento sustentável, traz, por meio deste documento, uma importante referência internacional e ferramenta de orientação para todo o setor produtivo, governo e sociedade para o desenvolvimento sustentável das embalagens.



Bruno Pereira
Coordenador do comitê



Luciana Pellegrino
Diretora-executiva da ABRE

	Orientações para uso — Introdução	6
	Uma Linguagem Comum	6
	Variedade das Decisões de Negócio	7
	Escolha de Indicadores para Decisões de Negócio	8
	Relevância e Significância	9
	Fases do Ciclo de Vida	9
	Partes do Negócio	9
	Papel na Tomada de Decisão	9
	Nível no qual o Indicador É Usado	10
	Alinhamento com outros Objetivos e Processos	10
	O Papel na Comunicação	11
	Comunicação Interna e Externa	11
	Disponibilidade dos Dados	11
	Dados de Propriedades Físicas	12
	Dados para Alimentar Indicadores Seleccionados	12
	Relações entre Diferentes Indicadores	12
	Tipos de Embalagem	14
	Unidade Funcional, Equivalência Funcional e Fluxo de Referência	16
	Escolher uma Unidade Funcional Apropriada	16
	A Unidade Funcional em Embalagem	17
	Funções Primárias & Secundárias e Equivalência Funcional em Embalagem	17
	Níveis de Significância	18
	Uso Sistemático da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) em Desenvolvimento de Produto — Orientações sobre Ferramentas	19
	Avaliação de Ciclo de Vida	19
	Ferramentas Convencionais de ACV	20
	Ferramentas de Ecodesign	21
	O Futuro da ACV no Setor de Bens de Consumo de Giro Rápido	22
	Referências	22
	Indicadores do Protocolo Global e Visão Geral das Métricas	23
	Meio Ambiente — Indicadores de Atributos/Métricas	24
	Introdução	24
	Peso e Otimização da Embalagem	25
	A Relação entre o Peso da Embalagem e o do Produto	26
	Resíduos de Material	26
	Conteúdo Reciclado	27
	Conteúdo Renovável	28

	Cadeia de Custódia	29	5
Avaliação e Minimização de Substâncias Perigosas ao Meio Ambiente		29	
Unidades de Produção Localizadas em Áreas em Condições de Estresse Hídrico ou de Escassez de Água		30	
Taxa de Reutilização de Embalagem		30	
Taxa de Valorização da Embalagem		31	
Utilização do Espaço Cúbico		32	
Referências: Meio Ambiente – Indicadores de Atributos/Métricas		32	
Meio Ambiente — Indicadores de Ciclo de Vida/Métricas		35	
Introdução à Avaliação de Ciclo de Vida		35	
Impacto sobre o Clima / Atmosfera		40	
Potencial de Aquecimento Global		40	
Destruição da Camada de Ozônio		42	
Impacto na Saúde Humana		44	
Toxicidade, câncer		44	
Toxicidade, não cancerígena		45	
Efeitos respiratórios de partículas		46	
Radiação ionizante		47	
Potencial de criação fotoquímico		49	
Impacto na Ecosfera		51	
Potencial de acidificação		51	
Eutofização aquática		53	
Potencial de ecotoxicidade em água doce		54	
Impactos nos Recursos		56	
Destruição de recursos não renováveis		56	
Indicadores de Dados de Inventário		59	
Introdução		59	
Demanda acumulada de energia		59	
Consumo de água doce		61	
Uso da terra		64	
Referências: Indicadores Ambientais de Ciclo de Vida/Métricas		67	
Economia — Indicadores/Métricas		70	
Introdução		70	
Custo Total da Embalagem		70	
Desperdício de Produto Embalado		71	
Social — Indicadores/Métricas		72	
Introdução		72	
Prazo de Validade do Produto Embalado		72	
Investimentos na Comunidade		73	
Atributos Corporativos de Desempenho		73	
Instruções		73	
Anexo 1: Utilização do Espaço Cúbico — Protocolos para o Volume de Produto (VP)		75	

Orientações para Uso — Introdução

Uma Linguagem Comum

O Protocolo Global sobre Sustentabilidade de Embalagens foi criado para fornecer às indústrias de bens de consumo e de fabricação de embalagens uma linguagem comum necessária para a discussão e avaliação da sustentabilidade relativa das embalagens. Essa linguagem comum consiste em um **quadro geral** e em um **sistema de medição**. As métricas apresentadas neste relatório fornecem o sistema de medição que, junto com o quadro geral, oferece uma forma padronizada de resolver uma série de questões de negócio sobre a sustentabilidade das embalagens, tanto dentro de uma empresa como entre parceiros de negócio.

Você pode considerar essas métricas como sendo a linguagem e este documento como um dicionário. O quadro geral fornece o contexto para a linguagem.

Não é necessário usar cada métrica

Da mesma forma que não é necessário usar cada palavra no dicionário em cada conversa, não é necessário usar todas as métricas em cada discussão sobre a sustentabilidade das embalagens. A variedade das métricas visa a cobrir a gama completa dos aspectos ambientais e sociais que podem ser necessários para responder a uma variedade de questões de negócio. Mas, em cada caso, a quantidade e o tipo de métricas utilizados dependerão das questões relativas ao negócio que está em discussão. Como na analogia do dicionário, às vezes uma única palavra veicula a mensagem de forma correta e concisa; algumas questões relativas ao negócio sobre embalagem podem requerer apenas uma única métrica. Da mesma forma que algumas

frases precisam ser mais complexas e cumpridas, avaliações mais amplas da sustentabilidade das embalagens poderão requerer o uso de diferentes métricas.

Métricas econômicas e sociais

Uma avaliação completa da sustentabilidade deve levar em conta aspectos econômicos, sociais e ambientais. Qualquer decisão de negócio quase sempre inclui a análise econômica. Indicadores ambientais são considerados de forma crescente, enquanto os sociais são geralmente contemplados no âmbito corporativo e estão sendo lentamente introduzidos como aspectos a serem levados em conta na área de produção. As métricas aqui propostas incluem alguns, mas não o espectro total dos indicadores econômicos. Não é porque são considerados irrelevantes, mas porque ferramentas de análise econômica já existem e já são usadas de forma rotineira. Incentivamos as empresas a seguir as diretrizes que prevalecem sobre responsabilidade social corporativa e adicionamos duas métricas sociais relacionadas à embalagem para consideração. Indicadores sociais para embalagens, bem como avaliações de ciclo de vida sociais (S-LCA), ainda estão no estágio inicial de desenvolvimento. Esperamos poder ser capazes de expandir a seleção de indicadores sociais conforme essa área de pesquisa progredir no futuro.

Modular e flexível

As métricas descritas neste documento podem ser usadas de muitas formas. Podem auxiliar na tomada de decisões internas, permitir a comunicação entre parceiros de negócio ou com outras partes interessadas, ou fornecer avalia-

¹http://www.uneptie.org/shared/publications/pdf/DTIx1164xPA-guidelines_sLCA.pdf

ções globais de sistemas de embalagem. Este protocolo é desenhado para permitir esse nível de flexibilidade, mas cada uso diferente do protocolo terá implicações diferentes na seleção das métricas mais relevantes, nos dados requeridos e em como os resultados serão usados. Estas instruções visam a ajudar o leitor a usar o protocolo corretamente para todas as suas potenciais aplicações.

Variedade das Decisões de Negócio

As métricas deste protocolo podem ser usadas para responder a uma gama ampla de questões de negócio, dentro de um negócio ou entre parceiros de negócio. As decisões de negócio que estas métricas endereçam podem variar muito. A quantidade e o tipo de métrica usados dependerão das questões de negócio que estão sendo formuladas. Uma questão simples sobre o peso ou o conteúdo de material reciclado de determinadas opções de embalagem requer a utilização de apenas uma métrica. Em contraste, uma avaliação global e a comparação de sistemas inteiros de produtos e embalagens requer uma abordagem de ciclo de vida e a utilização de uma ampla variedade de métricas.

Por exemplo, um dos projetos-piloto compartilhados durante o desenvolvimento deste protocolo visava a comparar o desempenho geral de sustentabilidade de embalagens *shelf-ready* em relação a um sistema de entrega normal de embalagem. Uma vez que uma comparação geral era requerida, foi necessário averiguar métricas do ciclo de vida completo, tanto na área ambiental como na social, e incluir também uma avaliação econômica.

Decisões de negócio podem ser consideradas em diferentes níveis:

Nível 1. Análises simples em que, além das considerações de custo, um único indicador é suficiente para rastrear uma mudança, como o peso da embalagem, a utilização de cubo, etc.

Nível 2. Análises de otimização para uma determinada unidade funcional (UF), em que múltiplos indicadores podem ser utilizados para aumentar a relevância ambiental em relação à utilização de um único indicador. Por exemplo, usar um indicador de redução de peso, junto com um indicador de utilização do espaço cúbico, para garantir que as reduções de peso, que visam a reduzir o impacto ambiental no transporte, não sejam aniquiladas pela redução da utilização do espaço cúbico. Outro exemplo seria combinar um indicador de conteúdo reciclado com um indicador de peso de embalagem para ressaltar potenciais transferências de impacto ambiental entre o conteúdo reciclado e o peso de embalagem, devido a perdas de propriedades físicas relacionadas ao uso de material reciclado.

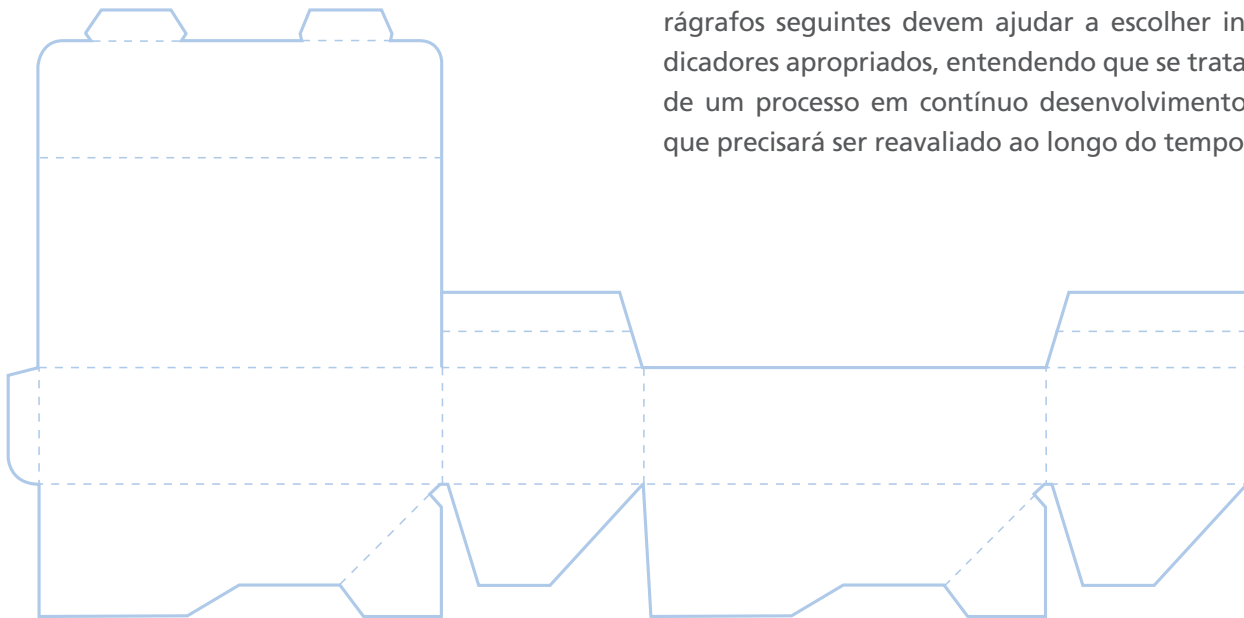


Escolha de Indicadores para Decisões de Negócio

Nível 3. Análises comparativas de um ou vários formatos/materiais de embalagens — entre múltiplos formatos e para uma mesma unidade funcional — como comparar embalagens de bebidas em vidro, plástico, metal ou cartão para verificar as contrapartidas com cada escolha de material. Nesse caso, avaliações de ciclo de vida podem ser necessárias.

Nível 4. Desenhos de sistemas inteiros e análises que comparariam formatos/materiais de embalagem com informações do produto. Isso implicaria a avaliação de ciclo de vida que incorporaria elementos do produto e da embalagem ao longo da cadeia de suprimentos. Neste caso, vários fatores ou perdas associados ao produto deveriam ser incorporados, como o uso, os resíduos, os desperdícios e as quebras.

Os indicadores e as métricas se dividem em três categorias: Ambiental, Econômica e Social. Na área ambiental essas métricas são divididas entre Indicadores de Atributos e Indicadores de Ciclo de Vida. Escolher os melhores indicadores depende de vários fatores, incluindo qual é a questão de negócio; o que está comparando; onde, no processo de desenvolvimento da embalagem, essa avaliação está sendo aplicada; e como os resultados estão sendo usados e, onde, na cadeia de suprimento, estão sendo aplicados. Não há uma fórmula única ou uma “resposta certa” para determinar quantos indicadores ou que indicadores usar. Empregar apenas um ou vários indicadores pode responder a uma determinada questão, mas não oferece uma visão clara (ou completa) dos impactos reais. Em muitos casos, um conjunto de cinco a dez indicadores, que claramente representem os objetivos da empresa, pode ser mais apropriado (e mais fácil de viabilizar) que uma lista de quarenta. Os seis parágrafos seguintes devem ajudar a escolher indicadores apropriados, entendendo que se trata de um processo em contínuo desenvolvimento que precisará ser reavaliado ao longo do tempo.



² Uma abordagem na qual todas as fases do ciclo de vida são consideradas durante a tomada de decisão, possivelmente, mas não necessariamente envolvendo o uso de avaliação de ciclo de vida.

Relevância e Significância

A seleção de uma determinada métrica depende da questão de negócio que está sendo formulada e, também, frequentemente reflete as mais significativas áreas de atividade e influência de uma empresa. Por exemplo, uma empresa que trabalha primeiro com embalagem cartonada ou de papel selecionará as métricas mais pertinentes a esse tipo de material e ignorará aquelas relacionadas a outros materiais para processos. A seleção pode também ser diretamente influenciada pela gravidade de um problema em pauta, como a escassez de água em um determinado local. Em uma comparação entre duas alternativas de embalagem —por exemplo, entre um material renovável e outro não renovável—, o conjunto de métricas escolhidas para a comparação teria de ser a combinação dos indicadores relevantes para ambos os materiais, para garantir que não haverá transferências de carga ambiental entre as alternativas comparadas. Tomar em conta a significância dos impactos em termos absolutos, tanto quanto a significância das diferenças observadas, é também crucial para boas tomadas de decisão.

Fases do Ciclo de Vida

A adoção de indicadores de embalagem por uma organização deve ser consistente com o pensamento de ciclo de vida. Os indicadores de ciclo de vida automaticamente incorporam os impactos de todas as fases dele na embalagem. Na seleção de atributos de embalagem, também é útil incluir atributos que tratam da cadeia a montante, da fase de utilização, do transporte e das características de fim de vida da embalagem. Isso facilita o pensamento de ciclo de vida e a consideração de cada uma dessas fases de maneira tangível e familiar pelos designers e outros que influenciam as decisões sobre a embalagem.

Partes do Negócio

Um indicador pode ser mais relevante para uma parte de um negócio do que para outras. Por exemplo, a taxa de reúso da embalagem pode ser relevante em uma região, mas não em outra. Um fabricante de embalagem pode ter uma divisão que usa apenas materiais renováveis, enquanto outra divisão não usa nenhuma.

Papel na Tomada de Decisão

Como na adoção de qualquer outra métrica, é importante considerar como o indicador de embalagem deverá influenciar a tomada de decisão, bem como quaisquer impactos não intencionais sobre decisões e incentivos. Para garantir que uma métrica informa a tomada de decisão, ela deve ser, no mínimo, visível e compreendida pelas partes que influenciam a tomada de decisão. Porém, seus impactos podem ser aumentados com o direcionamento de responsabilidades relacionadas a essa métrica para

aqueles com a maior capacidade de influenciar as tomadas de decisão sobre a embalagem, levando em conta os seguintes fatores:

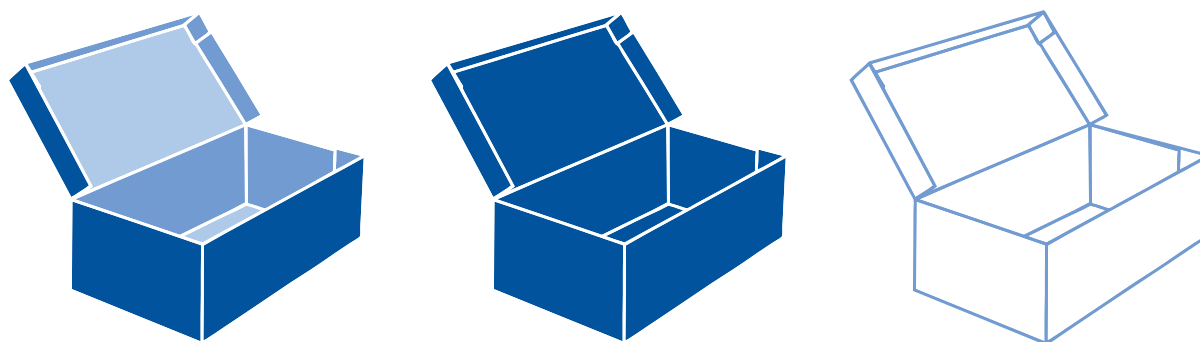
Nível de Uso do Indicador

Ao longo do processo de seleção dos indicadores apropriados, é importante determinar o nível de utilização do indicador. Muitas das métricas podem ser avaliadas levando-se em conta cada componente da embalagem ou do produto, a unidade de negócio ou a corporação. Algumas métricas podem ser focadas em um determinado nível para um objetivo preestabelecido (por exemplo, gerenciar a porcentagem média de conteúdo reciclado em uma linha de produto) e depois agregadas a um nível maior (por exemplo, ao nível da empresa como um todo para o relatório de responsabilidade social corporativa). Tenha em mente que a abordagem referente à coleta dos dados, à disponibilidade dos dados e às demandas quanto à precisão dos dados e unidades de medida mais apropriadas podem variar em cada um desses níveis.

Alinhamento com Outros Objetivos e Processos

Quando da adoção de indicadores e da sua incorporação nas políticas e nos processos da empresa, é útil que a responsabilidade em medir e acompanhar as métricas seja muito próxima do centro ou do tomador de decisão.

Indicadores que são medidos separadamente de outros processos terão, geralmente, um impacto menor sobre a tomada de decisão e uma demora maior até que os resultados sejam visíveis. Se uma métrica, como o peso da embalagem em relação ao peso do produto, for adotada com o objetivo de incentivar o desenvolvimento de embalagens mais eficientes, a medição e a coleta de dados relevantes deverão, idealmente, ser realizadas como parte do processo de desenvolvimento ou de aprovação do design. Dessa forma, designers e tomadores de decisão estão cientes da métrica no momento em que tomam as decisões que a afetam. Essa abordagem integrada é mais eficaz em dar à métrica o seu papel na tomada de decisão do que atribuir a tarefa de coletar os dados e de calcular a métrica para outra pessoa, como parte de um processo de reporte anual.



O Papel na Comunicação

Comunicação Interna e Externa

Entender como os indicadores serão usados na comunicação ajuda na sua seleção. Por exemplo: se os indicadores estão sendo usados pelo marketing para mostrar como a embalagem de um produto foi melhorada, ou estão sendo usados no relatório corporativo para demonstrar alguma melhoria ao longo do tempo, como a redução nas emissões de gases de efeito estufa por unidade vendida.

Se os indicadores estão sendo utilizados em um processo de tomada de decisão, também é crucial que metas claramente definidas sejam apresentadas para o público, para que ele possa entender o que é importante para a empresa.

A utilização de indicadores para comunicações externas como anúncios ou relatórios corporativos requer maior nível de detalhamento, de documentação e de transparência dos dados do que aquele necessário para acompanhar e comunicar internamente o progresso. Dados agregados podem ser adaptados para uso interno enquanto as lacunas de dados não forem materiais e as limitações forem adequadamente comunicadas. No entanto, nesse caso, é vital que o público interno esteja ciente do objetivo e da adequação limitados dos dados, para que anúncios externos não sejam feitos sem comprovação adequada.

O conjunto de indicadores sobre embalagem adotado por uma empresa pode conter uma mistura de indicadores destinados à comunicação interna e externa. Além disso, alguns indicadores podem requerer métricas diferentes para públicos diferentes. Por exemplo: o peso da embalagem em relação ao peso do produto pode ser relevante tanto para o público inter-

no como para o externo. No entanto, note que, mesmo para um único indicador, a métrica e a unidade funcional que serão significativas podem diferir de acordo com o público.

Orientações específicas sobre a divulgação pública de afirmações comparativas, baseadas em avaliações de ciclo de vida, são fornecidas nas normas ISO 10040/44. Para declarações, rótulos e anúncios, há provisões disponíveis, por exemplo, na ISO 14021 ou nas diretrizes da FTC sobre anúncios de marketing ambiental (FTC 260). Esse protocolo não visa a substituir qualquer um dos padrões e das diretrizes existentes que ainda devem ser seguidas em qualquer comunicação externa relacionada ao desempenho de embalagens e produtos em termos de sustentabilidade.

Disponibilidade dos Dados

Um indicador é tão bom quanto os seus dados. Portanto, ter dados suficientes é essencial quando da seleção dos indicadores. A disponibilidade de dados e de recursos para obter as informações necessárias impactará na quantidade de métricas que podem ser adotadas de forma viável e no valor dessas métricas em si. Existem duas categorias de dados: os relativos às propriedades físicas que uma empresa tem sobre cada componente da embalagem e sobre o produto em si (dados prontamente disponíveis ou obtidos junto à cadeia de suprimentos) e os que são usados para calcular indicadores selecionados (principalmente em ferramentas simplificadas de avaliação de ciclo de vida — ACV). A fonte dos dados que você usa deve ser documentada para cada métrica.

Dados de Propriedades Físicas

Cada indicador tem necessidades diferentes em termos de dados (peso dos componentes, tipo de material, tamanho ou volume do produto, país de origem, etc.). Alguns desses dados podem já estar no sistema de especificação ou no ERP da empresa ou podem requerer uma coleta junto à cadeia de suprimentos. Isso pode não ser um fator limitante para análise única, mas pode se tornar um fator limitante se você está avaliando a melhoria de uma empresa ao longo do tempo ou se precisa desse indicador para desenvolver cada produto novo. Se o indicador é importante por um dos motivos expostos acima, a empresa pode querer iniciar a coleta desses dados para uso futuro.

Dados para Alimentar Indicadores Seleccionados

Muitos indicadores (e também as ferramentas que usam esses indicadores) requerem dados básicos baseados em informações de ACV de materiais e processos. Esses dados são, então, usados para conduzir a análise. Por exemplo: muitas ferramentas simplificadas de ACV usam informações que estimam as emissões de gases de efeito estufa, o uso de energia ou outros impactos baseados em estudos detalhados de ACV. Em muitos casos, não há referências suficientes sobre o ciclo de vida em estudo. Em outros, os dados na ferramenta podem não ter a capacidade de discernir variações em fatores como o conteúdo de material reciclado. Alguns indicadores são importantes para você, mas requererem trabalho ou tempo adicional antes que sejam de alguma valia. Um bom exemplo disso pode ser o indicador de Água Doce

Consumida de Fontes Escassas ou Sob Estresse. Esse indicador/métrica específico pode ser importante para sua empresa, porém, o mapeamento das áreas dessas fontes sob estresse ainda não está desenvolvido e pode ser apropriado para uso futuro.

Relações entre Diferentes Indicadores

As métricas apresentadas neste relatório não são todas independentes. Em alguns casos, existe uma relação entre dois indicadores separados, ou, alternativamente, os mesmos dados podem ser usados para calcular diferentes métricas. Por exemplo: se a métrica “Peso da embalagem em relação ao peso do produto” é calculada, a métrica “Peso da embalagem” também terá sido avaliada e pouco esforço será necessário para se conhecer a “Redução de peso de embalagem”. Se qualquer um dos indicadores de ciclo de vida foi calculado, já foram coletados dados de muitos indicadores de atributo da embalagem. Isso significa que, frequentemente, não é tão oneroso como se pensa calcular uma determinada série de métricas.

A Figura 1 ajuda os usuários a entender o trabalho necessário para calcular os diferentes indicadores.

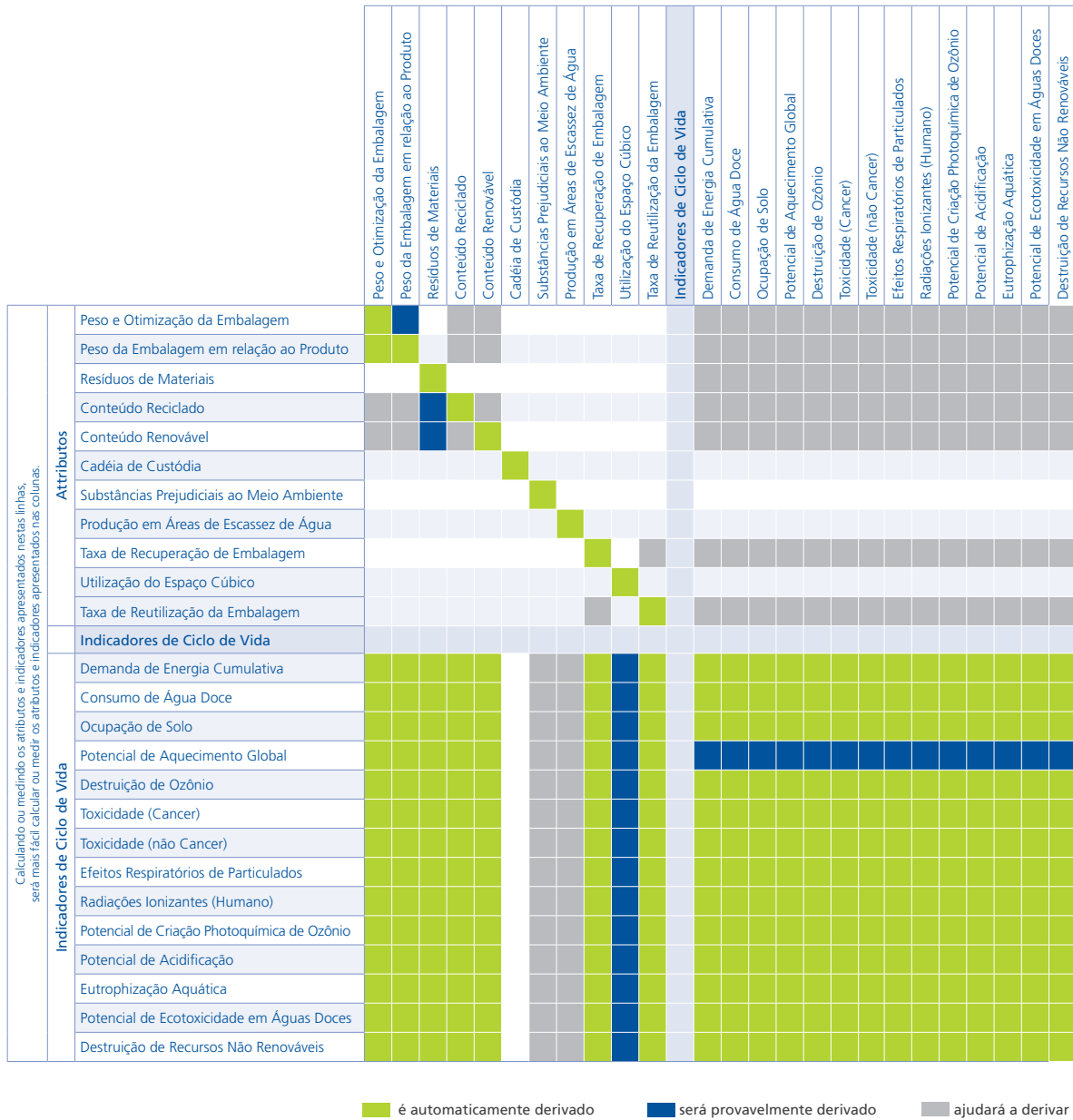


Figura 1. Às vezes, há fortes sinergias entre os diferentes indicadores. Essa figura mostra como eles estão relacionados. As cores nas caixas representam o grau de relação entre os indicadores calculados (mostrados nas linhas) e outros indicadores (mostrados na parte superior das colunas). Se a caixa é verde, o outro indicador foi automaticamente calculado. Caixas azuis mostram outras métricas que, provavelmente, foram calculadas também. Caixas na cor cinza claro indicam onde o cálculo do indicador na linha ajudará no cálculo do outro indicador na coluna.

Tipos de Embalagem

A Figura 2 descreve algumas definições comuns dos tipos de embalagem utilizados na cadeia de valor. Os conceitos de embalagens primária, secundária e terciária são padronizados na norma ISO CD 18601. Embalagem de venda também é um termo frequentemente usado. *O uso de vários termos pode ser necessário para garantir uma descrição exhaustiva que permite determinar de onde o item de embalagem em questão será descartado e disponibilizado para operadores de recuperação.*

Selecionar o equilíbrio ideal entre esses três níveis de embalagem é um elemento crítico no desenvolvimento de embalagem.

A **Embalagem Primária** é desenvolvida para ter contato direto com o produto.

A **Embalagem Secundária** (ou embalagem de grupo) agrupa uma determinada quantidade de unidades de embalagens primárias em um conjunto conveniente no ponto de venda. Geralmente, ela tem um destes dois papéis: pode ser um meio conveniente para reabastecer as prateleiras ou pode agrupar unidades de embalagens primárias em um pacote para compra. Além disso, pode ser removida sem afetar as propriedades do produto e geralmente define a unidade manuseada pelo varejista.

A **Embalagem Terciária** (ou embalagem de transporte) visa a garantir o manuseio e o transporte seguro de uma determinada quantidade de embalagens primárias ou secundárias. O termo "embalagem de transporte" não inclui contêineres de estrada, ferroviários, marítimos ou aéreos. A embalagem de transporte é nor-

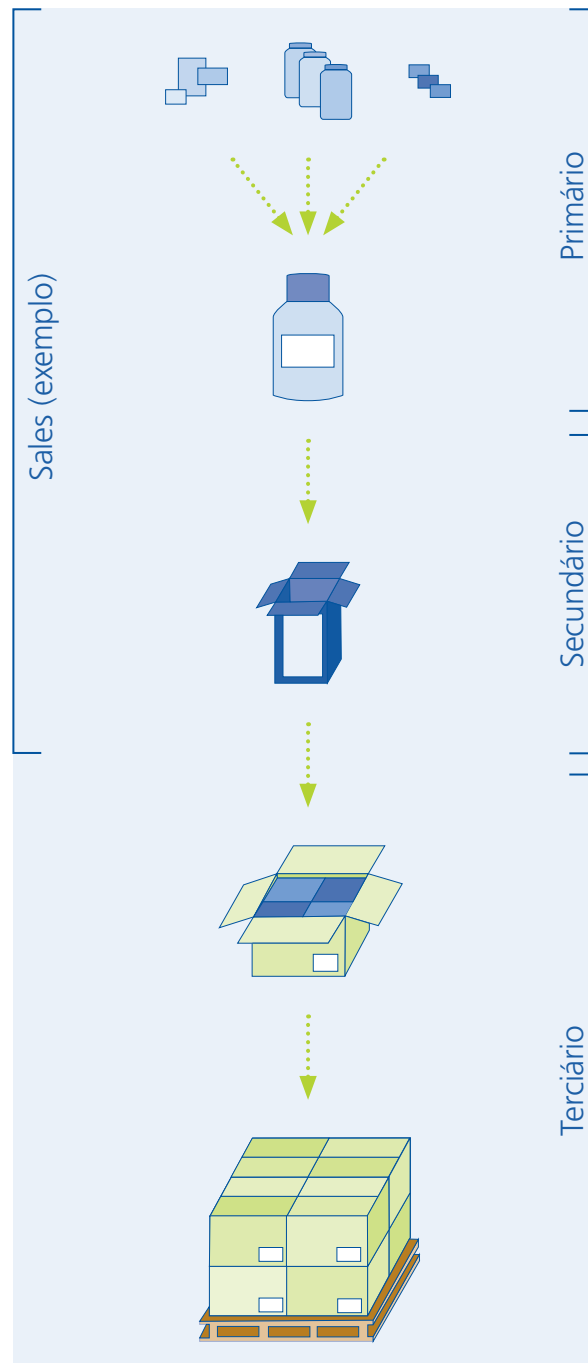


Figura 2. Termos comuns usados para descrever os tipos de embalagem.

malmente uma unidade de transporte como uma caixa externa ou um palete.

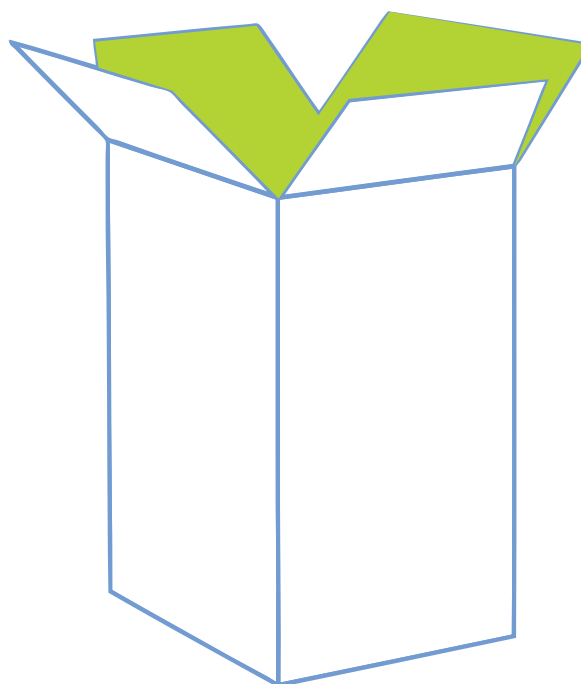
A Embalagem de Venda é aquela com a qual o consumidor deixa a loja. Dependendo da localização e do tipo da atividade varejista, ela pode ser composta de um ou de vários níveis de embalagem.

Os seguintes termos adicionais também são frequentemente usados para descrever os níveis de embalagem:

Constituinte da embalagem — um elemento que não pode ser facilmente separado do restante da embalagem (EN 13427, ISO/CD 18601). Por exemplo: uma camada selante em um filme laminado.

Componente da embalagem — parte da embalagem que pode ser separada manualmente ou usando métodos físicos simples (EN 13427, ISO/CD 18601). Por exemplo: um filme de embalagem.

Sistema de embalagem — o conjunto completo de embalagem para um determinado produto que compreende uma ou mais embalagens primárias, secundárias e terciárias, dependendo do tipo de produto embalado (ISO/CD 18601).



Unidade Funcional, Equivalência Funcional e Fluxo de Referência³

A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é a metodologia que avalia o impacto potencial do uso de um produto em cumprir a sua função. A unidade funcional caracteriza essa função nomeando e quantificando seus aspectos qualitativos e quantitativos por meio de perguntas como “o que?”, “quanto?”, “como?” e “por quanto tempo?”. É a unidade na qual todos os impac-

tos ambientais de um determinado estudo são reportados. É também a unidade que dirige o processo de coleta de dados. Um fluxo de referência é uma quantidade de produto, incluindo as partes dele, necessária para que um determinado sistema de produto tenha o desempenho descrito pela unidade funcional. Esta pode ter vários fluxos de referência.

Produto	Função	Unidade funcional	Fluxo de referência
Carro	Permitir que pessoas viajem	Uma pessoa viajando 100 km	Passageiro do carro A consumindo x L de gasolina / 100 km
Sapatos	Proteger os pés	Proteger um pé durante 500 km de caminhada	1 par de sapatos dedicados à caminhada ou 2 pares de sapatos padrão
Embalagem	Proteger o produto	Proteger 100 g de produto até chegar à mesa do consumidor	Necessário embalagens primária, secundária e terciária para oferecer proteção adequada para um sistema de distribuição especificado.
Lâmpada	Iluminar	Iluminação de 10 m ² com 3 mil lux durante 50 mil horas com espectro de luz de dia a 5.600 K	15 lâmpadas de 10 mil lumen com uma duração de 10 mil horas.

Tabela 1. Exemplos de funções, unidades funcionais e fluxos de referência em ACV.

Escolher uma Unidade Funcional Adequada

Uma unidade funcional bem definida permite comparar dois sistemas ou produtos essencialmente diferentes em uma base equivalente. A unidade funcional é tão importante em comparações realizadas usando métricas de atributo, como o peso da embalagem, quanto em ACV. Por exemplo: se uma comparação dos pesos das embalagens de um produto concentrado e de outro não concentrado é baseada em uma unidade funcional definida como “proteger 1 kg de produto da fábrica até o consumidor”, o produto concentrado estará em desvantagem porque sua verdadeira função

não está sendo considerada. Uma unidade funcional mais apropriada nessa circunstância seria baseada na entrega de certo número de lavagens (detergente), ou de porções (comida), refletindo melhor o serviço prestado para o consumidor.

No caso de tinta, uma unidade funcional maldefinida seria 1 m² de área coberta, pois compara apenas a capacidade de o material cobrir uma superfície, mas não informa nada sobre quanto tempo ele protegerá a superfície e, portanto, não informa sobre a quantidade de tinta necessária

³ Mais detalhes podem ser encontrados na ISO 14040/44.

para um determinado período. Uma unidade funcional mais razoável para um sistema de tinta seria 1 m² de área devidamente protegida durante dez anos. Tal unidade funcional leva em conta a quantidade crescente de tinta menos durável que será necessária para pintar novamente a superfície.

A Unidade Funcional em Embalagem

No tocante à embalagem — indissociavelmente conectada com o produto que contém —, é importante que a unidade funcional reflita o desempenho necessário para o produto embalado. Isso pode incluir a resistência requerida da embalagem, a proteção requerida durante o transporte, a preservação da qualidade do alimento, a proteção contra luz, a prevenção da geração de resíduos, etc. Também pode ser preciso considerar os requisitos legais em relação ao produto embalado (por exemplo, para alimentos) e o desempenho da embalagem em relação ao maquinário.

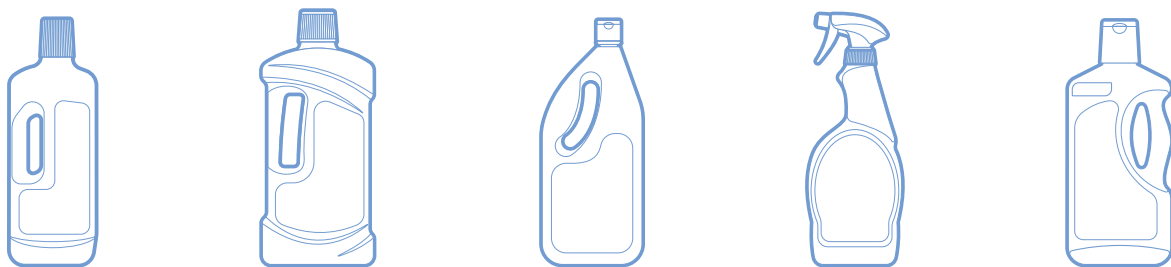
A unidade funcional muda ao longo da cadeia de valor. Uma unidade funcional típica de embalagem para um dono de marca ou para um varejista diz respeito às funções da embalagem de garantir que 100 g de produto cheguem em perfeitas condições da fábrica até o consumidor. Para um convertedor que fornece o filme de embalagem, a unidade funcional poderia ser a área em m² de filme com um desempenho específico

e entregue para o cliente. Para um fornecedor de material, a unidade funcional é tipicamente igual ao fluxo de referência — por exemplo, no caso de um fornecedor de resina plástica, o fluxo de referência apropriado é o quilo de resina entregue para o convertedor.

Funções Primárias & Secundárias e Equivalência Funcional em Embalagem

Um produto ou uma embalagem podem ter diferentes funções (primárias e secundárias). O que todas as embalagens têm em comum é que permitem entregar uma determinada quantidade de produto de um fabricante até um cliente ou consumidor. Portanto, “conter e proteger” são a função primária da embalagem. Há uma série de funções secundárias para as embalagens: garantir a praticidade de manuseio, facilitar o armazenamento e as funções de abrir e refechar, ser reciclável ou recuperável ou reforçar a experiência da marca com seu visual. Quando se comparam cenários, é crucial se certificar que as funções primárias são as mesmas e que as funções secundárias são tão similares quanto possível. *A equivalência funcional forma a base de qualquer comparação em ACV.*

Quanto mais funções duas alternativas de embalagem tiverem em comum, mais sentido terão as tentativas de comparações diretas.



Níveis de Significância

As métricas propostas neste protocolo são — mesmo no caso de indicadores de ciclo de vida — apenas tentativas de avaliar as “verdadeiras” consequências ambientais pela estimativa dos impactos potenciais. No entanto, tais avaliações são muito úteis para melhorar a tomada de decisão e o desempenho de embalagens e de outros produtos em termos de sustentabilidade — da mesma forma que modelos econômicos são úteis para estimar impactos e benefícios financeiros. Para qualquer comparação de estimativas, é importante entender as incertezas embutidas no cálculo das métricas e a significância de quaisquer diferenças observadas em relação à incerteza. A precisão de um resultado varia de acordo com o tipo de métrica utilizado e dos tipos de incerteza envolvidos. Com métricas simples, como o peso da embalagem, o nível de precisão refletirá apenas as ferramentas de medição empregadas. No entanto, nas métricas mais complexas de ciclo de vida, o resultado é um cálculo baseado em um modelo mais do que uma medição direta. Além disso, dependerá da precisão e da relevância dos dados empregados no modelo, bem como da precisão do modelo em si. Isso dará uma margem de erro maior ao resultado final. Comparações entre diferentes sistemas devem ser feitas com precaução, levando em consideração as incer-

tezas. Praticantes de ACV muitas vezes estipulam que as diferenças entre as métrica, como mudanças climáticas ou consumo de energias inferiores a 10%, não deveriam ser consideradas como significativas desde que as diferenças nas alternativas comparadas não sejam unidirecionais. Métodos de análise de incertezas mais sofisticados são necessários para outras métricas, como aquelas relacionadas aos impactos de toxicidade. Embora isso possa parecer limitante, permite, frequentemente, identificar as diferenças claras e não ambíguas entre as opções de embalagem, bem como identificar potenciais *hot-spots* no sistema de embalagem estudado. Como analogia, se a ACV consegue distinguir entre giz e queijo, pode mostrar a diferença entre brie e *camembert*!



Uso Sistemático da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) em Desenvolvimento de Produto — Orientações sobre Ferramentas

Historicamente, a indústria de embalagem tem reportado os impactos ambientais das embalagens por meio de atributos como a redução do peso de embalagem, o conteúdo reciclado e as taxas de reaproveitamento pós-consumo. Apesar de tais indicadores serem relativamente fáceis de medir, não estão diretamente relacionados a impactos ambientais; ao contrário, são dados iniciais para estimar impactos ambientais. Um valor de atributo maior ou menor pode ou não levar a impactos ambientais reduzidos.

Exemplo: desenvolver diretrizes para reduzir o peso da embalagem, incentivando o *designer* a combinar materiais em estruturas multicamadas, utilizando de forma eficiente a resistência individual de cada material para reduzir o peso da embalagem. Tais diretrizes conflitariam diretamente com as diretrizes sobre a reciclabilidade, que orientam a usar um único tipo de material, em um formato de embalagem, e que seja de fácil identificação, separação e reciclagem. Enquanto a redução de determinado material, desde que o desempenho físico seja mantido, levará à melhoria do desempenho ambiental, a mesma redução alcançada por meio da troca por outro tipo de material não melhora necessariamente o desempenho ambiental.

Utilizar tais atributos ambientais, portanto, não

é suficiente para empresas que buscam reduzir continuamente os seus impactos ambientais, já que há limitações em responder a perguntas muito específicas. São necessárias ferramentas que suportem a decisão e deem retorno para o *designer* sobre as consequências ambientais das decisões tomadas no processo de desenvolvimento da embalagem e sobre o ciclo de vida dela.

Avaliação de Ciclo de Vida

A ferramenta apropriada para considerar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida da embalagem é a avaliação de ciclo de vida (ACV). As ACVs podem ser realizadas em diferentes níveis, dependendo do tipo de pergunta formulado, objetivo do estudo ou do estado de desenvolvimento de um novo produto ou embalagem. O trabalho necessário para realizar a ACV pode variar de duas horas até mais de cem dias. Praticantes geralmente classificam ACVs em duas categorias quanto ao nível de detalhamento: ACVs simplificadas, simples ou de *screening*, e ACVs abrangentes, detalhadas ou completas. Ferramentas de ACV também podem ser separadas em duas classes principais: *software* convencional de ACV, altamente flexível, e ferramentas de *ecodesign* customizadas e rápidas, mas com nível menor de flexibilidade (Tabela 2).

Ferramenta de ACV	Forças	Fraquezas	Aplicação
Ecodesign	Rápido, baixo custo, consistente, pode ser usado por não especialistas.	Baixa flexibilidade; Sem capacidade para capturar especificidades; Possibilidade limitada de suportar anúncios ambientais.	Processo de desenvolvimento, informações ambientais, adequado para não especialistas em um processo bem estruturado.
Convencional	Robustez, flexibilidade; Pode suportar anúncios de <i>marketing</i> após auditoria de terceira parte.	Mais custoso e demorado, requer conhecimento especializado.	Avaliação interna de um produto e comparação com alternativas; Para suportar anúncios de <i>marketing</i> sobre os impactos ambientais de um produto.

Tabela 2. Tipos de ferramenta de ACV e áreas de aplicação em função das suas forças e fraquezas.

Ferramentas Convencionais de ACV

ACVs abrangentes são realizadas usando *softwares* convencionais em que o usuário passa pelo processo completo de definição do objetivo e do escopo, avaliação do inventário, avaliação dos impactos e interpretação. Uma ampla variedade de ferramentas de ACV está disponível para esse objetivo (1). Ferramentas convencionais de ACV garantem flexibilidade a todos os níveis da ACV. Essa flexibilidade contribui também para algumas das suas desvantagens: requerem *expertise* considerável e são trabalhosos e custosos. Poucas empresas podem manter o custo de uma *expertise* interna em ACV e, ainda menos sistematicamente, utilizar ACV para apoiar tomadas de decisão no desenvolvimento de produto. Como consequência, muitos estudos são terceirizados para consultores especializados em ACV. Apesar de essa abordagem ser factível para empresas com produtos que não mudam frequentemente, ela não é efi-

ciente para o setor de bens de consumo, de giro rápido, (*FMCG*, em inglês) em que avaliações sistemáticas de produto, usando ferramentas convencionais de ACV para todos os desenvolvimentos, gerariam custos excessivamente altos. E também não é uma solução economicamente viável para empresas de pequeno e médio porte. Além disso, o tempo necessário para completar um estudo convencional de ACV é tal que os resultados são frequentemente obtidos no final do desenvolvimento da embalagem, quando o produto está pronto para ser lançado. Nesse estágio tardio, a liberdade para mudanças já foi reduzida para o mínimo e o custo da mudança está no seu máximo (Figura 3). Resultados de ciclo de vida se tornam, portanto, no melhor dos casos, uma ferramenta estratégica para futuras melhorias do ciclo de vida da embalagem ou, no pior dos casos, uma forma cara de documentar sucessos ou fracassos.

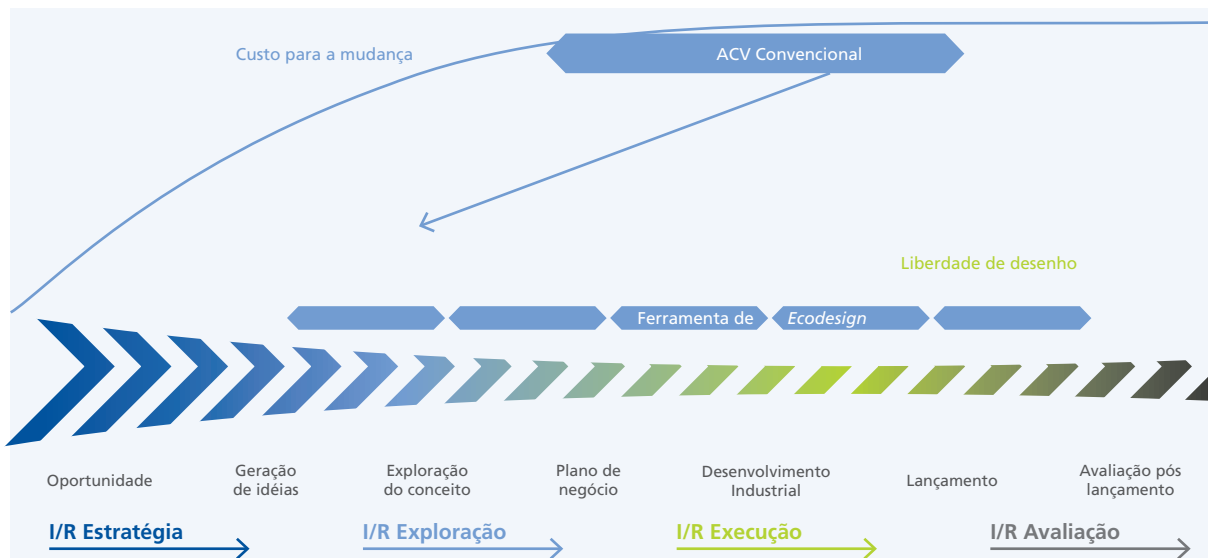


Figura 3. Evolução do custo da mudança e da liberdade de mudança no processo de inovação⁴.

⁴ Lundquist, L., *O papel da avaliação de impacto ambiental na Nestlé, o Papel da avaliação de impacto na transição para uma economia verde*, Associação Internacional para Avaliação de Impacto 30ª Conferência Anual, Geneva, Suíça, Abril 7, 2010 (Reproduzido com permissão).

Ferramentas de 'Ecodesign'

Há, portanto, uma justificativa para ferramentas baseadas em ACV simplificadas e customizadas que desvendam a análise para não especialistas, permitindo uma rápida avaliação das consequências ambientais de decisões de desenvolvimento ainda no estágio conceitual. A grande quantidade de ACV já realizada permite entender onde estão os *hot-spots* na cadeia de valor da embalagem. Esse entendimento é a base para a simplificação eficiente e automação das ACVs. Várias ferramentas específicas para determinados setores foram desenvolvidas ou estão sendo desenvolvidas; essas ferramentas estão disponíveis ao público ^(2,3). Muitos operadores na cadeia de valor também têm desenvolvido ferramentas caseiras adaptadas às necessidades específicas da empresa. Tais ferramentas visam a preservar a integridade da abordagem de ACV em destacar as questões ambientais em cada fase do ciclo de vida, mas fazem isso mais rapidamente e mais barato. O ponto comum entre ferramentas simplificadas e automatizadas — ou ferramentas de *ecodesign*, como também podem ser chamadas — é que muitos dos passos da ACV, que requerem *expertise* considerável, foram pré-definidos para o usuário e que a interface simula o processo de desenvolvimento. Assim, quem desenvolve a embalagem precisa apenas entrar com os dados com os quais trabalha diariamente. Normalmente, ferramentas de *ecodesign* têm as seguintes características pré-definidas: unidade funcional, fronteiras do sistema, dados do inventário para materiais e processos, incluindo operações de reaproveitamento e descarte, e métodos de avaliação de impacto. Frequentemente, essas ferramentas também combinam impactos ambientais de ci-

clo de vida, como o potencial de aquecimento global, com atributos ambientais específicos da embalagem; peso da embalagem em relação ao peso do produto; conteúdo reciclado; proporção de materiais reciclados; e assim por diante. Isso garante a quem desenvolve as embalagens a avaliação completa do formato de embalagem.

Enquanto ambas ferramentas requerem o mesmo nível de *expertise* em relação à interpretação dos resultados, a vantagem dos instrumentos de *ecodesign* é sua relativa simplicidade, facilidade de uso e rapidez. Resultados de ACV obtidos utilizando a mesma ferramenta serão mais consistentes do que comparações de estudos de ACV usando instrumentos convencionais. Isso porque a mesma metodologia, as mesmas hipóteses e os mesmos dados são usados para todos os estudos. A desvantagem das ferramentas de *ecodesign* é o fato de que, embora possam ser mais consistentes, não são mais precisas ou confiáveis que uma ACV abrangente gerada com um *software* convencional de ACV. Haverá limites assim que o produto ou a embalagem em estudo ficarem fora do escopo definido para a ferramenta. No entanto, constituem um compromisso acessível e prático entre o uso de simples atributos ambientais e *softwares* convencionais de ACV, proporcionando uma melhor base para tomadas de decisão no setor de bens de consumo de giro rápido. A combinação de ferramentas de *ecodesign* e de trabalhos de especialistas usando *software* convencionais de ACV fornece uma base muito boa para lidar com a maioria das questões relativas à embalagem e sustentabilidade dentro de uma empresa.

O Futuro da ACV no Setor de Bens de Consumo de Giro Rápido

A ACV está se tornando parte integrante do processo de tomada de decisão industrial. É usada, por exemplo, para tomar decisões táticas no desenvolvimento ou na melhoria de produtos e processos, ou como um suporte estratégico, ou na gestão da cadeia de suprimentos e em compras. O uso crescente da ACV tem impulsionado a demanda por ferramentas mais simples e customizadas. Essa procura certamente levará ao desenvolvimento de uma grande variedade de ferramentas que, uma vez integradas ou interligadas com ferramentas de gestão já existentes, serão capazes de fornecer diferentes níveis de informação para diferentes usuários.

Na maioria dos casos, as ferramentas de *ecodesign* não substituem as de ACV convencionais em anúncios ambientais feitos para terceiros; os requisitos para esse tipo de comunicação são muito mais rigorosos. No entanto, elas são muito úteis para tomar decisões internas no processo de desenvolvimento, bem como para a comunicação entre negócios. É desnecessário ressaltar que declarações baseadas em ACV e afirmações comparativas feitas para terceiros devem cumprir os requisitos estipulados nas normas ISO 14040 e 14044, independentemente da ferramenta de ACV usada para gerar os resultados da declaração. Esperamos que o alinhamento alcançado neste projeto prepare o caminho para maior alinhamento das ferramentas de *ecodesign*, facilitando as trocas de informações baseadas em ACV entre parceiros da cadeia de valor de embalagem. Assim, permitirão que os membros individuais e toda a cadeia de valor atinjam seus objetivos ambientais de forma mais eficiente.

Referências

1. Comissão Europeia – Centro de Pesquisa Conjunta. Site sobre Ferramentas e Serviços de ACV. EUROPA. [Em linha] [Citação: 12 01 2011.] <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/toolList.vm>.
2. COMPASS – Avaliação Comparativa de Embalagem. [Em linha] Sustainable Packaging Coalition. <https://www.design-compass.org/>.
3. Sustainable Packaging Alliance. PIQET Log-in. [En ligne] Sustainable Packaging Alliance. <http://piqet.sustainablepack.org/login.php>.

Indicadores do Protocolo Global e Visão Geral das Métricas

ATRIBUTOS AMBIENTAIS & INDICADORES DE CICLO DE VIDA	
ATRIBUTOS	
Peso da embalagem e otimização	Avaliação e minimização de substâncias perigosas ao meio ambiente
Relação de peso entre a embalagem e o produto	Unidades de produção localizadas em áreas com condições de estresse hídrico ou escassez de água
Resíduos sólidos	Taxa de reutilização da embalagem
Conteúdo reciclado	Taxa de recuperação da embalagem
Conteúdo renovável	Utilização do espaço cúbico
Cadeia de custódia	
INDICADORES DE CICLO DE VIDA — INVENTÁRIO	
Demanda acumulada de energia	Uso de terra
Consumo de água doce	
INDICADORES DE CICLO DE VIDA — CATEGORIAS DE IMPACTO	
Potencial de aquecimento global	Potencial de criação fotoquímica de ozônio
Destrução de ozônio	Potencial de acidificação
Toxicidade carcinogênica	Eutrofização aquática
Toxicidade não carcinogênica	Potencial de ecotoxicidade em águas doces
Efeitos de partículas respiratórias	Destrução de recursos não renováveis
Radiação ionizante (humano)	
ATRIBUTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS	
ECONÔMICO	
Custo total da embalagem	Desperdício de produto embalado
SOCIAL	
Vida de prateleira do produto embalado	Investimento na comunidade
CHECKLIST DE DESEMPENHO CORPORATIVO	
MEIO AMBIENTE	
Sistema de gestão ambiental	Auditorias de energia
SOCIAL	
Trabalho infantil	Liberdade de associação e/ou negociação coletiva
Jornadas de trabalho excessivas	Saúde ocupacional
Práticas responsáveis de trabalho	Discriminação
Trabalho forçado ou obrigatório	Padrões de desempenho de segurança
Remuneração	

Introdução

O atributo é um indicador que proporciona informações parciais e/ou indiretas sobre o desempenho ambiental da embalagem ao longo do seu ciclo de vida. O atributo pode fornecer informações quantitativas ou qualitativas sobre uma etapa individual do ciclo de vida, uma operação no ciclo de vida da embalagem ou uma informação qualitativa relacionada à gestão das operações ou à cadeia de fornecimento. Muitos atributos são elementos de informação indispensáveis à preparação da avaliação completa do ciclo de vida de uma embalagem.

É importante notar que os atributos fornecem informações, mas não avaliações. Não indicam, necessariamente, consequências ambientais positivas ou negativas e devem ser utilizados junto com indicadores de ciclo de vida e outros atributos. Sua validade depende do caso específico em estudo. Nem todas as métricas são válidas para todas as aplicações.

Geralmente, essas métricas devem ser utilizadas e interpretadas de acordo com o caso específico de negócio a ser apoiado.

Vários atributos ambientais são baseados em normas ISO e normas europeias (EN 13427-13432), representadas na Figura 4, vinculadas à Diretiva Europeia sobre Embalagens e Resíduos de Embalagem e que servem atualmente como base para o trabalho na ISO sobre normas para embalagem e o meio ambiente. Um guia para a utilização desses padrões foi publicado pela EUROPEN, Organização Europeia de Embalagem e Meio Ambiente (www.europen.be).

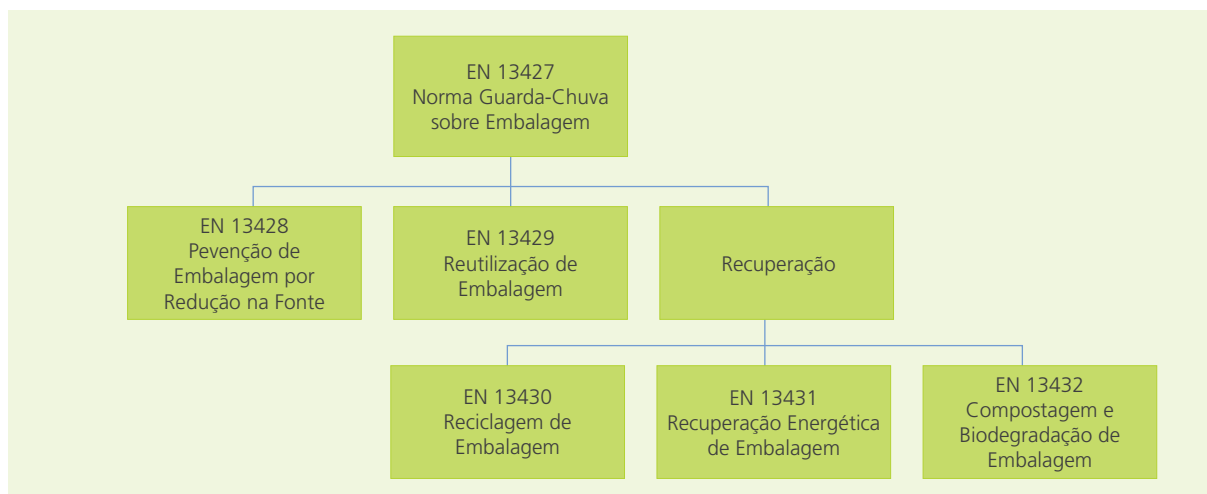


Figura 4. O conjunto de normas EN apoiam a Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa a Embalagens e Resíduos de Embalagem [94/62/EC].

Peso e Otimização da Embalagem

Inclui embalagens primárias, secundárias e terciárias

Definição

Peso e identidade de um constituinte, componente ou sistema de embalagem que muda de mãos na cadeia de suprimento, e a demonstração de que a embalagem foi otimizada por peso ou volume, de acordo com a norma *EN 13428* ou a norma *ISO/CD 18602*, uma vez finalizada.

Métrica

Peso por constituinte, componente ou sistema de embalagem e demonstração da otimização, conforme descrito na norma *EN 13428* ou na *ISO/CD 18602*, uma vez finalizada.

Exemplos

1. Prova do peso mínimo adequado de embalagem (sim / não)
2. Quilogramas / constituinte, componente ou sistema de embalagem



O que medir

Peso da embalagem — Determinar o peso dos constituintes, componentes ou sistemas de embalagem que mudam de mãos na cadeia de suprimentos da embalagem. Utilizando a norma *EN13428* e/ou *ISO/CD18602* (uma vez finalizada), determinar e fundamentar o critério de desempenho único que impede a redução maior em quantidade (peso ou volume) dos materiais utilizados. Critérios de desempenho incluem proteção do produto, processos de fabricação da embalagem, processos de empacotamento/enchimento, logística, apresentação do produto e *marketing*, aceitação pelo usuário/consumidor, informação, segurança, legislação e, outros (especificar).

Comunicando a redução de peso de embalagem — A redução de peso de embalagem pode ser calculada como a diferença entre o *design* imediatamente anterior e o *design atual*. Para ter relevância ambiental, a redução de peso da embalagem deve ser comunicada por categoria de material. Nos casos em que a redução de peso é alcançada à custa de aumento de peso em outra categoria de material, no mesmo componente de embalagem ou em outra parte do sistema de embalagem — por exemplo, com aumento da embalagem secundária — isso deve ser claramente comunicado e o aumento quantificado.

O que não medir

N/A

A Relação entre o Peso da Embalagem e o do Produto

Definição

Relação entre o peso de todo o material de embalagem utilizado e o peso do produto ou da unidade funcional entregue.

Métrica

Peso de todos os componentes da embalagem utilizados no sistema da embalagem por unidade funcional.

Exemplo

- $\frac{\text{Peso da embalagem (kg)}}{\text{Unidade Funcional (UF)}}$

O que medir

Calcular o peso total dos componentes da embalagem utilizados no sistema de embalagem de acordo com o protocolo para Peso e Otimização de Embalagem. Determinar a relação entre a massa de produto ou a quantidade de serviço de produto entregue e a unidade funcional. Essa medição deve considerar todos os componentes de um sistema de embalagem, para evitar esconder a transferência de peso entre níveis de embalagem, ou seja, entre primária, secundária e terciária. Comparações das relações de peso entre embalagem e produto para um sistema de embalagem incompleto, ou seja, para uma embalagem primária ou para embalagens primária e secundária, só se justificam se os níveis de embalagem deixados fora do escopo permanecem idênticos.

O que não medir

N/A

Resíduos de Material

Definição

Massa de resíduos de material gerada durante a produção e o transporte de materiais de embalagem, constituintes de embalagem, componentes de embalagem ou sistemas de embalagem.

Métrica

Massa por constituinte de embalagem, componente de embalagem ou sistema de embalagem.

Exemplo

- Quilogramas / Unidade Funcional

O que medir

Medir apenas materiais destinados a aterros e disposição final. As medições devem incluir aparas, materiais excedentes indesejados, subprodutos indesejados e quebrados, materiais contaminados ou estragados de outra forma e associados com a conversão de materiais de embalagem em componentes de embalagem, a montagem de componentes de embalagem em unidades de embalagem, o enchimento de unidades de embalagem e o transporte de materiais de embalagem, componentes de embalagem, unidades de embalagem ou sistemas de embalagem. Note que se trata de um parâmetro operacional que pode ser determinado por qualquer operador individual dentro da cadeia de suprimentos, como medida da eficiência operacional. Essa informação pode ser comunicada entre duas partes na cadeia de suprimentos para demonstrar a eficiência operacional, mas a métrica não é apropriada, nem visa a ser acumulada em toda a cadeia de suprimentos.

O que não medir

Não reportar materiais que são reutilizados ou reciclados.

Conteúdo Reciclado

Definição

Relação entre o material reciclado (pós-consumo e pré-consumo, tal como definido pela norma *ISO 14021*) e o material total usado nos constituintes, componentes ou sistemas de embalagem.

Métrica

Percentual de material reciclado sobre a quantidade total de material usado por constituinte de embalagem, componente de embalagem ou sistema de embalagem. Conteúdos reciclados pré e pós-consumo podem ser calculados separadamente para proporcionar maior nível de detalhamento.

Exemplos

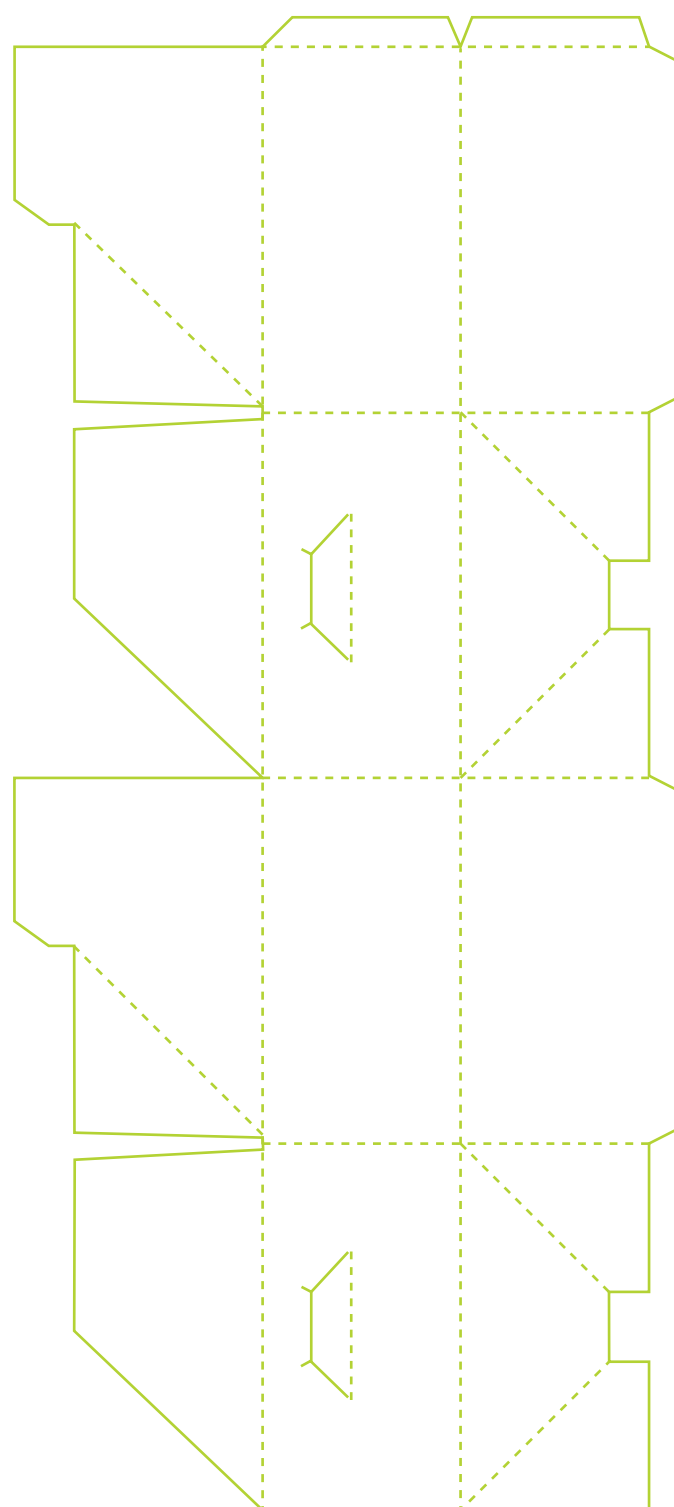
- % de conteúdo reciclado / constituinte, componente ou sistema de embalagem

O que medir

Medir material reciclado pré e pós-consumo, conforme norma *ISO 14021*. Para orientações adicionais, consulte a *ISO 14021*.

O que não medir

N/A



Conteúdo Renovável

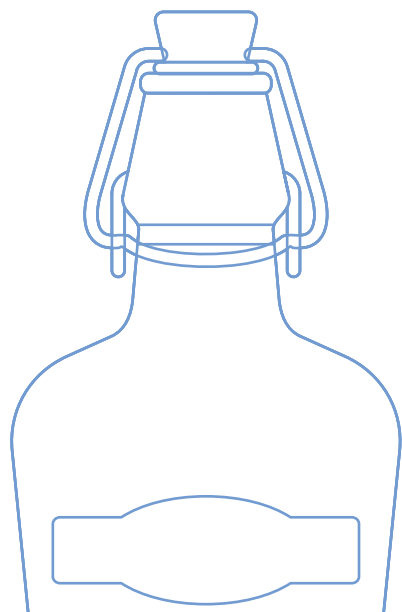
Definição

Proporção de material renovável utilizado em relação ao material total utilizado nos constituintes da embalagem, nos componentes, nas unidades de embalagem ou nos sistemas de embalagem.

Nota 1 — Material renovável é um material composto de biomassa proveniente de uma fonte viva e pode ser continuamente renovado. Para serem definidos como renováveis, materiais virgens devem provir de fontes que são renovadas a uma taxa igual ou maior do que a sua taxa de remoção. Biomassa é definida como material de origem biológica, excluindo material incorporado em formações geológicas ou transformado em material fossilizado e excluindo turfa. Inclui materiais orgânicos (vivos e mortos) provenientes de cima ou debaixo da terra como, por exemplo, árvores, culturas, gramíneas, liteira florestal, algas, animais e resíduos de origem biológica, como estrume.

Nota 2 — As definições acima são extraídas do projeto final de alteração da *ISO 14021*, que será publicada futuramente.

O conteúdo renovável pode ser definido em dois níveis diferentes:



- **Nível material:** o conteúdo em material renovável é a porcentagem de material renovável do total de material utilizado nos constituintes da embalagem, componentes, unidades de embalagem ou sistemas de embalagem.
- **Nível de carbono:** o conteúdo em carbono renovável é a porcentagem de carbono renovável do total de carbono nos constituintes da embalagem, componentes, unidades de embalagem ou sistemas de embalagem.

Métrica

- A porcentagem, em peso, no nível material definido no texto de alteração da *ISO 14021*.
- A porcentagem, em peso, no nível de carbono definido na norma *ASTM D6866*. Essa métrica deve ser aplicada quando a fonte do material (renovável ou não renovável) é desconhecida.

Exemplos

- % do peso total de material / constituinte, componente ou sistema de embalagem.
- % de carbono renovável sobre o carbono total / constituinte, componente ou sistema de embalagem.

O que medir

Medir o conteúdo renovável como a porcentagem em peso do material total utilizado ou como a porcentagem de carbono renovável no carbono total.

O que não medir

N/A

Cadeia de Custódia

Definição

Conjunto de organizações conectadas, do local da colheita ou extração até o ponto de venda, que mantém a propriedade legal ou o controle físico das matérias-primas ou dos materiais reciclados usados nos constituintes da embalagem, componentes da embalagem ou sistemas de embalagem.

Métrica

Desconhecida, conhecida ou certificada na fonte.

Exemplos

N/A

O que medir

A cadeia de custódia é medida a fim de garantir a confiabilidade, o desempenho e a transparência ao longo da cadeia de suprimentos. Ela será considerada “conhecida” se cada parte da cadeia de suprimentos tiver obrigações contratuais e for capaz de fornecer provas sobre a(s) fonte(s) das suas matérias por meio de acordos de compra, registros de inventário, etc. Para orientações adicionais, consulte quaisquer protocolos relevantes de sistemas de certificação da fonte, tais como as diretrizes do FSC (Forest Stewardship Council — Conselho de Manejo Florestal), SFI (Forest Stewardship Council — Iniciativa de Manejo Florestal Sustentável) e PEFC (Programme for Endorsement of Forest Certification — Programa para Aprovação de Sistemas de Certificação Florestal). Embora, neste momento, os sistemas de certificação existam apenas para produtos florestais, essa métrica pode ser aplicada a qualquer matéria-prima utilizada na embalagem. Várias iniciativas estão em andamento para estabelecer sistemas de cadeia de custódia para outros materiais.

O que não medir

N/A

Avaliação e Minimização de Substâncias Perigosas ao Meio Ambiente

Definição

Avaliação e minimização de substâncias ou misturas de substâncias perigosas ao meio ambiente em constituintes, componentes ou sistemas de embalagem que podem entrar no meio ambiente.

Métrica

Cumprir os requisitos da *EN 13428* ou *ISO 18602* (quando for publicada) sobre metais pesados e substâncias perigosas.

Exemplos

Declarações de que os requisitos relevantes das normas foram cumpridos.

O que medir

A avaliação deve incluir substâncias classificadas por apresentar um risco ambiental segundo o *Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos da ONU* e suas alterações, e que atendam os critérios de rotulagem do pictograma de perigo ambiental. Ou para aqueles seguindo a norma *EN13428*, substâncias incluídas na lista “N” da UE. Para orientações adicionais, consulte as normas *ISO 18602* (atualmente como CD), *EN 13427:2004*, *EN 13428:2004*; *CEN CR 13695-1:2004* e *CEN 13695-2:2004* e quaisquer outras listas legais relevantes que se aplicam a qualquer região específica.

O que não medir

Substâncias ou misturas utilizadas nos processos de fabricação ou de conversão, mas não presentes na embalagem.

Unidades de Produção Localizadas em Áreas em Condições de Estresse Hídrico ou de Escassez de Água

Definição

Número de fábricas envolvidas na produção de materiais de embalagem (incluindo reciclados), constituintes de embalagem, componentes de embalagem ou unidades de embalagem e/ou no envase e na selagem de embalagens, que operam em áreas identificadas com estresse hídrico ou escassez de água doce.

Métrica

- Número (ou porcentagem) de fábricas de um grupo localizadas em áreas identificadas com estresse hídrico ou escassez de água. A abordagem ou a ferramenta utilizada para determinar o estresse ou a escassez de água devem ser identificadas.

Exemplos

Site único: sim, não, não aplicável

Sites múltiplos: sim (porcentagem de fábricas nas áreas determinadas), não, não aplicável.

O que medir

Utilizar a Ferramenta Global sobre Água⁵ ou o Índice de Escassez de Água ETH⁶ para identificar se uma unidade envolvida na produção de materiais de embalagem (incluindo reciclados), componentes de embalagem ou unidades de embalagem e/ou no envase e na selagem de embalagens está localizada em uma área de estresse ou de escassez de água considerando o consumo de água doce em relação à sua disponibilidade.

O que não medir

Não medir ou reportar fábricas que não usam água nos seus processos produtivos.

Taxa de Reutilização de Embalagem

Definição

Número de vezes em que uma embalagem tem o mesmo uso, rotação ou viagem, para o qual foi concebida e projetada, dentro do seu ciclo de vida. A demonstração da reutilização deve ser primeiro estabelecida de acordo com a EN 13429 ou ISO/CD 18603 quando finalizada.

Métrica

- Reutilizável – Sim ou Não de acordo com a *EN 13429* ou *ISO/CD 18603*
- Taxa expressa como o número de ciclos ou a taxa de perda na operação do sistema de reutilização.

Exemplo

- Sim ou Não
- Taxa de reutilização
- Número de ciclos antes da remoção para valorização
- % de perda por ciclo de reutilização

O que medir

Determinar se a embalagem está de acordo com a definição de reutilização estipulada pelas normas *EN 13429* e *ISO/CD 18603*. Se a embalagem for considerada reutilizável pelas normas e diretrizes referenciadas, incluir todos os componentes de embalagem ou unidades de embalagens reutilizadas. Essa métrica pode ser utilizada para as embalagens primária, secundária e terciária. Nos casos em que vários níveis de embalagem estão sendo reutilizados, as suas taxas individuais devem ser apresentadas separadamente e não somadas.

O que não medir

N/A

⁵ <http://www.wbcsd.org/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?type=p&MenuId=MTUxNQ&doOpen=1&ClickMenu=LeftMenu=LeftMenu>

⁶ http://www.ifu.ethz.ch/staff/stpfiste/index_EN

Taxa de Valorização da Embalagem

Definição

Fração em massa ou a massa absoluta de embalagem valorizada a partir de todas as fontes (comercial e residencial), baseada em estatísticas relevantes de gestão de resíduos.

1. Demonstração de:

- Valorização: *EN 13427 + ISO/CD 18601*
- Reciclagem de materiais: *EN 13430 + ISO/CD 18604 + ISO/TR 16218 Chemical Recovery*
- Valorização Energética: *EN-13431 + ISO/CD 18605*
- Compostagem / Valorização Orgânica: *EN 13432 + ISO/CD18606*

2. Taxa de valorização — Expressa como o % do peso total da embalagem [% em peso] colocado no mercado ou como a massa expressa pela taxa x peso total de embalagem colocada no mercado.

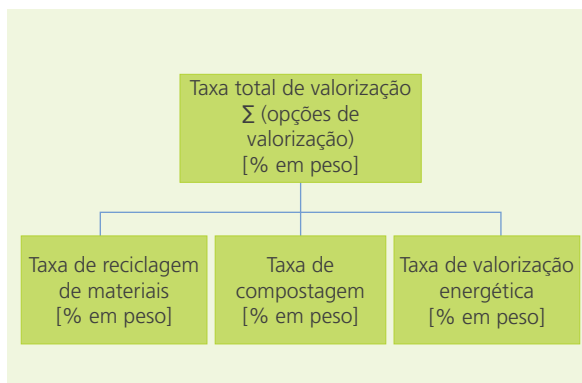


Figura 5. Taxa total de valorização, expressa como a soma das frações de materiais valorizados pela reciclagem de materiais, compostagem e valorização energética.

Métrica

- Valorizável – Sim, atendendo aos critérios, ou Não.
- Taxa de valorização [% em peso] em relação ao peso total de embalagem colocado no mercado por opção de valorização. A taxa total de valorização é a soma das taxas individuais de valorização, conforme indicado na Figura 5.

Exemplo

- Sim ou Não
- Taxa de valorização [% em peso]

O que medir

Determinar se a embalagem atende aos critérios de valorização de acordo com as normas acima. Incluir a divulgação dos aspectos materiais da embalagem que impediriam sua valorização. Por exemplo, a cor, as combinações de materiais ou revestimentos.

Se os critérios são atendidos, expressar a taxa de valorização total como % do peso total de embalagem colocado no mercado, que é efetivamente valorizado, e fornecer a estratificação por opção de valorização praticada.

Reciclagem de materiais — Medir cada tipo de embalagem produzida e/ou utilizada para a qual existem taxas nacionais de reciclagem. Notar que, dependendo da embalagem (tipo, forma, tamanho, cor), as taxas de reciclagem verdadeiras podem não coincidir com as taxas de reciclagem nacionais para um determinado material ou categoria de embalagem.

⁷ Compostagem e biodegradação, *ASTM D6400 – 04, ASTM D6868 - 03, ISO 14855-1* ou outra norma pertinente.

Compostagem — Medir cada tipo de embalagem produzida e/ou utilizada para a qual existem taxas nacionais de reciclagem. Note que, em muitas regiões, a taxa de resíduos orgânicos compostados pode não coincidir com a taxa de compostagem de resíduos de embalagem, devido à falta de aceitação.

Valorização energética — Se a embalagem pode ser valorizada energeticamente e que infraestrutura adequada existe, usar estatísticas nacionais de gestão de resíduos. Se os dados estão disponíveis, medir por tipo de material.

O que não medir

Embalagem indo para destinação final e lixo não valorizado é implicitamente calculada a partir da taxa de valorização e não precisa ser medida separadamente.

Utilização do Espaço Cúbico

Definição

A Utilização do Espaço Cúbico (UEC) é a medição volumétrica global da eficiência do design da embalagem para o sistema de embalagem.

Métrica

Porcentagem do volume de uma unidade de transporte ocupada pelo produto (%). Em outras palavras, volume total de produto em uma unidade de transporte dividido pelo volume da unidade de transporte.

Exemplo

- % (de 0% a 100%)

O que medir

O volume de produto e o volume da unidade de transporte devem ser medidos corretamente a fim de se calcular a utilização do espaço cúbico (UEC).

Volume de Produto (VP) — O objetivo é medir o volume do produto como é transportado ou, para objetos irregulares, determinar o menor volume retangular, cilíndrico, esférico ou triangular em que um único item cabe e multiplicar esse valor pelo número de itens na unidade de transporte. Um protocolo detalhado para determinar VP pode ser encontrado no *Anexo 1*.

Volume da Unidade de Transporte (TPV) — A unidade de transporte é selecionada como a base para o cálculo de utilização a fim de medir adequadamente a eficácia global do *design* da embalagem. Não fazer isso pode resultar em um valor que superestima a utilização do espaço cúbico (por exemplo, um sistema de embalagem que está otimizado nos níveis primário, secundário ou terciário, mas não em todos os três níveis).

O que não medir

As dimensões das embalagens primária e secundária não precisam ser medidas.

Referências: Meio Ambiente — Indicadores de Atributos/Métricas

- *Um Guia Prático para utilizar as normas CEN — Requisitos essenciais para embalagens na Europa, EUROPEAN, 2005 (<http://www.europen.be/>).*
- *EN 13427:2004 — Embalagem – Requisitos para a utilização de normas europeias na área de embalagem e resíduos de embalagens.*
- *EN 13428:2004 — Embalagem – Requisitos específicos à fabricação e composição – Prevenção pela redução na fonte.*
- *CEN / CR Embalagem 13695-1:2004 — Requisitos para medir e verificar os quatro metais pesados e outras substâncias perigosas presentes na embalagem e sua liberação no meio ambiente – Parte 1: Requisitos para medir e verificar os quatro metais pesados presentes na embalagem.*
- *CEN / CR Embalagem 13695-1:2004 — Requisitos para medir e verificar os quatro metais pesados e outras substâncias perigosas presentes na embalagem e sua liberação no meio ambiente -- Parte 2: Requisitos para medir e verificar substâncias perigosas presentes na embalagem e sua liberação no meio ambiente.*
- *EN 13429:2004 — Embalagem – Reutilização.*
- *EN 13430:2004 — Embalagem – Requisitos para embalagens valorizáveis por reciclagem de materiais.*
- *EN 13431:2004 — Embalagem – Requisitos para embalagens valorizáveis por valorização energética, incluindo a especificação do poder calorífico inferior mínimo.*
- *EN 13432:2000 — Embalagem – Requisitos para embalagens valorizáveis por compostagem e biodegradação – Programa de ensaios e critérios de avaliação para a aceitação final das embalagens.*
- *ISO 14021:1999 — Rótulos e declarações ambientais – Autodeclarações ambientais (Rotulagem ambiental tipo II).*
- *ISO 14855-1:2005 — Determinação da biodegradabilidade aeróbica final dos materiais plásticos em condições controladas de compostagem – Método por análise do dióxido de carbono liberado – Parte 1: Método geral*
- *ASTM D6400 -04 — Especificação padrão para plásticos compostáveis.*
- *ASTM D6868 -03 — Especificação padrão para plásticos biodegradáveis usados como revestimentos em papel e outros substratos compostáveis.*
- *ISO 14001:2004 — Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso.*

- *O Sistema Comunitário de Eco-Gestão e Auditoria (EMAS) (http://ec.europa.eu/environment/emas/in-dex_en.htm).*
- *Parte 260 — Orientações para a utilização de declarações de marketing ambiental. Código de regulamentos federais, Título 16 – Práticas comerciais, Capítulo 1 – Comissão Federal do Comércio, Subcapítulo B – Orientações e regras de práticas comerciais.*
- *ISO / CD 18601— Embalagem – Requisitos gerais para a utilização das normas ISO na área de embalagem e o meio ambiente*
- *ISO / CD 18602 — Embalagem — Embalagens e o meio ambiente: a otimização dos sistemas de embalagem*
- *ISO / CD 18603 — Embalagem – Reutilização*
- *ISO / CD 18604 — Embalagem – Embalagens valorizáveis por reciclagem de materiais*
- *ISO / CD 18605 — Embalagem – Embalagens valorizáveis por valorização energética*
- *ISO / CD 18606 — Embalagem – Embalagens valorizáveis por valorização orgânica*
- *ISO / TR 16218 — Reciclagem química*

Meio Ambiente — Indicadores de Ciclo de Vida/Métricas

35 <

Introdução à Avaliação de Ciclo de Vida

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia de múltiplos critérios para quantificar os impactos ambientais associados ao ciclo de vida de um bem ou serviço, desde a extração das matérias-primas do produto até a sua disposição final após o uso. Concretamente, todas as emissões do ciclo de vida, o consumo de recursos e outras intervenções ambientais são avaliados por um conjunto de indicadores de impacto relevantes, proporcionando uma visão completa do desempenho ambiental do produ-

to. A metodologia e os princípios da ACV foram padronizados nos últimos anos pela série de normas *ISO 14040/44: 2006*, que garantem estudos de ACV de alta qualidade e transparência.

De acordo com a norma *ISO14040*, um estudo de ACV deve incluir as seguintes fases: definição de objectivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação dos resultados, conforme ilustrado na Figura 6 a seguir.

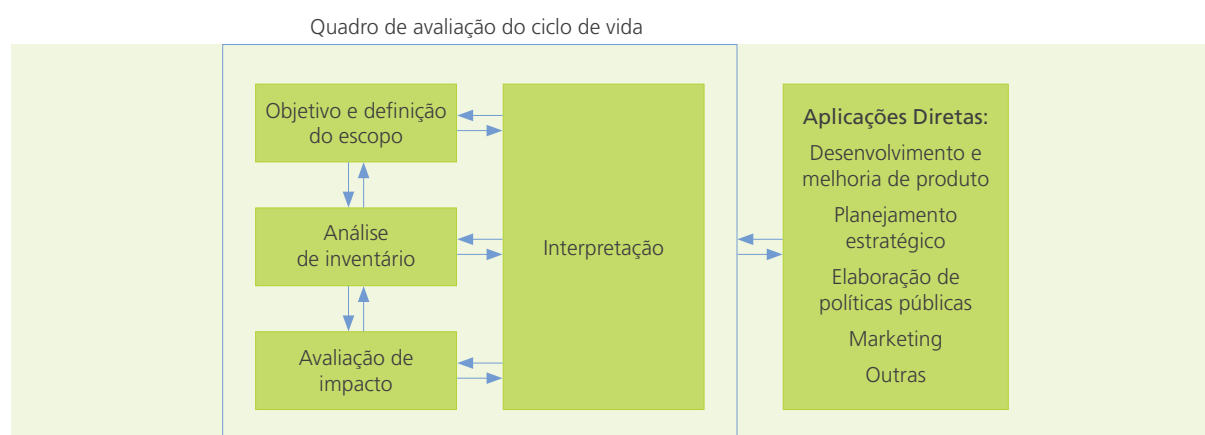


Figura 6. Estágios e Aplicações da ACV.

Os critérios específicos que devem ser cumpridos em cada fase individual são claramente descritos nas normas *ISO14040* e *14044*. Orientações adicionais podem ser encontradas no *Manual do Sistema Internacional de Referência de Dados de Ciclo de Vida*⁸. Orientações específicas sobre avaliação do ciclo de vida de embalagens podem ser encontradas na *CENCR13910:2000* e na futura revisão de *CENCR13910:2010*.

Os seguintes assuntos requerem uma atenção especial:

Objetivo e escopo

Considerações gerais — Antes de iniciar a ACV há muitos aspectos a considerar e, especificamente, a questão da decisão a ser suportada. A partir daí, os seguintes questionamentos surgem e devem ser cuidadosamente considerados antes e durante uma avaliação. É frequentemente um processo iterativo.

- Relevância de um impacto específico;
- Relevância de uma fase específica do ciclo de vida;

⁸ <http://ct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAIL-online-12March2010.pdf>

- Relevância de elementos específicos em uma fase do ciclo de vida;
- Nível de influência que os tomadores de decisão têm sobre os elementos e impactos no ciclo de vida;
- Diferenças relevantes entre as alternativas a serem comparadas (vs impactos constantes);
- Disponibilidade de dados para a análise de inventário e a avaliação de impacto;
- Incertezas associadas com os diferentes dados de análise de inventário e de avaliação de impacto

Unidade funcional (UF) — A unidade funcional é o desempenho quantificado de um sistema de produto de embalagem a ser utilizado como unidade de referência em um estudo de ACV. No caso de embalagem, é importante que a unidade funcional reflita o desempenho requerido dela, o qual está ligado ao produto embalado. Isso pode incluir a força requerida da embalagem, a proteção exigida durante o transporte, a preservação da qualidade dos alimentos, a proteção contra a penetração da luz, a prevenção de geração de resíduos, etc. Requisitos legais relacionados ao produto embalado (por exemplo, alimentos) e o desempenho da embalagem em relação às máquinas também podem ser relevantes e levados em consideração. Dependendo do ponto em que informações de ACV são trocadas na cadeia de suprimentos, a unidade funcional mudará. Para um fornecedor de material plástico (resina plástica para um convertedor), uma unidade funcional típica seria kg de resina

entregue para o cliente. Para um convertedor fornecendo filme de embalagem para um cliente, a unidade funcional pode ser a superfície de filme com o desempenho especificado (m²) entregue para o cliente. Para um proprietário de marca ou um varejista, uma unidade funcional pode ser o número de porções, no caso de um alimento e, no caso de um detergente, o número de ciclos de lavagem ou peso de roupa lavada ou de sujeira removida.

Fronteiras do sistema e regras de corte — A definição é a aplicação das fronteiras do sistema e dos critérios quantitativos de corte pelos quais determinados processos ou fluxos elementares são excluídos do sistema considerado. Variações nos critérios de corte e nas fronteiras do sistema entre diferentes bancos de dados genéricos de ACV, utilizados em um e no mesmo estudo, podem ter uma forte influência sobre a validade e precisão dos resultados. Atenção é necessária se os requisitos para o sistema em estudo desviam significativamente dos dados prevalentes.

Análise de inventário

Atribuição — Existem várias regras de alocação para a atribuição de entradas e saídas entre produtos, subprodutos, coprodutos, bem como entre sistemas que fornecem e usam materiais reciclados ou energia recuperada, por exemplo. Em particular, para conteúdos reciclados e recicláveis, vários setores industriais sugeriram regras de alocação para determinadas categorias de materiais, a fim de retratar adequadamente as determinadas indústrias e os *drivers* para melhorias de desempenho (por exemplo, aço, alumínio, vidro, indústria de garrafas PET).

Atualmente, não há consenso científico sobre uma única regra de alocação. Por isso, é extremamente importante ser claro e transparente sobre as regras de alocação utilizadas.

Coerência entre bancos de dados e conjuntos de dados

Se dados de diferentes fontes são usados, o grau de consistência da metodologia e as substâncias listadas podem influenciar consideravelmente os resultados. Isso vale também para dados primários e secundários. Dados primários provêm diretamente de medições feitas das operações específicas em questão, tais como das próprias empresas reportando os dados, ou da sua própria cadeia de suprimento; dados secundários podem ser encontrados em bancos de dados como Ecoinvent, GaBi, Plastics Europe, IDEMAT. Já que a representatividade de tais dados genéricos pode ser limitada no sistema estudado, é preciso ter cuidado com a interpretação.

Qualidade dos dados — Os requisitos de qualidade dos dados devem abordar os seguintes aspectos (*ISO 14044, seção 4.2.3.6.2*):

1. Cobertura temporal: idade dos dados e duração mínima de tempo durante o qual os dados devem ser coletados;
2. Cobertura geográfica: área geográfica na qual os dados para processos unitários devem ser coletados para satisfazer o objetivo do estudo;
3. Cobertura tecnológica: tecnologia específica ou combinação de tecnologias.

A adequação dos dados deve ser interpretada a fim de garantir que eles correspondam aos

requisitos de qualidade especificados para determinado estudo.

Avaliação de impacto

Conjunto representativo de categorias de impacto — As normas ISO 14040 e 14044 ressaltam a importância da seleção de um conjunto representativo de categorias de impacto a fim de evitar transferências de cargas ambientais. As abordagens baseadas em um único indicador, como a pegada de carbono, podem esconder impactos negativos causados em outras categorias de impacto.

A consistência dos dados com a metodologia de avaliação de impacto — Métodos de avaliação de impacto serão calculados com base nas substâncias definidas como entradas e saídas em inventários. Se faltarem matérias essenciais para certa categoria de impacto, no banco de dados utilizado, os resultados da avaliação serão incompletos e equivocados. Portanto, é importante entender as limitações dos dados utilizados para poder interpretar os resultados de modo adequado.

Impactos globais, regionais e locais — Impactos sobre o meio ambiente natural podem ser causados em diferentes escalas regionais. Alguns, como as alterações climáticas, ocorrem em nível global; outros, como a acidificação de lagos e florestas, ocorrem em âmbito regional. Já impactos como escassez de água, por exemplo, podem ser limitados a uma única localidade.

Para categorias de impacto global, existe um único conjunto de fatores de caracterização para agregar os efeitos de uma grande variedade de substâncias em uma única pontuação.

A mesma abordagem não é possível para os impactos regionais e locais, pois a sensibilidade do ambiente em que as emissões ocorrem pode variar de um lugar para outro. Métodos de avaliação de impacto desenvolvidos para categorias regionais, como a acidificação e a eutrofização, oferecem fatores de caracterização específicos às regiões para as quais foram desenvolvidos; raramente eles oferecem fatores de caracterização para outras regiões. Apesar disso, recomenda-se usar um único método de avaliação, mesmo para ciclos de vida que cobrem várias regiões, e:

1. Utilizar fatores de caracterização específicos para cada região, quando disponíveis;
2. Para as regiões em que os fatores de caracterização específicos não existem, selecionar alguns como proxies, com base nas semelhanças entre os ecossistemas em termos de destino e de exposição.

O uso de *proxies*, para caracterizar as emissões onde faltam dados sobre destino e exposição, é uma prática comum em ACV para todos os impactos ambientais regionais.

Para impactos locais, como uso de água ou ocupação de terra — ou, pelo menos, para impactos em que as condições locais influenciam consideravelmente a gravidade de uma intervenção —, as condições locais devem ser refletidas em qualquer agregação posterior dos dados. Em uma variedade de casos, isso fica fora do âmbito de uma ACV e não é prático. Por isso, é justificável concentrar as análises e as interpretações aprofundadas apenas sobre os fluxos que contribuem potencialmente para os

danos. Sistemas de informação geográfica e dados disponíveis publicamente permitem acesso às informações espaciais que podem ser usadas para reduzir o número de fluxos.

Interpretação

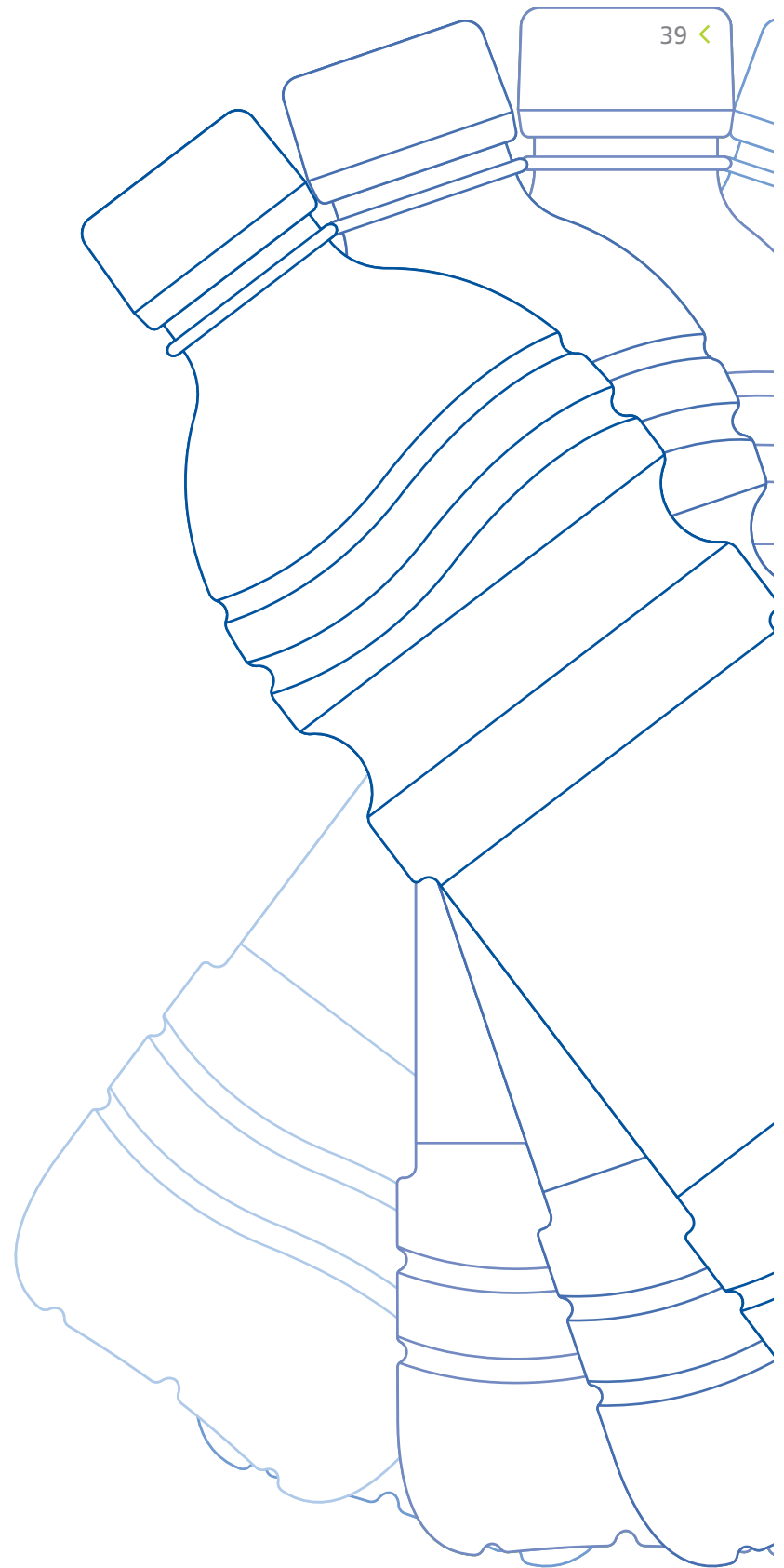
Descreva premissas e hipóteses — Premissas e hipóteses feitas na ausência de dados tangíveis podem ter um efeito significativo sobre as conclusões. Portanto, é importante comunicar de forma clara e transparente as premissas e hipóteses realizadas, a fim de permitir que a parte que receba os resultados possa avaliar a sua aplicabilidade em um determinado contexto.

Verificação de sensibilidade — Verificar a robustez das conclusões quanto a variações nas premissas e hipóteses, selecionando estimativas altas e baixas e variando o critério de corte utilizado para a definição do sistema. Se as conclusões do estudo permanecem as mesmas, podem ser consideradas robustas.

Avaliação das incertezas — Há uma grande variedade de fontes de incerteza em uma avaliação do ciclo de vida, desde a idade dos dados e a representatividade das condições normais de funcionamento de um determinado processo, até as incertezas nos métodos de avaliação de impacto. A propagação de tais incertezas por meio do modelo deve ser sempre considerada. O reconhecimento dessas incertezas ressalta a importância dos estudos de sensibilidade para avaliar a robustez das conclusões.

Comparações de produtos

As ACVs podem ser utilizadas para analisar hot spots sem um sistema de produto e permitir a detecção de opções de melhoria. Elas também permitem derivar uma afirmação comparativa que pode ser divulgada ao público, desde que os resultados sejam revistos por um painel de especialistas externos, de acordo com os requisitos da norma *ISO 14040/44: 2006*. A afirmação comparativa é a declaração da superioridade ambiental de um produto sobre outro. Nesse contexto, muitas outras exigências e disposições asseguram uma comparação justa e equilibrada. Em particular, se os resultados de impacto são compartilhados como métricas ambientais ao longo da cadeia de suprimento, é necessária uma interpretação que tire as conclusões adequadas sobre a diferença entre dois resultados de indicadores dentro da mesma categoria de impacto.



Potencial de Aquecimento Global

1. Definição

O Potencial de Aquecimento Global (GWP) mede a contribuição de um processo para as mudanças climáticas. A capacidade de produtos químicos de reter calor na terra (forçamento radiativo) é combinada com o tempo de vida esperado desses produtos químicos na atmosfera e expressa em equivalentes de CO₂.

2. Métrica

Massa de CO₂ equivalente, por exemplo [kg CO₂eq / UF], usando os fatores de caracterização do 4º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Recomenda-se a perspectiva de tempo de cem anos. A perspectiva de tempo escolhida deve sempre ser comunicada junto com a métrica.

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

O aquecimento global resultará em aumento real global das temperaturas que será traduzido em mudanças climáticas muito diferentes e dificilmente previsíveis em escala local. Essas mudanças incluem precipitações maiores ou menores, eventos climáticos mais extremos (tempestades, secas) e até, possivelmente, mudanças globais em correntes oceânicas (*gulf stream*). Isso tem efeitos dramáticos sobre a natureza (modificando ecossistemas inteiros), sobre seres humanos (mais desastres naturais, mais doenças relacionadas ao calor, tais como ataques cardíacos, maior propagação de doenças atualmente limitadas a regiões tropicais, como a malária), e sobre a economia (mais desastres naturais, rendimentos agrícolas melhores ou piores, dependendo do clima local).

4. Como prejudicado?

As emissões de gases de efeito estufa (GEE) mudam o equilíbrio das radiações na Terra, mantendo uma quantidade maior de radiações infravermelhas no espaço. Os GEE mais importantes são o vapor de água e o dióxido de carbono (CO₂), que é liberado por processos de combustão⁹. Outros gases de efeito estufa são o metano (CH₄, da pecuária, do cultivo de arroz e dos aterros), e óxido nitroso (N₂O, principalmente da aplicação de fertilizantes na agricultura).

5. Por que isso importa?

As mudanças climáticas são uma ameaça ambiental grave, com impactos potencialmente dramáticos. É preciso reduzir urgentemente os gases de efeito estufa. Podem ocorrer mudanças não reversíveis no clima global se a quantidade atual de GEE continuar sendo emitida por mais alguns anos.

6. O que devo verificar, tomar em conta na minha cadeia de suprimentos?

Impactos sobre o aquecimento global acontecem, principalmente, se a energia de combustíveis fósseis for consumida ou se atividades agrícolas com o uso de fertilizantes estiverem dentro dos limites do sistema. Se forem empregados recursos biogênicos, poderão ocorrer absorções significativas de CO₂, o que, em uma ACV, serão contabilizadas como uma emissão negativa de GEE.

⁹ Contribuição do Grupo de Trabalho para o Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, de 2007. Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA.: Cambridge University Press, 2007.

7. Quando devo usar/selecionar/considerar esse indicador?

O potencial de aquecimento global é influenciado pelo uso de recursos fósseis e pode ser um indicador valioso para detectar diferenças na intensidade do uso de recursos fósseis ou quando comparamos sistemas baseados em recursos fósseis com sistemas baseados em recursos renováveis.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

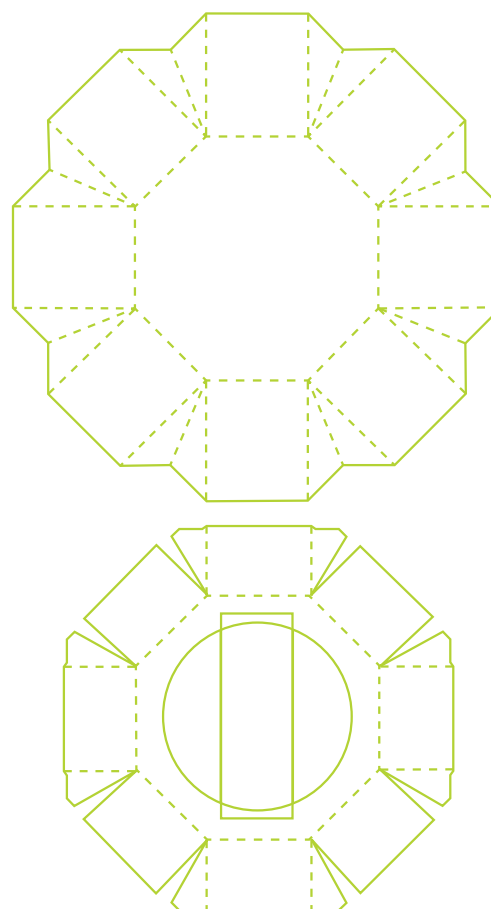
O conhecimento sobre as mudanças climáticas tem aumentado drasticamente nos últimos tempos e o potencial de aquecimento global é hoje um indicador relativamente confiável. As emissões de GEE a partir de solos agrícolas (alterações no conteúdo de carbono do solo devido a práticas de cultivo ou emissões de N_2O após a aplicação de fertilizantes) são fortemente dependentes das condições do solo local, e, portanto, há grandes incertezas nos bancos de dados de inventário. Embora a perspectiva de cem anos seja hoje considerada na maioria das iniciativas políticas, alguns consideram a perspectiva de quinhentos anos para terem maior solidez científica. Considerar esse tempo em um estudo de sensibilidade pode, portanto, ser útil.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Certifique-se de que os processos agrícolas estão corretamente parametrizados em seu banco de dados de inventário.

10. A quem perguntar, para onde olhar?

Os potenciais de aquecimento global dos GEE são apresentados no *Quarto relatório de avaliação do IPCC (2007)* e estão disponíveis em muitos métodos de avaliação de impacto. Orientações adicionais sobre pegadas de carbono são fornecidas pelo Instituto de Recursos Mundiais (World Resources Institute), Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (World Business Council for Sustainable Development), *Protocolo sobre Gases de Efeito Estufa (Greenhouse Gases Protocol- <http://www.ghgprotocol.org>)*, *PAS 2050 (BSI)* e *ISO14067* (quando disponível).



Destruição da Camada de Ozônio

1. Definição

Esse indicador mede a destruição da camada de ozônio estratosférico da Terra causada por certos tipos de poluente, como os clorofluorocarbonetos. A camada estratosférica de ozônio da Terra é importante para o bloqueio da luz ultravioleta e, quando destruída, permite que demasiada quantidade de luz ultravioleta atinja a superfície da Terra, potencialmente prejudicando a saúde humana e ecológica.

2. Métrica

Massa de CFC-11 equivalentes [kg CFC-11 eq. / UF] usando os fatores de 1990 da OMM (Organização Mundial de Meteorologia) que são implementados em uma ampla variedade de metodologias de avaliação de impacto.

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

Luz ultravioleta em excesso é prejudicial à saúde humana e aos ecossistemas. Efeitos na saúde humana incluem aumento da incidência de câncer de pele e catarata. Efeitos ecológicos incluem danos às plantas (o que prejudica a produtividade primária dos ecossistemas) e perda de populações de plâncton (prejudicando a produtividade dos oceanos).

4. Como prejudica?

A emissão de substâncias que destroem o ozônio leva à perda do ozônio estratosférico, permitindo que mais luz ultravioleta atinja a superfície da Terra.

5. Por que isso importa?

Devido à proibição das substâncias mais prejudiciais à camada de ozônio, após o *Protocolo de Montreal* em 1987, a destruição do ozônio estratosférico é hoje uma preocupação menor do que algumas décadas atrás, mesmo que o buraco na camada de ozônio permaneça.

6. O que devo verificar, considerar na minha cadeia de suprimentos?

Substâncias que destroem a camada de ozônio são mais frequentemente utilizadas em sistemas de refrigeração e espuma. Latas de spray continham substâncias prejudiciais à camada de ozônio como propulsores, mas a proibição dessas substâncias tem eliminado o problema. A maioria dessas substâncias é regulamentada pelo *Protocolo de Montreal*, sendo relativamente fácil determinar se ainda são usadas na cadeia de suprimentos.

7. Quando devo usar/selecionar/considerar esse indicador?

Deve ser considerado como uma questão de baixa prioridade que pode ser relatado como complementação, mas hoje, raramente, é um grande foco de divulgação ambiental.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

Desde que o inventário seja de boa qualidade, os resultados sobre destruição do ozônio podem ser considerados como altamente confiáveis. Os principais produtos químicos que causam danos importantes ao ozônio estratosférico são bem documentados e sua potência relativa bem conhecida.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Os resultados sobre destruição de ozônio devem ser interpretados como refletindo impactos potenciais ao invés de impactos reais. Se os dados de inventário forem de alta qualidade, as incertezas deverão ser relativamente baixas e, na ausência de uma avaliação formal das incertezas, muitos consideram uma diferença de cerca de 20% como uma melhoria significativa. Uma margem menor pode ser aceitável se os dois sistemas comparados forem bastante similares (mesmos materiais de embalagem, produtos, etc).

10. A quem perguntar, para onde olhar?

Os fatores de 1990 da OMM (Organização Mundial de Meteorologia), conforme implementados em ReCiPe, IMPACT 2002 +, Traci, LIME2, e outras metodologias de avaliação de impacto.



Toxicidade, câncer

1. Definição

Muitos poluentes liberados no meio ambiente são conhecidos por causarem câncer. O indicador de toxicidade carcinogênica, ou carcinogenicidade, avalia os potenciais impactos na saúde relacionados ao câncer e que podem ocorrer devido às emissões associadas a um determinado produto ou processo.

2. Métrica

Medida como o potencial de um químico liberado no ambiente de provocar câncer em relação a uma substância de referência, como o cloreto de vinilo ou o benzeno no ar [kg C₂H₃Cl eq / UF ou C₆H₆ kg eq no ar / UF]. A substância de referência utilizada pode variar de acordo com o método de avaliação de impacto utilizado. O sistema USEtox mede essa categoria em unidades críticas de toxicidade (UCT).

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

Câncer está entre as principais causas de mortalidade humana no mundo desenvolvido.

4. Como prejudica?

Emissões de substâncias que causam câncer podem ocorrer em uma ampla gama de processos industriais, desde emissões de fábricas até exaustão de veículos. Dessas emissões de poluentes, algumas resultarão em exposição a seres humanos e influenciarão as probabilidades de câncer.

5. Por que isso importa?

Câncer está entre as principais causas de mortalidade humana no mundo desenvolvido.

6. O que devo verificar, tomar em conta na minha cadeia de suprimentos?

A maioria dos processos industriais tem algumas emissões a incluir nessa categoria e, portanto, é importante uma avaliação completa do ciclo de vida do produto.

7. Quando devo usar/selectionar/considerar esse indicador?

Modificações em materiais podem frequentemente influenciar as emissões tóxicas e, por isso, é uma métrica importante a considerar quando se comparam diversos tipos de material. Por exemplo, metais podem ter um perfil de emissões tóxicas muito diferentes do dos plásticos.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

Os métodos atuais fornecem a melhor ciência disponível sobre o transporte de produtos químicos tóxicos no meio ambiente, suas rotas de exposição aos seres humanos e os resultados em termos de câncer. No entanto, por causa da complexidade envolvida, os indicadores de toxicidade são frequentemente vistos como uns dos mais incertos em avaliações de impactos de ciclo de vida, uma diferença substancial sendo desejada em uma dada direção para poder apoiar a determinação de uma vantagem ou desvantagem.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Resultados de carcinogenicidade devem ser interpretados como refletindo impactos potenciais, e não impactos reais. As incertezas podem ser reduzidas utilizando dados de inventário de ciclo de vida de alta qualidade e métodos de avaliação mais recentes (por exemplo, USEtox).

10. A quem perguntar, para onde olhar?

Na página USEtox (www.usetox.org) e na documentação de outros métodos de avaliação de impacto.

Toxicidade, não carcinogênica

1. Definição

Muitos poluentes liberados no meio ambiente são conhecidos por causar efeitos tóxicos nocivos à saúde humana. O indicador de toxicidade não carcinogênica avalia os potenciais efeitos não carcinogênicos adversos à saúde que podem ocorrer devido às emissões tóxicas associadas a um determinado produto ou processo.

2. Métrica

Medida como o potencial de provocar efeitos tóxicos não carcinogênicos em relação a uma substância de referência, como o tolueno, expressa em equivalentes de massa, por exemplo [kg de tolueno eq / UF]. A substância de referência utilizada pode variar de acordo com o método de avaliação de impacto utilizado. O sistema USEtox mede essa categoria em unidades críticas de toxicidade (UCT).

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

Uma ampla variedade de efeitos na saúde humana pode ser associada à emissão de substâncias tóxicas no meio ambiente.

4. Como prejudica?

As emissões de substâncias tóxicas podem ocorrer em uma ampla gama de processos industriais, desde emissões de fábricas até exaustão de veículos. Dessas emissões de poluentes, algumas resultarão em exposição a seres humanos

e influenciarão nas probabilidades de efeitos adversos à saúde.

5. Por que isso importa?

Impactos à saúde não carcinogênicos, causados por poluição ambiental tóxica, são uma importante causa de morbidade e mortalidade humana.

6. O que devo verificar, tomar em conta na minha cadeia de suprimentos?

A maioria dos processos industriais tem algumas emissões a incluir nessa categoria e, portanto, é importante a avaliação completa do ciclo de vida do produto.

7. Quando devo usar/seleccionar/considerar esse indicador?

Modificações em materiais podem frequentemente influenciar as emissões tóxicas e, por isso, é uma métrica importante a considerar quando diversos tipos de material estão sendo comparados. Por exemplo, os metais podem ter um perfil de emissões tóxicas muito diferentes dos plásticos.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

Os métodos atuais fornecem a melhor ciência disponível sobre o transporte de produtos químicos tóxicos no meio ambiente, suas rotas de exposição aos seres humanos e os resultados em termos de toxicidade. No entanto, por causa da complexidade envolvida, indicadores de toxicidade são frequentemente vistos entre os mais incertos em avaliações de impacto de ciclo de vida; uma diferença importante no sentido de apoiar a determinação de uma vantagem ou desvantagem.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Os resultados de toxicidade não carcinogênica devem ser interpretados como refletindo os impactos potenciais e não os impactos reais. As incertezas podem ser reduzidas utilizando dados de inventário de ciclo de vida de alta qualidade e métodos de avaliação mais recentes (por exemplo, Usetox).

10. A quem perguntar, para onde olhar?

Na página USEtox (www.usetox.org) e na documentação de outros métodos relevantes de avaliação de impactos.

Efeitos respiratórios de partículas

1. Definição

Materiais particulados representam a mistura complexa de compostos orgânicos e inorgânicos, de diferentes dimensões, capazes de ficar em suspensão no ar. Devido à complexidade e à variedade química do material particulado, sua caracterização e quantificação no ar é tipicamente realizada com base em medidas físicas, tais como PM_{10} (cobrindo as partículas com um diâmetro inferior a $10 \mu m$) e $PM_{2,5}$ (cobrindo as partículas com um diâmetro inferior a $2,5 \mu m$).

2. Métrica

Massa de PM_{10} equivalentes [$kg PM_{10} eq / UF$], conforme descrita na metodologia de avaliação de impacto ReCiPe (nível de ponto médio), é recomendada para esse indicador devido à sua alta aceitação pelas partes interessadas e sua disponibilidade em sistemas de software e banco de dados. Espera-se que esse método passe por mais desenvolvimentos.

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

Por causa do seu pequeno tamanho, o material particulado pode se infiltrar nas vias aéreas, causando morbidade e disfunções respiratórias. A capacidade do material particulado de penetrar no sistema respiratório está relacionada ao seu tamanho; o PM_{10} , também conhecido como a fração torácica, atinge as vias respiratórias superiores e os pulmões, enquanto $PM_{2,5}$, também conhecido como a fração respirável, pode penetrar a parte mais profunda dos pulmões.

4. Como prejudica?

O material particulado tem fontes de emissão primárias e secundárias. A queima de combustíveis (de origens fóssil e biogênica) representa uma importante fonte primária de material particulado na forma de cinzas e fuligem (se os gases de escapamento não são devidamente tratados). O material particulado também pode se formar por caminhos secundários, a partir das emissões de dióxido de enxofre (SO_2), amônia (NH_3) e óxidos de nitrogênio (NOx), entre outros.

5. Por que isso importa?

O material particulado tem efeito grave sobre a saúde humana, especialmente se a sua exposição é crônica. Os efeitos da inalação de partículas incluem asma, câncer do pulmão, problemas cardiovasculares e morte prematura. A exposição a materiais particulados é particularmente significativa em áreas metropolitanas densamente povoadas. Limites para PM_{10} estão em vigor em muitos países industrializados. Recentemente, uma ênfase regulamentar foi também colocada sobre $PM_{2,5}$.

6. O que devo verificar, considerar na minha cadeia de suprimentos?

Os processos que mais contribuem para a formação de material particulado são os estacionários e móveis de combustão, como a geração de energia em usinas termelétricas movidas a carvão ou a óleo ou os motores de combustão dos veículos de transporte. O fornecimento de energia e a cadeia de geração, bem como os processos de transporte, são fundamentais. Caso contrário, nenhuma emissão direta significativa de partículas (ou seu precursor) pode ser associada à indústria de embalagem.

7. Quando devo usar/selectionar/considerar esse indicador?

O uso do indicador de formação potencial de material particulado é muito recomendado como complementar em contextos em que o uso de energia ou processos relacionados com o transporte seja uma parte significativa do perfil ambiental de um produto de embalagem.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

A concentração de material particulado no ar é apenas uma medida indicativa dos problemas de saúde humana associada — a distribuição de tamanho é um fator igualmente importante, mas a base de dados existente e as metodologias de avaliação não são suficientes para considerar esse aspecto. Além disso, a real exposição dos seres humanos ao material particulado está relacionada às condições meteorológicas. A chuva pode atuar como um processo importante de remoção das partículas finas.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Os resultados devem ser interpretados como refletindo os impactos potenciais e não os reais. Uma computação separada para PM_{10} e $PM_{2,5}$ aumentará a relevância dos resultados; efeitos mais graves na saúde são imputados ao $PM_{2,5}$.

10. A quem perguntar, para onde olhar?

Ainda não há um consenso total sobre os métodos mais apropriados, mas vários métodos reconhecidos são disponíveis (vide <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-public-consultation-third-part.pdf>). Informações adicionais sobre esse indicador podem ser encontradas no website de ReCiPe (www.lcia-recipe.net) e na documentação de outros métodos de avaliação de impacto.

Radiação ionizante

1. Definição

O indicador de radiação ionizante reflete a carga potencial na saúde humana relacionada à exposição a radionuclídeos. Exposições causadas por grandes e graves vazamentos acidentais e exposições ocupacionais a substâncias radioativas não são consideradas.

2. Métrica

Massa de kg equivalente de U235, por exemplo, [kg U235 eq / UF], usando o indicador de “radiação ionizante” como nível médio na perspectiva hierárquica, de acordo com a abordagem descrita em *Frischknecht et al, 2000*, usada nas metodologias ReCiPe, IMPACT 2002 +, Ecoindicator 99 e Swiss Ecofactor.

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

Uma exposição rotineira a radionuclídeos pode resultar em efeitos carcinogênicos e hereditários, com prejuízos à saúde humana.

4. Como prejudica?

A liberação de radionuclídeos no meio ambiente (ar ou água) pode resultar do ciclo do combustível nuclear (mineração e moagem, conversão, enriquecimento, fabricação de combustível, produção de electricidade e reprocessamento), da extração de rocha fosfática, de usinas de carvão e da extração de gás e petróleo. Radionuclídeos importantes são o carbono-14 (C-14), o trítio (H-3), o iodo-129 (I-129) e o cripton-85 (Kr-85). Esses quatro radionuclídeos têm tempos de vida longos e podem, potencialmente, ser distribuídos globalmente. A exposição humana pode ocorrer pela inalação ou ingestão de alimentos e água contaminados.

5. Por que isso importa?

A radiação ionizante tem importantes consequências negativas à saúde humana, conduzindo a efeitos carcinogênicos e hereditários, fatais ou não fatais.

6. O que devo verificar, considerar na minha cadeia de suprimentos?

A cadeia de fornecimento e de geração de energia tem importância fundamental sobre o indicador de radiação ionizante. Praticamente todos os produtos contribuem para a carga de radiação ionizante ao longo da cadeia da energia.

7. Quando devo usar/selectionar/considerar esse indicador?

O uso do indicador de radiação ionizante é particularmente recomendado como indicador adicional nos casos em que o uso de energia contribui significativamente no perfil de indicador de um produto de embalagem.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

As vias de dispersão e exposição de radionuclídeos são afetadas por incertezas consideráveis. Isso é particularmente válido para o modelo de transporte global de radionuclídeos, devido aos modelos simplificados utilizados para criar modelos de propagação de doses muito pequenas, em uma grande população, durante longos períodos de tempo. Note que o impacto da radiação ionizante sobre a qualidade do ecossistema não é considerado até agora, embora tenha sido identificado como problemático.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Deve-se ter muito cuidado e cautela nas comparações de sistemas baseados nesse indicador, uma vez que as diferenças na abrangência dos dados e na qualidade dos dados subjacentes podem criar problemas para tais comparações ou mesmo invalidá-las. Resultados de radiação ionizante devem ser interpretados como refletindo impactos potenciais e não reais.

10. A quem perguntar, para onde olhar?

Informações adicionais podem ser encontradas no *website* de ReCiPe www.lcia-recipe.net.

Potencial de criação fotoquímica de ozônio

1. Definição

O potencial de criação fotoquímica de ozônio (PCFO) é o potencial de criação de ozônio no solo (ozônio troposférico), pela transformação fotoquímica das emissões de precursores de ozônio. Os principais compostos precursores de ozônio são os óxidos de nitrogênio (NOx) e compostos orgânicos voláteis não metano (COVNM).

2. Métrica

Massa de compostos orgânicos voláteis não metano equivalentes, por exemplo, [kg COVNM eq / UF] calculada utilizando o indicador de “potencial de criação fotoquímica de oxidante”, em um nível médio, conforme descrito na metodologia de avaliação de impacto ReCiPe.

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

O ozônio troposférico (um constituinte do *smog*) representa um perigo para a saúde humana, pois pode irritar o sistema respiratório e reduzir a função pulmonar. Concentrações elevadas de ozônio levam a um aumento na frequência e na gravidade das aflições respiratórias como a asma. Além disso, o ozônio pode aumentar a susceptibilidade a infecções respiratórias.

4. Como prejudica?

O ozônio não é emitido diretamente para a atmosfera, mas é formado como resultado de reações fotoquímicas de NOx e COVNM. As emissões de precursores de ozônio são normalmente liberadas de fontes antropogênicas, mais especificamente do petróleo, de tintas e de solventes (para COVNM), ou geradas em

processos de combustão (para NOx). Além disso, as emissões podem provir de fontes naturais (pinheiros e árvores frutíferas).

5. Por que isso importa?

O ozônio troposférico representa um risco agudo à saúde humana. A exposição a ozônio troposférico é particularmente importante em áreas urbanas, mas também pode ser relevante em áreas rurais por causa dos processos de circulação do ar. O processo de formação fotoquímica é particularmente intenso no verão por causa da irradiação solar mais intensa e das temperaturas mais altas.

6. O que devo verificar, considerar na minha cadeia de suprimentos?

Em geral, processos de combustão fixos e móveis, como a geração de energia em usinas termelétricas a carvão ou a óleo e o transporte rodoviário, são as principais fontes de emissões de precursores de ozônio. Especificamente na indústria de embalagem, processos à base de solventes, como a impressão e a aplicação de verniz, representam uma fonte potencial de COVNM (se os gases de exaustão não forem adequadamente tratados).

7. Quando devo usar/selecionar/considerar esse indicador?

O uso do indicador de criação de ozônio é particularmente recomendado para produtos de embalagem que demandam muita energia, bem como para atividades de produção de embalagem que envolvem processos à base de solvente. Esperam-se mais pontos nesse indicador.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

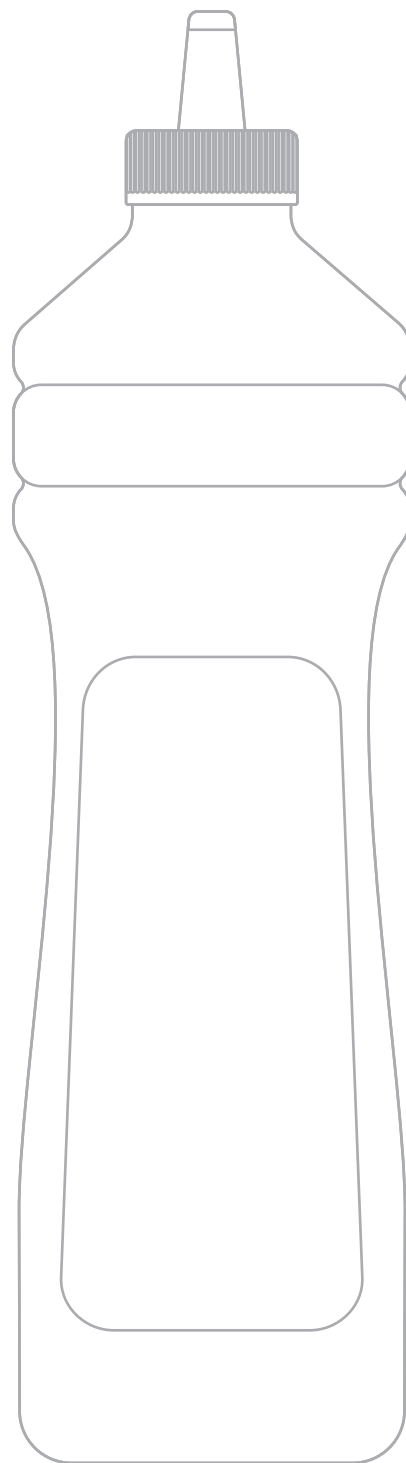
A criação de ozônio não depende apenas da presença de NOx e/ou de NMVOC, mas de condições climáticas adequadas; altas temperaturas e irradiação solar intensa também devem estar presentes para iniciar e alimentar o processo de criação desse *smog*. O impacto da criação fotoquímica de oxidantes sobre a qualidade dos ecossistemas não é considerado até agora, embora tenha sido identificado como problemático.

9. Como posso reduzir incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Resultados de PCFO devem ser interpretados como refletindo impactos potenciais, e não impactos reais.

10. A quem perguntar, onde olhar?

Informações adicionais podem ser encontradas nos *websites* de ReCiPe (www.lcia-recipe.net) e LIME2 (<http://lca-forum.org/database/impact/>), e na documentação de outros métodos de avaliação de impacto.



Impacto na Ecosfera

51 <

Potencial de acidificação

1. Definição

O potencial de acidificação é o potencial de uma emissão de produto químico para acidificar ecossistemas. Emissões de substâncias acidificantes dependem fortemente das práticas industriais e da legislação ambiental.

2. Métrica

O indicador de "acidificação terrestre", calculado em um nível médio com base no impacto potencial relativo às emissões da substância de referência SO_2 , como massa de SO_2 equivalentes, é recomendado, por exemplo, [kg SO_2 eq / UF].

Na ausência de uma única metodologia para a região, se possuir fatores regionais de caracterização global, recomendam-se modelos regionais de acordo com a prática vigente: TRACI (América do Norte), ReCiPe em perspectiva hierárquica (Europa), LIME2 (Japão). Em caso de dúvida, ReCiPe, usando a perspectiva hierárquica, é recomendado como método padrão. Para estudos abrangendo várias regiões, recomenda-se o uso de um único método entre várias regiões, de acordo com o procedimento descrito na introdução.

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

O ambiente natural no solo, nos sistemas de água doce e nos oceanos é modificado se o seu pH é reduzido (torna-se mais ácido). Em solos ácidos, a disponibilidade de muitos nutrientes é reduzida, resultando em rendimentos agrícolas menores e na destruição de florestas. Em lagos acidificados, muitas espécies de peixes não podem mais sobreviver. A gravidade do impacto depende da capacidade tampão dos meios receptores (água ou solo).

4. Como prejudica?

As emissões de substâncias acidificantes na atmosfera são os principais contribuintes para a acidificação do solo e da água doce. As substâncias acidificantes mais importantes são o dióxido de enxofre (SO_2), os óxidos de nitrogênio (NO_x) e a amônia (NH_3), que podem ser transportados por longas distâncias na atmosfera antes de reagir para formar ácido sulfúrico (H_2SO_4) e ácido nítrico (HNO_3). Sob a forma de chuva ácida, essas substâncias precipitam e acidificam os solos, os sistemas de água doce e os oceanos.

Usinas termelétricas movidas a carvão e a óleo e atividades metalúrgicas produzem grandes quantidades de dióxido sulfúrico, se nenhum sistema de tratamento dos gases é usado. Os óxidos de nitrogênio são produzidos pelos processos de combustão nos transportes e na indústria, e a amônia é produzida por atividades agrícolas, particularmente pela criação de gado.

5. Por que isso importa?

As chuvas ácidas têm impactos graves sobre as florestas, terras agrícolas e sistemas de água doce. Nos últimos anos, uma regulamentação mais rígida na Europa e nos Estados Unidos reduziu as cargas totais de emissão de substâncias acidificantes. Em outros países (especialmente aqueles com uma legislação fraca sobre emissões atmosféricas), as chuvas ácidas ainda são um grande problema.

6. O que devo verificar, tomar em conta na minha cadeia de suprimentos?

Os processos que podem fortemente contribuir para a acidificação são a geração de energia em usinas termelétricas movidas a carvão ou a óleo, sem dessulfurização de gás, os processos metalúrgicos e a pecuária.

7. Quando devo usar/selecionar/considerar esse indicador?

Quando materiais de diferentes países são usados e um país possui práticas industriais locais diferentes ou uma legislação ambiental diferente, recomenda-se avaliar o potencial de acidificação.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

Os dados do inventário sobre substâncias acidificantes são bem estabelecidos, uma vez que dependem, principalmente, de processos bem estudados (geração de energia e metalização). Portanto, os dados do inventário podem ser interpretados muito especificamente.

Os fatores de caracterização para o potencial de acidificação das substâncias contribuintes foram investigados extensivamente.

O impacto depende fortemente do destino (em termos de formação de chuvas ácidas) e da exposição (em termos de sensibilidade do meio receptor): alguns solos podem ser extremamente suscetíveis à acidificação (solos acima de rochas de granito), enquanto outros podem ter um grande potencial de buffer (solos acima de rochas carbonáticas). Como os fatores de caracterização da acidificação são geralmente médias globais, os resultados da avaliação de impacto

podem não ser representativos da situação real em uma escala regional ou local. Modelos regionais como TRACI (América do Norte), ReCiPe e EDIP2003, Accumulated Exceedance (Europa) e LIME2 (Japão) foram introduzidos para aumentar a relevância e a importância desse indicador. Cada método modela o destino e a exposição de maneiras diferentes e propõe fatores de caracterização diferentes.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Se há conhecimento disponível sobre a sensibilidade do meio receptor, os fatores de caracterização regional podem ser aplicados. Se a metodologia utilizada não fornece fatores de caracterização para todas as regiões consideradas no estudo, recomenda-se selecionar aquelas já existentes como proxies para essas regiões, com base nos princípios estabelecidos para as categorias de impacto regional na introdução.

10. A quem perguntar, onde olhar?

Informações adicionais sobre metodologias são facilmente disponíveis em softwares de ACV:

- ReCiPe (www.lcia-recipe.net)
- EDIP2003 (Hauschild & Potting 2004)
- LIME2 (<http://lca-forum.org/database/impact/>)
- TRACI (<http://www.epa.gov/nrmrl/std/sab/traci/>)

Informações adicionais sobre o conceito de Accumulated Exceedance (AE), que tem grande importância científica, mas ainda não está disponível em metodologias de avaliação de impacto, podem ser encontrados nos trabalhos de Seppälä et al. 2006 e Posch et al. 2008.

Eutrofização aquática

1. Definição

A eutrofização aquática ocorre quando quantidades excessivas de nutrientes alcançam sistemas de água doce ou oceanos. Proliferações de algas podem ocorrer e peixes podem desaparecer. Enquanto o fósforo é o principal responsável pela eutrofização em sistemas de águas doces, o nitrogênio é o principal responsável pela eutrofização nos oceanos.

2. Métrica

O indicador de eutrofização aquática, baseado no impacto potencial em relação à substância de referência fósforo, ou seja, [kg de P eq / UF], é recomendado para a eutrofização em águas doces; enquanto a massa de nitrogênio equivalente [kg N / eq / UF] é recomendada para a eutrofização marinha. Na ausência de uma única metodologia com fatores de caracterização global específicos para a região, recomendam-se modelos regionais em nível intermediário de acordo com a prática local prevalente: os indicadores de ReCiPe para a eutrofização marinha e em águas doces usando uma perspectiva hierárquica or EDIP2003 (Europa), LIME2 (Japão) ou TRACI (América do Norte).

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

Quando os sistemas de água doce e os oceanos recebem uma quantidade excessiva de nutrientes, as algas crescem em excesso. Quando essas algas morrem, sua degradação consome o oxigênio da água, privando as espécies de animais de oxigênio, tendo efeitos como uma queda na biodiversidade, mudanças na composição e na dominância de certas espécies, assim como

efeitos tóxicos resultantes da proliferação das algas. O consumo total do oxigênio resulta em “zonas mortas” em que espécies animais estão completamente extintas.

4. Como prejudica?

O fósforo e o nitrogênio são necessários para que um ecossistema se torne eutrófico. Em países com uma regulação deficiente sobre a proteção das águas, muitos detergentes ainda contêm fósforo e contribuem fortemente para a eutrofização. A agricultura, em particular o uso de fertilizantes, é a principal fonte de emissão de fósforo. O nitrogênio pode vir de diferentes fontes, em particular de estações de tratamento de efluentes urbanos, do uso de fertilizantes na agricultura, esterco de instalações pecuárias e emissões de compostos nitrogenados na atmosfera.

5. Por que isso importa?

Além da eutrofização resultar em perdas populacionais entre as espécies animais, ela também tem graves consequências econômicas: oceanos e lagos eutróficos perdem seu potencial de produção para a pesca. Além disso, o turismo é afetado negativamente se as algas proliferam.

Consumem-se muitos anos para trazer corpos d'água eutróficos de volta ao seu estado natural. Em lagos, houve tentativas de acelerar esse processo pela injeção artificial de oxigênio nos corpos d'água. No entanto, o processo se revelou muito dispendioso.

6. O que devo verificar, considerar na minha cadeia de suprimentos?

Os processos que podem contribuir fortemente para a eutrofização são o uso de detergente em um país com uma legislação pobre sobre a proteção das águas e as atividades agrícolas, em particular o uso de fertilizantes e a pecuária.

7. Quando devo usar/selecionar/considerar esse indicador?

Quando se usam combustíveis e materiais originados de biomassa, e em particular da agricultura, a eutrofização deve ser considerada.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

Uma vez que o fósforo e o nitrogênio são necessários para que a eutrofização ocorra, é possível que as emissões de nitrogênio em um lago pobre em fósforo não resultem em eutrofização. Em outro lago abundante em fósforo, no entanto, emissões da mesma quantidade de nitrogênio podem resultar na eutrofização.

Em geral, lagos são pobres em fósforo, enquanto oceanos são pobres em nitrogênio.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Usando indicadores separados para a eutrofização em águas doces e a eutrofização marinha, a significância do indicador pode ser consideravelmente melhorada (tal como sugerido aqui).

10. A quem perguntar, onde olhar?

O *website* do método de avaliação de impacto ReCiPe (www.lcia-recipe.net) fornece informa-

ções adicionais sobre a eutrofização aquática. Descrições dos métodos de avaliação EDIP2003, LIME2 ou Traci trazem também orientações.

Informações adicionais sobre o conceito de Accumulated Exceedance (AE), que tem uma relevância científica muito alta, mas ainda não está disponível em metodologias de avaliação de impacto, podem ser encontradas nos trabalhos de Seppälä et al. 2006 e Posch et al. 2008.

Potencial de ecotoxicidade em água doce

1. Definição

Esse indicador mede a liberação de produtos químicos que têm efeitos adversos na fauna aquática de água doce.

2. Métrica

Medido com base no potencial de ecotoxicidade em relação a uma unidade de massa de uma substância de referência — por exemplo, CTU_e (unidades de toxicidade comparativas para potencial de ecotoxicidade) para USEtox, 1,4-diclorobenzeno [kg 1,4-DB equivalentes / UF] utilizados na CML 2001 e em ReCiPe (Europa), ácido 2,4-diclorofenoxiacético [kg 2,4-D equivalentes / UF] como em TRACI (América do Norte).

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

Quando ecossistemas de água doce recebem quantidades excessivas de poluição tóxica, isso pode causar mortes ou deficiências reprodutivas em animais selvagens, o que leva a perdas de espécies, de biodiversidade e da produtividade dos ecossistemas.

4. Como prejudica?

As substâncias tóxicas podem afetar a fauna aquática de várias formas, desde efeitos sutis sobre a saúde, que afetam as habilidades de sobrevivência e reprodução, até causar a morte direta de animais selvagens.

5. Por que isso importa?

Ecossistemas de água doce danificados são menos produtivos, fornecendo menos serviços aos seres humanos, como reduções na produtividade da pesca. Além disso, danos à vida selvagem podem levar à perda irreversível de espécies.

6. O que devo verificar, considerar na minha cadeia de suprimentos?

A maioria dos processos industriais terá algumas emissões a incluir nessa categoria e, portanto, é importante a avaliação completa do ciclo de vida do produto.

7. Quando devo usar/selecionar/considerar esse indicador?

Modificações em materiais podem frequentemente influenciar as emissões tóxicas e, por isso, trata-se de uma métrica útil a ser considerada na comparação de diversos tipos de material. Por exemplo, metais podem ter um perfil de emissões tóxicas muito diferente do dos plásticos.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

Os métodos atuais fornecem a melhor ciência disponível sobre o transporte de produtos químicos tóxicos ao meio ambiente e seus danos aos ecossistemas. No entanto, por causa da complexidade envolvida, os indicadores de

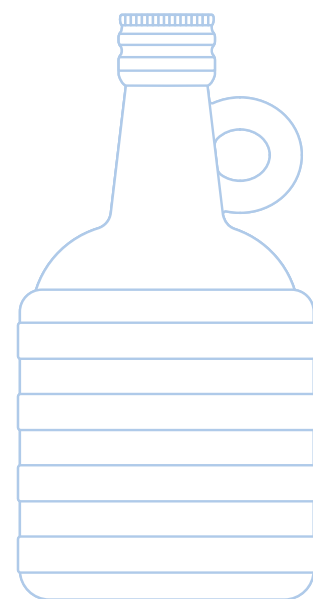
toxicidade são frequentemente vistos como uma das avaliações mais incertas de impactos de ciclo de vida; com uma diferença substancial desejada em dado momento para apoiar uma vantagem ou desvantagem.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Os resultados de ecotoxicidade em águas doces devem ser interpretados como refletindo impactos potenciais, e não impactos reais. As incertezas podem ser reduzidas utilizando dados de inventário de ciclo de vida de alta qualidade e métodos de avaliação mais recentes (por exemplo, USEtox).

10. A quem perguntar, onde olhar?

No *website* de USEtox (<http://www.usetox.org>) e na documentação de outros métodos relevantes de avaliação de impactos.



Destruição de recursos não renováveis

1. Definição

Medida do esgotamento dos recursos não renováveis por unidade funcional na cadeia de suprimentos das embalagens.

2. Métrica

Medida em relação a uma substância de referência, por exemplo,

- a) kg de antimônio equivalentes / UF [CML 2002] ou;
- b) Reserva por pessoa (kg) / UF [EDIP 1997 (atualizado em 2004)].

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

O esgotamento dos recursos não renováveis, como metais, minerais e combustíveis fósseis, diminui a disponibilidade desses recursos para uso futuro. Isso pode, por sua vez, requerer a renúncia aos benefícios futuros do seu uso ou requerer a ocorrência de outros impactos, tendo que fornecer a mesma função ou uma função similar por meios alternativos. Se recursos são transformados de depósitos em *commodities*, e têm certa concentração na crosta da Terra, não podemos contar com eles para uso futuro. Portanto, serão necessários esforços adicionais, no futuro, para usar depósitos menos concentrados. E esses esforços futuros adicionais causarão danos adicionais ao meio ambiente.

O objeto de salvaguarda são os recursos naturais.

4. Como prejudica?

Ao negar recursos, ou recursos em determinadas concentrações, a futuros usuários. Além disso, ao obrigar os futuros usuários a usarem

recursos menos disponíveis, são causadas intervenções ambientais adicionais como emissões na água, na terra e no ar.

A extração de recursos minerais e de combustíveis fósseis é associada a uma variedade de impactos ambientais, em especial durante as operações de mineração. No entanto, esses impactos são mais adequadamente cobertos por outros indicadores de ciclo de vida, se considerarmos apenas o impacto do esgotamento dos recursos não renováveis.

5. Por que isso importa?

Evitar os potenciais impactos futuros do esgotamento dos recursos é um elemento fundamental para a definição da sustentabilidade. As necessidades atuais devem ser atendidas sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.

6. O que devo verificar, considerar na minha cadeia de suprimentos?

O uso de metais, de materiais à base de minerais ou de óleo contribuirá para essa categoria de impacto, bem como o uso de energia proveniente de fontes fósseis não renováveis.

7. Quando devo usar/selecionar/considerar esse indicador?

Pode ser particularmente relevante considerar esse indicador para ajudar a detectar áreas de preocupação potencial em que a ênfase em outros fatores pode levar a uma transferência de carga, entre ou dentro de sistemas. Ou nas situações em que se espera que diferentes recursos usados sejam um problema. Por exemplo: uma

mudança de recursos renováveis para não renováveis ou vice-versa.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

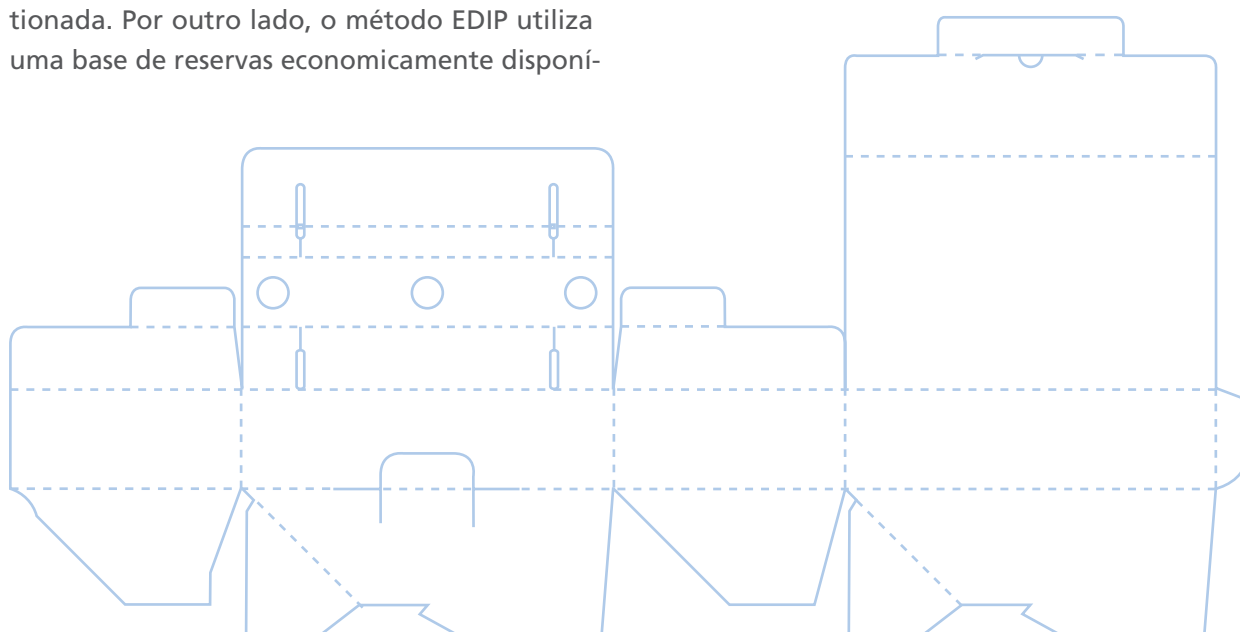
Ainda não há um consenso sobre a melhor maneira de avaliar essa categoria de impacto. Em parte porque os efeitos do esgotamento de um recurso podem ser bastante diferentes de outro. O esgotamento irreversível de um recurso fóssil relativamente raro leva a considerações diferentes do que a diminuição marginal de um recurso elementar abundante, que talvez possa ser recuperado em alguma data posterior. Os indicadores mencionados acima consideram abordagens diferentes, cada um tendo os seus pontos fortes e fracos, e cada um sendo baseado em certas suposições ou hipóteses.

As duas abordagens sobre indicadores dadas aqui relacionam, de alguma forma, uma medida de uso com uma medida de disponibilidade de recursos. A abordagem CML é baseada em taxas de extração e reservas totais, usando antimônio como referência. O método é considerado relativamente robusto, mas a relevância ambiental das “reservas totais” pode ser questionada. Por outro lado, o método EDIP utiliza uma base de reservas economicamente disponíveis,

o que pode ser visto como ambientalmente mais relevante. A desvantagem é que reservas disponíveis economicamente variam de acordo com as flutuações nos preços de mercado e as incertezas são maiores. A interpretação, portanto, tem de ser realizada com cuidado.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Uma contabilização separada de, por um lado, recursos fósseis, e, do outro lado, outros metais e minerais, pode aumentar a importância e a interpretação dos resultados dos indicadores. Se o esgotamento de recursos é significativo em um sistema de embalagem em estudo e não correlacionado com outros indicadores que foram selecionados, outras abordagens podem ajudar a descobrir outros aspectos. Abordagens mais conservadoras do lado do inventário incluem indicadores baseados em propriedades físicas de materiais — por exemplo, peso, volume ou conteúdo energético. Abordagens mais sofisticadas (relacionadas ao ponto final) incluem aquelas que dependem da energia excedente ou do custo excedente.

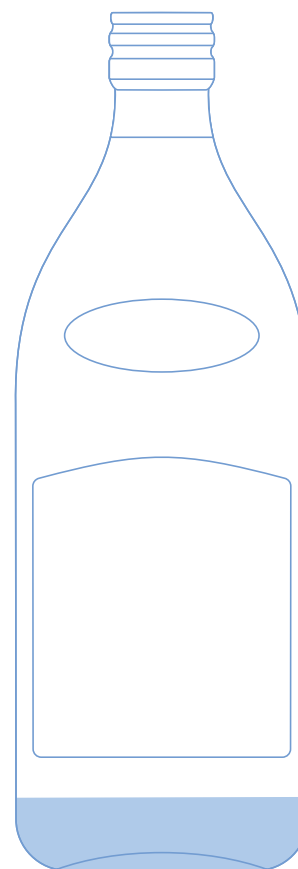


10. A quem perguntar, onde olhar?

As ferramentas de *software* de ACV incluem, frequentemente, a capacidade de olhar para o esgotamento de recursos não renováveis ou abióticos, às vezes diferenciados aos níveis de recursos fósseis e de exaustão mineral. Consulte a documentação do *software* relevante.

Outras referências relevantes incluem:

- Hauschild, M., Goedkoop, M., Guinée, J., Heijungs, R., Huijbregts, M., Joliet, O., Margni, M., de Schryver, A., and Bersani, R. (2008). *Analysis of existing LCIA methodologies and related approaches. Deliverable 1 of the project: Definition of recommended life cycle impact assessment (LCIA) framework, methods and factors (B1.6)*. EC-JRC, Ispra.
- Guinée, J.B. (Ed.), Gorrée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., de Koning, A., Van Oers, L., Wegener Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H.A., De Bruijn, J.A., Van Duin R., Huijbregts, M.A.J. (2002). *Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards. Series: Eco-efficiency in industry and science. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht* (Hardbound, ISBN 1-4020-0228-9; Paperback, ISBN 1-4020-0557-1).
- Hauschild, M.Z. and Wenzel, H. (1998a). *Environmental assessment of product. Vol. 2 -Scientific background*, Chapman & Hall, United Kingdom, Kluwer Academic Publishers, ISBN 0412 80810 2, Hingham, MA., USA. (2004 update figures <http://www.lca-center.dk/cms/site.aspx?p=1378>).



Indicadores de dados de inventário

59 <

Introdução

O inventário de ciclo de vida resume as entradas e saídas com base nos fluxos de referência no sistema considerado. Os indicadores de inventário não representam diretamente os impactos ambientais, embora, alguns, como a demanda acumulada de energia, frequentemente têm boa correlação com categorias de impacto ambiental.

Demanda acumulada de energia

1. Definição

A demanda acumulada de energia (DAE) é uma declaração da demanda total de energia para um determinado produto ou serviço. A DAE abrange todas as fontes de energia utilizadas para fins de geração de energia, bem como todos os carregadores de energia utilizados para fins não energéticos, ou seja, os materiais às vezes também citados como energia de matéria-prima.

A DAE pode ser dividida em duas categorias principais: DAE_R (renovável) e DAE_{NR} (não renovável). A categoria não renovável¹⁰ é composta, por exemplo, por carvão, gás natural, petróleo bruto e urânio, enquanto a contrapartida renovável é representada por energia de biomassa, eólica, solar, geotérmica e hidrelétrica, entre outros.

2. Métrica

$DAE = DAE_R + DAE_{NR}$ [MJ/UF], calculada segundo metodologias únicas disponíveis em softwares convencionais como SimaPro, Milca (Japão) e Gabi.

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

A DAE é uma representação indireta do esgotamento de recursos naturais que carregam energia, expressa em unidades de energia. A Terra contém uma quantidade finita de recursos não renováveis e renováveis que podem se esgotar se forem explorados em taxas mais elevadas do que a sua taxa de renovação. A extração e o uso de recursos que carregam energia também têm impactos sobre a saúde humana, ambiente natural e outros aspectos de recursos naturais como o uso da terra.

4. Como prejudica?

Em termos de utilização de recursos, o ponto final é avaliado como as consequências futuras da extração de recursos, ou seja, que a extração de maiores quantidades de um determinado recurso hoje reduzirá sua disponibilidade para as gerações futuras.

5. Por que isso importa?

A extração e a utilização de recursos para a geração de energia são reconhecidas como um dos principais contribuintes para grande variedade de categorias de impacto ambiental. Em particular, a DAE_{NR} tem sido historicamente utilizada como indicador *proxy* para outras categorias de impacto ambiental em estudos *screening* de avaliação de ciclo de vida. Ele se correlaciona razoavelmente bem com certas categorias de impacto para certos processos, como transporte e fabricação de material. Mas essa correlação não é consistente em todos os processos, categorias de impacto e regiões, e não deve, portanto, ser considerada como garantida.

¹⁰ Florestas primárias com manejo insustentável também são consideradas recursos não renováveis, mas não podem atualmente ser contabilizadas nos métodos de avaliação disponíveis para DAE.

6. O que devo verificar, considerar na minha cadeia de suprimentos?

Todos os recursos e processos utilizados para gerar energia devem ser contabilizados, bem como os recursos que não são consumidos, mas apenas contidos nos materiais (energia incorporada ou de matéria-prima). É importante verificar que os dados para as fontes de energia e as tecnologias de produção de energia utilizados sejam representativas das regiões em que ocorrem a extração e a produção e que a metodologia utilizada para contabilizar cada fonte de energia e cada tecnologia seja consistente entre as regiões e as etapas do ciclo de vida.

7. Quando devo usar/selecionar/considerar esse indicador?

Uma mudança de recursos não renováveis para renováveis, utilizados em materiais de embalagem, também levará logicamente a uma transferência de carga de DAE_{NR} para DAE_R . Como a quantidade total de energia utilizada em um sistema é um critério fundamental e que, em geral, é desejável utilizar menos energia, o uso de ambos DAE_{NR} e DAE_R é aconselhável se a energia for incluída na avaliação.

Para fazer sentido e permitir uma interpretação, um valor global de DAE deve ser sempre relatado em conjunto com a divisão em termos de DAE_{NR} e DAE_R . Isso não só permitirá a contabilização de potenciais transferências de carga, mas também garantirá que os sistemas com menor consumo de energia total (ou seja, uma maior eficiência energética) sejam adequadamente avaliados.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

Grandes incertezas surgem de várias abordagens na caracterização das diferentes fontes de energia, como a energia nuclear para a qual existem várias abordagens. Carvão também pode variar consideravelmente em conteúdo energético de uma localização geográfica para outra e os dados disponíveis em bancos de dados de ACV podem não ser representativos do carvão utilizado em uma determinada região. Nas categorias de DAE_R também há questões não resolvidas sobre como o conteúdo energético dos carregadores de energia deve ser contabilizado.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

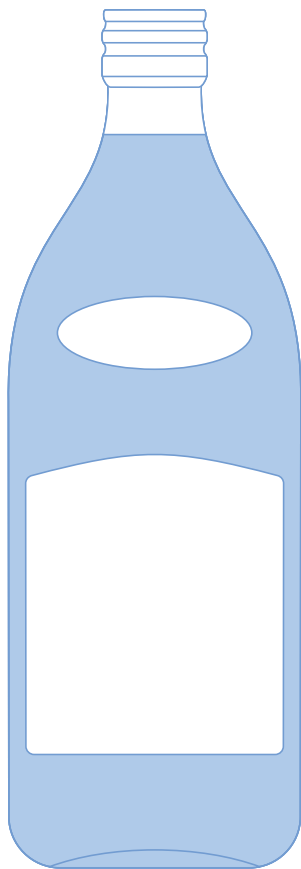
Numa comparação entre duas alternativas, é crucial assegurar que a mesma metodologia seja usada para explicar DAE em ambos os casos, em particular quando a energia de carvão, nuclear ou hidráulica é utilizada; onde os resultados serão sensíveis às escolhas metodológicas; e, no caso do carvão, quando houver variações locais no conteúdo energético.

10. A quem perguntar, onde olhar?

Ferramentas de ACV como GaBi, MiLCA (Japão) e SimaPro possibilitam fazer cálculos de DAE como um cálculo adicional independente que pode ser acrescentado à avaliação dos impactos de acordo com métodos mais abrangentes, tais como Impacto 2002 +, ReCiPe, LIME2, etc.

Protocols and references

- VDI-4600 *Cumulative Energy Demand: Terms, Definitions, Methods of Calculation*, 1997.
- N. Jungbluth, et al., "Cumulative Energy Demand", in *Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods*, R. Hischer, B. Weidema (eds), *Ecoinvent-Report No. 3* (2009).
- R. Frischknecht, R. Heijungs, P. Hofstetter, "Einstein's Lessons for Energy Accounting in LCA", *Int. J. LCA*, 3(5) 266-272 (1998).



Consumo de água doce

1. Definição

Metodologias para medir e avaliar impactos de ciclo de vida relacionados a recursos hídricos estão sendo desenvolvidas pela comunidade científica, bem como por órgãos internacionais, como a Iniciativa de Ciclo de Vida UNEP/SETAC (<http://lcinitiative.unep.fr>). Organismos de padronização como a ISO também trabalham neste sentido, criando o padrão internacional *ISO WD 14046 Pegada Hídrica — Requisitos e Diretrizes*. Por conta desses trabalhos em andamento, é prematuro recomendar métodos de avaliação de impactos de ciclo de vida para o uso de água doce. Recomendamos, portanto, medir o consumo total de água (também chamado de "uso consuntivo") ao nível do inventário. Agregar diferentes medições de água, como o consumo de água em fluxos (por exemplo, água de rio em turbinas para a geração de energia hidrelétrica), o consumo fora de fluxo (por exemplo, água de resfriamento devolvida ao mesmo corpo d'água) ou o consumo de degradação (por exemplo, poluição da água) a um nível de inventário não geraria apoio útil à decisão e, por isso, é excluído deste indicador, aguardando a aceitação de um método de avaliação de impacto relevante.

Assim, o indicador de consumo de água neste protocolo e no sistema de métricas reflete a água incorporada em um produto, a água evaporada em um processo, a água contida nos resíduos sólidos e a água retirada e devolvida em um corpo d'água diferente, diminuindo assim a quantidade de água doce disponível no corpo em que o processo ocorre.

Enquanto a definição abrange todos os níveis de consumo de água, os usuários deste protocolo também podem restringir a métrica a certos usos consuntivos de água (subconjuntos), desde que o escopo seja claramente documentado e comunicado. Essa flexibilidade é introduzida pelo fato de o debate científico sobre como contabilizar o consumo e o uso de água ao nível do inventário ainda estarem evoluindo e a disponibilidade de dados também ser limitada.

Focar nos dados do inventário básico de ciclo de vida para o consumo de água, como explicado acima, permitirá uma melhor utilidade e longevidade das informações relatadas enquanto os métodos de avaliação amadurecem. No inventário, é aconselhável distinguir, na medida do possível, a fonte de água para as entradas (por exemplo, o rio, as águas subterrâneas, etc.) e também os sumidouros para as saídas. Informações sobre localização dentro do inventário são cada vez mais imprescindíveis na avaliação da importância relativa ou no impacto do uso e consumo de água. Esses dados adicionais serão a base para a aplicação de métodos de avaliação de impacto no futuro.

2. Métricas

Os dados do inventário são medidos como um volume (por exemplo, m³) de água doce consumido por unidade funcional [m³/UF].

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

Água é essencial para sustentar a vida. Embora renovável em muitos casos, a água é, localmente, um recurso finito. Como tal, as necessidades de água potável para fins industriais, agrícolas e

domésticos podem levar a situações de concorrência e superutilização, com impactos negativos sobre o meio ambiente e comunidades locais. Exemplos podem ser encontrados em muitas áreas do mundo (o mar de Aral é um deles).

4. Como prejudica?

O consumo de água limita a capacidade do meio ambiente ou da sociedade humana de utilizar esse recurso. Em algumas partes do mundo, a necessidade geral de água está em equilíbrio com a disponibilidade de água nessa região, e não existe situação de concorrência. Por outro lado, em outras regiões em que a água é relativamente escassa, o consumo de água pode afetar significativamente outros usuários e/ou o meio ambiente. Essas situações de desequilíbrio devem aumentar como consequência das mudanças climáticas, do crescimento populacional e das mudanças nos estilos de vida.

5. Por que isso importa?

A água é essencial para a saúde humana e para a qualidade dos ecossistemas. Falta ou acesso limitado a água potável podem prejudicar as condições de higiene, propagar doenças e gerar escassez de água para irrigação ou ingestão, resultando em desnutrição. Da mesma forma, ecossistemas como zonas úmidas, que apresentam uma considerável diversidade de plantas e fauna, não seriam capazes de cumprir as suas funções ecológicas sem água suficiente.

6. O que devo verificar, considerar na minha cadeia de suprimentos?

A agricultura é, de longe, o maior consumidor de água. Um material de embalagem proveniente

de matérias-primas agrícolas poderia, assim, obter uma pontuação maior em consumo de água doce, especialmente se essas matérias-primas dependem de irrigação. Além disso, as atividades de aproveitamento de resíduos, como a reciclagem, podem ter pontuações de consumo de água maiores do que tratamentos alternativos se o material precisar de lavagem após a coleta.

7. Quando devo usar/selecionar/considerar esse indicador?

A água está rapidamente se tornando um dos indicadores mais solicitados pelos acionistas. A escolha do indicador de consumo de água é especialmente recomendada se o material de embalagem apresentar um elevado teor de matérias-primas biogênicas, derivadas da agricultura. O consumo de água pode merecer uma consideração e uma investigação mais aprofundadas. Nesse caso, partes da cadeia de fornecimento operam em áreas que estão sob estresse hídrico ou sofrem com a escassez de água.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

O inventário do consumo de água refere-se apenas ao seu consumo agregado, mas não aborda o aspecto local da fonte de água. Por exemplo: esse inventário não diferencia os impactos relacionados à extração de água em áreas carentes *versus* áreas abundantes em água. Portanto, um indicador de inventário de consumo de água em si não é adequado para avaliar impactos sobre os recursos hídricos sob uma perspectiva de sustentabilidade. Embora alguns métodos de avaliação de impacto, que proporcionam relevância maior, estejam disponíveis ou em desenvolvimento,

eles ainda estão em estágio preliminar e dependem, frequentemente, da compreensão da geografia do inventário que é, em muitos casos, limitada. Além disso, as informações existentes nos bancos de dados de inventários de ciclo de vida são muitas vezes incompletos e inconsistentes em seu tratamento e na sua quantificação da água. O indicador de consumo de água deve ser tratado e interpretado com cautela.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

Levar em conta a geografia do consumo de água, as fontes de água, os sumidouros em que a água retorna ao meio ambiente (por exemplo, fontes, bacias hidrográficas) e a qualidade da água devolvida melhora significativamente a capacidade de avaliação e interpretação e a relevância dos resultados. Uma abordagem prática, por exemplo, deveria se concentrar em dados de consumo de água de inventário de instalações ou operações localizadas em áreas com escassez de água ou estresse hídrico.

10. A quem perguntar, onde olhar?

O manual de ReCiPe contém apenas um capítulo genérico sobre o consumo de água. Para mais informações, o leitor é orientado a visitar o site do Water Footprint Network (www.waterfootprint.org) sobre as metodologias emergentes de pegada hídrica para medição de uso e consumo. Recomendam-se como fontes adicionais de informação o grupo de trabalho da UNEP – SETAC, sobre a utilização de água em ACV (ver <http://lcinitiative.unep.fr/>) e o grupo de trabalho da ISO, sobre a contabilização e a modelagem dos impactos para água em ACV.

Uso da terra

1. Definição

A área ocupada por um determinado período de tempo, durante o ciclo de vida, que proporciona a unidade funcional.

2. Métrica

[m² × anos / UF] calculada como a soma de todos os fluxos elementares da ocupação de solo em nível de inventário.

3. Quem, o que, afinal, estou prejudicando?

A ocupação e a transformação da terra podem ter consequências sobre, por exemplo, o potencial de produção biótica, a biodiversidade e a qualidade ecológica dos solos. Os objetos de salvaguarda são o ambiente natural e os recursos naturais.

4. Como prejudica?

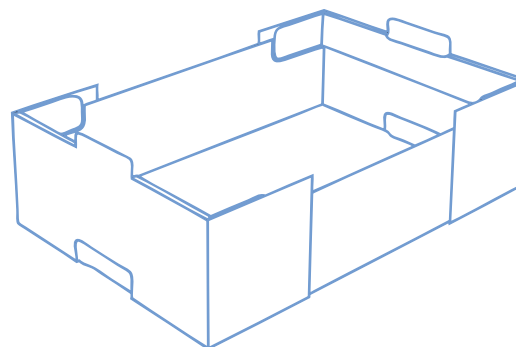
Alterar ou transformar o uso da terra — construir estradas onde não havia antes, intensificar as práticas agrícolas, converter florestas em pastagens — têm impactos físicos diretos, bem como, muitas vezes, impactos químicos sobre o solo e, portanto, sua fertilidade ou seu potencial de produção. Da mesma forma, os ecossistemas, os habitats e as espécies enfrentam efeitos diretos, e algumas vezes indiretos, com as mudanças no uso da terra. Além disso, ao usar ou ocupar a terra para um fim específico (agricultura, mineração, construção, transporte), outros usos são negados, pelo menos por um período de tempo. Para poder determinar os impactos ambientais do uso da terra, é preciso conhecer o uso da terra e o tempo durante o qual ela é utilizada para esse fim específico. Há uma complexidade adicional pelo fato de nem

todos os danos serem totalmente recuperáveis após a ocupação; aspectos como a fragmentação dos ecossistemas também não estão ligados de forma linear à ocupação ou à transformação.

5. Por que isso importa?

A transformação e a ocupação do solo estão intimamente ligadas a várias categorias de impacto. Entre elas, a biodiversidade, as mudanças climáticas, a erosão do solo, a produtividade agrícola e dos ecossistemas, a disponibilidade de água doce, etc.

O uso da terra é, portanto, um elemento importante dentro da sustentabilidade. Alguns dos impactos potenciais, como as emissões na água (por fertilizantes) ou as emissões no ar (por equipamentos agrícolas), são capturados por outras categorias de impacto. No entanto, os impactos potenciais do uso da terra sobre a qualidade da biodiversidade e do solo não são. Esses impactos podem ser de alta relevância, tanto globalmente como localmente, e são levados a sério na maioria dos programas conhecidos de desenvolvimento sustentável. Assim, propõe-se aqui usar um indicador de ocupação bruto que utilize ano × m² para sinalizar esses impactos potenciais e preocupações, pelo menos até que



seja alcançado um consenso científico sobre as abordagens e os fatores apropriados para melhor caracterizar esses importantes efeitos.

6. O que devo verificar, considerar na minha cadeia de suprimentos?

A primeira verificação deve ser feita para determinar se o uso da terra envolvida no sistema de produto é suficientemente documentado, permitindo a avaliação consistente da ocupação e transformação dessa terra. Se não for o caso, esforços adicionais podem ser justificados para melhorar a base de conhecimento a fim de apoiar esse indicador. Na cadeia de fornecimento das embalagens, o uso da terra pode ser de grande importância, tendo em vista a produção das matérias-primas agrícolas para a fabricação das embalagens. Para os minerais e combustíveis fósseis na cadeia de fornecimento direta dos materiais de embalagem (sistema de primeiro plano), a quantidade de solo utilizado em relação ao produto avaliado pode ser relevante e deve ser verificada caso a caso. Para transporte, reciclagem e produção, o uso do solo pode não trazer informações adicionais úteis. Onde se pratica aterramento em larga escala, também deve se considerar a fase do fim de vida neste contexto.

7. Quando devo usar/selecionar/considerar esse indicador?

Pode ser particularmente relevante considerar esse indicador para ajudar a detectar áreas de potencial preocupação. Nesse caso, a ênfase em outros fatores pode levar à transferência de cargas ambientais — entre ou dentro de sistemas. Também é útil em situações em que se

espera que o uso da terra seja um problema. Por exemplo: uma mudança de renováveis para não renováveis nos recursos usados em materiais de embalagem pode levar a um aumento na ocupação das terras, uma vez que práticas agrícolas e florestais ocupam superfícies maiores por unidade de material produzido. Na geração de energia, a mineração de carvão pode ser um grande contribuinte para um aumento no uso do solo.

Um indicador simples de uso da terra, que não especifica a atividade industrial realizada no solo ocupado e a duração dessa atividade, é muito fraco de impactos ambientais.

8. Como posso interpretar o indicador resultante?

Por si só, a área ocupada e transformada (ou seja, sem informações que mostrem a mudança na qualidade do solo) não é um indicador confiável de impacto ambiental. Por exemplo: uma reserva natural e uma planta de produção industrial poderiam ocupar a mesma superfície de terra, mas as consequências ambientais dessas ocupações seriam consideravelmente diferentes.

Devido à complexidade dos impactos e das relações de causa/efeito, agregar e interpretar as diferentes condições de uso da terra em todo o ciclo de vida podem não gerar informações adicionais. Portanto, qualquer interpretação deve ser equilibrada com outros indicadores e ter em vista as limitações dos métodos envolvidos.

9. Como posso reduzir as incertezas e avaliar a significância de um impacto?

O indicador de uso do solo se baseia na medição física de superfície e, portanto, em princípio, deveria ter uma incerteza relativamente baixa. Na prática, dados não estão sempre disponíveis em bancos existentes e, quando estão, a sua qualidade é variável. Diferentes hipóteses ou suposições feitas sobre a superfície necessária para uma determinada atividade podem fazer com que valores de diferentes fontes sejam muito diferentes.

Quando se trata de avaliar os impactos, embora existam métodos de avaliação para o uso da terra, a comunidade científica concorda que eles precisam ser submetidos a testes extensivos e que fatores de caracterização com relevância regional/ local precisam ser desenvolvidos antes que quaisquer conclusões sejam retiradas sobre a confiabilidade do método de avaliação.

Na prática, o indicador de uso da terra pode ser usado como um "sinalizador", apontando áreas de grande preocupação que talvez possam ser mais bem investigadas por outros meios que não uma ACV.

10. A quem perguntar, onde olhar?

O uso do solo em termos de ocupação e transformação é cada vez mais mensurado e disponível nos inventários de ciclo de vida para muitos processos.

Métodos de avaliação de impacto de uso da terra estão disponíveis em vários softwares de ACV:

- ReCiPe (ocupação da terra e conversão de terras) <http://www.lcia-recipe.net>
- S. Humbert et al., IMPACT 2002+: User Guide Draft for version 2.1 (land occupation expressed as m² Organic arable land eq × year PDF. m².yr). <http://www.syntonie.net/pub/impact/>
- LIME2 (<http://lca-forum.org/database/impact/>)
- O grupo de trabalho UNEP/SETAC *Fatores Operacionais de Caracterização para Impactos de Uso da Terra sobre Serviços da Biodiversidade e dos Ecossistemas* (<http://lcainitiative.unep.fr/>) é uma fonte recomendada para obter informações adicionais.

Outras referências úteis incluem:

- Milà i Canals, L., Bauer, C., Depestele, J., Dubreuil, A., Knuchel, R.F., Gaillard, G., Michelsen, O., Müller-Wenk, R. and Rydgren, B. (2007a). *Key elements in a framework for land use impact assessment within LCA. International Journal of Life Cycle Assessment* 12(1): 5-15.
- Köllner & Scholz 2007a Köllner T. and Scholz R. (2007a) *Assessment of land use impact on the natural environment: Part 1: An Analytical Framework for Pure Land Occupation and Land Use Change*. In: Int J LCA, 12(1), pp. 16-23, retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1065/lca2006.12.292.1>.
- Köllner & Scholz 2007b Köllner T. and Scholz R. (2007b) *Assessment of land use impact on the natural environment: Part 2: Generic characterization factors for local species diversity in Central Europe*. In: Int J LCA, 13(1) 2008, pp. 32-48.

Referências: Indicadores Ambientais de Ciclo de Vida/Métricas

Mudanças Climáticas:

- IPCC de 2007, Quarto Relatório de Avaliação (http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html)
- Greenhouse Gas Protocol Initiative, World Resources Institute/Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (<http://www.ghgprotocol.org/>)

Destruição de ozônio:

- Fatores de 1990 da OMM (destruição de ozônio)
- LOTOS-EUROS (ozônio) (<http://www.lotos-euros.nl/>)

Toxicidade humana:

- USEtox Consensus Model: (<http://www.usetox.org/>) Rosenbaum et al., *USEtox—the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in life cycle impact assessment*, *Int J Life Cycle Assess* (2008) 13:532–546.

Radiação ionizante:

- Frischknecht et al., *Human health damages due to ionizing radiation in life cycle impact assessment*, *Environmental Impact Assessment Review*, 20 (2), April 2000, pp. 159-189.

Potencial de Acidificação e Eutrofização Aquática:

Accumulated Exceedance/EUTREND

- M. Posch, J. Seppälä, J.-P. Hettelingh, M. Johansson, Manuele Margni and Olivier Jolliet *The role of atmospheric dispersion models and ecosystem sensitivity in the determination of characterisation factors for acidifying and eutrophying emissions in LCIA*, *Int J LCA*(2008) 13:477–486
- J. Seppälä, M. Posch, M. Johansson and J.-P. Hettelingh, *Country-Dependent Characterisation Factors for Acidification and Terrestrial Eutrophication Based on Accumulated Exceedance as an Impact Category Indicator*, *Int J LCA* 11 (6) 403 – 416 (2006)

Consumo de Recursos Não Renováveis:

- Hauschild, M., Goedkoop, M., Guinée, J., Heijungs, R., Huijbregts, M., Jolliet, O., Margni, M., de Schryver, A., and Bersani, R. (2008). *Analysis of existing LCIA methodologies and related approaches. Deliverable 1 of the project: Definition of recommended life cycle impact assessment (LCIA) framework, methods and factors (B1.6)*. EC-JRC, Ispra.

- Guinée, J.B. (Ed.), Gorrée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., de Koning, A., Van Oers, L., Wegener Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H.A, De Bruijn, J.A., Van Duin R., Huijbregts, M.A.J. (2002). *Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards. Series: Eco-efficiency in industry and science. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht* (Hardbound, ISBN 1-4020-0228-9; Paperback, ISBN 1-4020-0557-1).
- Hauschild, M.Z. and Wenzel, H. (1998a). *Environmental assessment of product. Vol. 2 - Scientific background*, Chapman & Hall, United Kingdom, Kluwer Academic Publishers, ISBN 0412 80810 2, Hingham, MA., USA. (2004 update figures <http://www.lca-center.dk/cms/site.aspx?p=1378>).

Uso da Terra:

- ReCiPe (ocupação da terra e conversão de terras) <http://www.lcia-recipe.net>
- S. Humbert et al., *IMPACT 2002+: User Guide Draft for version 2.1* (land occupation expressed as m² Organic arable land eq × year PDF.m².yr. <http://www.sph.umich.edu/riskcenter/jolliet/impact2002+.htm>.
- LIME2 (<http://lca-forum.org/database/impact/>).
- UNEP/SETAC working group *Operational Characterization Factors for Land use Impacts on Biodiversity and Ecosystem Services* <http://lcinitiative.unep.fr/>
- Milà i Canals, L., Bauer, C., Depestele, J., Dubreuil, A., Knuchel, R.F., Gaillard, G., Michelsen, O., Müller-Wenk, R. and Rydgren, B. (2007a). *Key elements in a framework for land use impact assessment within LCA. International Journal of Life Cycle Assessment 12(1): 5-15.*
- Köllner & Scholz 2007a Köllner T. and Scholz R. (2007a) *Assessment of land use impact on the natural environment: Part 1: An Analytical Framework for Pure Land Occupation and Land Use Change*. In: *Int J LCA*, 12(1), pp. 16-23, retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1065/lca2006.12.292.1>.
- Köllner & Scholz 2007b Köllner T. and Scholz R. (2007b) *Assessment of land use impact on the natural environment: Part 2: Generic characterization factors for local species diversity in Central Europe*. In: *Int J LCA*, 13(1) 2008, pp. 32-48.

Demanda Acumulada de Energia:

- VDI-4600 *Cumulative Energy Demand: Terms, Definitions, Methods of Calculation*, 1997.
- N. Jungbluth, et al., *Cumulative Energy Demand, in Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods*, R. Hischier, B. Weidema (eds), Ecoinvent-Report No. 3 (2009).

- R. Frischknecht, R. Heijungs, P. Hofstetter, "Einstein's Lessons for Energy Accounting in LCA", Int. J. LCA, 3(5) 266-272 (1998).

Metodologias de Avaliação de Impactos de Ciclo de Vida:

- ReCiPe (<http://www.lcia-recipe.net/>)
- IMPACT 2002+ (<http://www.sph.umich.edu/riskcenter/jolliet/impact2002+.htm>)
- TRACI (<http://www.epa.gov/nrmrl/std/sab/traci/>)
- LIME2: (<http://lca-forum.org/database/impact/>)
- EDIP2003: M. Z. Hauschild and J. Potting *Spatial differentiation in life cycle impact assessment - the EDIP-2003 methodology*. Guidelines from the Danish EPA, 2004.

Introdução

Os indicadores e as métricas econômicas permitem: 1) entender se e como uma embalagem está cumprindo o desempenho de mercado e as expectativas de sustentabilidade ao mesmo tempo que controla custos e 2) acompanhar a eficiência operacional em geral. A embalagem que atende aos critérios ambientais e sociais de sustentabilidade, mas cujo custo é proibitivo ou não cumpre as expectativas de desempenho de mercado, não é sustentável. Portanto, é importante acompanhar o custo e o desempenho da embalagem como uma verificação de mercado crítica em relação aos demais critérios de sustentabilidade da embalagem, além de facilitar a compreensão da eficiência operacional geral de uma organização e da criação de valor. No entanto, por questões relacionadas com a concorrência e com leis antitruste, dados de medição de custo que podem ser coletados de acordo com os indicadores e métricas fornecidos neste protocolo podem não ser apropriados para compartilhar com parceiros da cadeia de suprimentos, com clientes ou em relatórios externos.

Custo total da embalagem

Definição

O custo total de todos os materiais, equipamentos, energia e mão de obra direta empregada durante a produção ou extração das matérias-primas, dos materiais reciclados e reutilizados e durante a produção, o envase, o transporte e/ou o descarte¹¹ de materiais de embalagem, componentes de embalagens ou unidades de embalagem.

Métrica

Custo por unidade funcional de material de embalagem final, de componentes de embalagem, de embalagem ou de tempo.

Exemplos

- \$ / kg de material de embalagem final
- € / 1.000 unidades de embalagem
- € / ano com base na taxa de produção

O que medir

Medir o custo de todos os materiais; custo direto e indireto da energia; custo direto dos equipamentos e custo direto de todos os recursos humanos utilizados durante o crescimento; colheita ou extração e processamento das matérias-primas; processamento dos materiais reciclados ou reutilizados; produção dos materiais finais de embalagem; conversão dos materiais finais de embalagem em componentes de embalagem; montagem dos componentes finais de embalagens em unidades de embalagem; envase das unidades de embalagem; transporte dos materiais finais de embalagem

¹¹ Dependendo das políticas locais, regionais ou nacionais, e dos regulamentos e legislações pertinentes à gestão dos resíduos, as organizações podem atualmente não acompanhar o custo associado com o descarte das embalagens que produzem ou utilizam. As organizações que não acompanham esse custo devem pensar em segui-lo no futuro. Todas as organizações devem ser transparentes quanto à inclusão ou não dos custos de descarte no custo total das embalagens e sobre como esses dados são coletados.

como matérias-primas, materiais reciclados ou reutilizados; transporte dos componentes de embalagem ou das unidades de embalagem; e processamento de fim de vida das embalagens.

Os custos diretos de trabalho devem ser calculados com todos os encargos — não apenas os salários. As medições devem incluir os custos de manutenção e operação das instalações e dos equipamentos diretamente relacionadas com os processos de embalagem especificados aqui. Os custos de energia e de utilidades associados com as operações de envio e recebimento devem ser alocados proporcionalmente ao volume de embalagem e ao volume de produto, se ambos forem manuseados dentro da mesma instalação. Se a embalagem for armazenada, devem-se incluir todos os custos associados ao armazém. Também devem-se incluir os custos de descarte dos resíduos, de conformidade e de pesquisa diretamente relacionados com os recursos e processos especificados aqui.

O que não medir

Não devem ser incluídos quaisquer custos indiretos do trabalho. Um exemplo de custo indireto de trabalho inclui, mas não se limita, aos custos da equipe de vendas. Não se devem incluir as despesas operacionais que não estão diretamente relacionadas com os processos especificados aqui. Não se devem incluir os custos de manuseio ou transporte de embalagens que contêm um produto.

Desperdício de produto embalado

Definição

Avaliar se o equilíbrio entre o excesso e a falta de embalagem foi encontrado, reportando o valor monetário perdido em bens desperdiçados durante a distribuição e o uso do produto.

Métrica

Custo de produtos desperdiçados expresso como uma porcentagem do custo de produtos vendidos por ano.

Exemplos

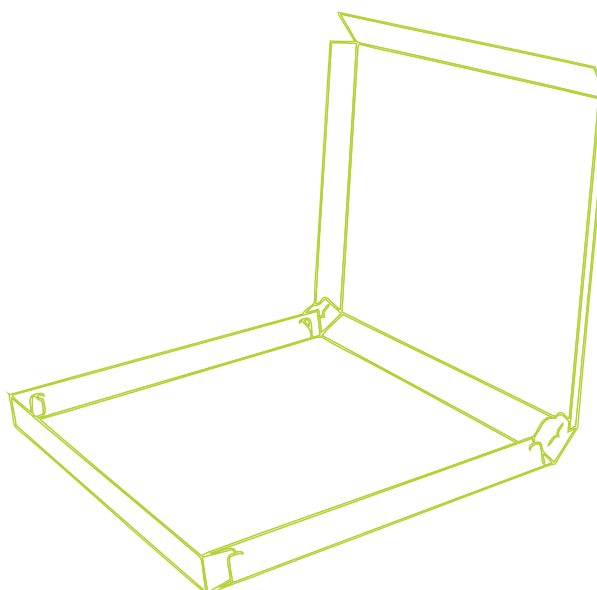
- $100 \times \$ \text{ de bens desperdiçados} / \$ \text{ de produtos vendidos por ano}$

O que medir

Calcular o custo total de uma unidade de embalagem comercial. Adicionar esse custo ao valor declarado de produto perdido ou devolvido. Incluir o custo das embalagens primária e secundária.

O que não medir

Não incluir o custo da embalagem de transporte, a menos que haja perdas de produto a granel devido a falhas no sistema de transporte.



Introdução

Os indicadores e as métricas sociais permitem: 1) entender como os trabalhadores de toda a cadeia de fornecimento são tratados e 2) acompanhar o progresso para assegurar condições de trabalho justas, saudáveis e seguras para todos os trabalhadores. Grupos de consumidores até gestores de investimentos sociais estão cada vez mais interessados no desempenho social das organizações, especialmente em relação às práticas de trabalho. Os interesses dessas partes não acabam com os limites corporativos, mas continuam nas cadeias de fornecimento global. O maior foco na responsabilidade social corporativa na última década ajudou a melhorar as condições de trabalho em todo o mundo, embora ainda existam condições de trabalho desiguais, inseguras e insalubres. Medir os benefícios dos trabalhadores e os impactos em toda a cadeia de suprimento é uma importante estratégia de gestão de risco que pode ajudar a proteger a imagem corporativa de uma organização e a reputação da marca, ao mesmo tempo que melhora a qualidade de vida para todos os trabalhadores.

Prazo de validade do produto embalado

Definição

A razão entre o prazo de validade de um produto na sua embalagem e seu prazo de validade sem embalagem.

Métrica

Prazo de validade do produto na embalagem dividido pelo prazo de validade desse produto sem embalagem.

Exemplo

- $\text{Meses com embalagem} \div \text{meses sem embalagem}$

O que medir

Essa métrica só se aplica a produtos com prazos de validade definidos, como alimentos e bebidas, tintas, medicamentos, etc.

Medir o tempo durante o qual um produto embalado é adequado para venda em comparação a um produto sem embalagem. Comparar apenas os mesmos tipos de produto nos mesmos tipos de embalagem.

O que não medir

Essa métrica não se aplica a produtos que não possuem prazo de validade claramente definido. Para esses produtos, recomenda-se o indicador econômico *Desperdício de Produto Embalado*. Não medir e comparar diversos tipos de produto nos mesmos tipos de embalagem ou os mesmos tipos de produto em diferentes tipos de embalagem.

Investimentos na comunidade

Definição

O valor dos investimentos feitos em projetos comunitários relacionados a embalagens, tais como programas de educação sobre reciclagem ou o desenvolvimento de infraestrutura de reciclagem, além dos requisitos legais.

Métrica

- Porcentagem do volume das operações de negócio dedicada ao apoio de projetos comunitários relacionados a embalagens.

Exemplo

Valor monetário do investimento/Volume anual de negócios [%].

O que medir

Medir as contribuições dadas ou os investimentos realizados em qualquer/todos os projetos na comunidade relacionados a embalagens. Incluir uma descrição do(s) projeto(s) patrocinados.

O que não medir

Não incluir as contribuições ou os investimentos realizados em qualquer projeto da comunidade que não sejam relacionados às embalagens.

Atributos corporativos de desempenho

Além das métricas quantificáveis e quantitativas incluídas neste protocolo, as organizações podem ter interesse em comunicar sobre outros aspectos do seu desempenho operacional, não limitados às embalagens. Esses critérios empresariais abordam amplas práticas de gestão e de local de trabalho. O *checklist* abaixo fornece uma ferramenta simples para facilitar a coleta dessas informações junto aos parceiros da cadeia de fornecimento.

Instruções

Os critérios são baseados no *Programa Global de Conformidade Social (PGCS)* (ver www.gscpnet.com) que pode ser utilizado pelas empresas como uma referência para comparar os seus requisitos atuais. Por favor, liste o padrão PGCS, ou a lei nacional ou o padrão equivalente, sobre o qual a política se baseia. Se a política for auditada, por favor, identifique o tipo de auditoria (interna ou de terceiros), a região geográfica de relevância, e forneça a documentação necessária. Faça comentários adicionais se desejar. Os atributos tratam da presença de políticas e procedimentos internos e do alinhamento de tais políticas com os padrões ou regulamentos externos.

Critérios	Sim	Não	Padrão/Lei na qual a política se baseia	Processo de auditoria	Comentários adicionais
AMBIENTAIS					
Sistema de Gestão Ambiental implantado de acordo com ISO 14001, EMAS ou equivalente					
Auditorias de energia são conduzidas anualmente					
SOCIAIS					
Trabalho Infantil					
Horas Extras em Excesso					
Práticas de Ambiente de Trabalho Responsáveis					
Trabalho Forçado ou Obrigatório					
Remuneração					
Liberdade de Associação e/ou Negociação Coletiva					
Saúde Ocupacional					
Discriminação					
Padrões de Desempenho de Segurança					

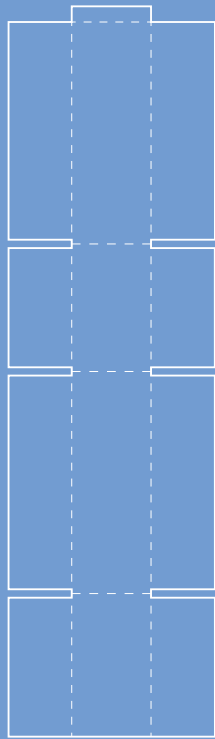
Tabela 3. Atributos gerais de desempenho corporativo.

Referências: Social — Indicadores/métricas

- ISO 14001:2004 — *Sistemas de Gestão Ambiental - Requisitos com Orientações para Uso*
- ISO 14004:2004 — *Sistemas de Gestão Ambiental - Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio.*
- ISO 19011:2002 — *Diretrizes para Auditoria de Sistema de Gestão da Qualidade e/ou Ambiental*
- EUA — Normas OSHA, Ministério do Trabalho dos EUA, Administração de Saúde e Segurança Ocupacionais.
- UE — Normas OSHA, Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho.
- Normas Internacionais do Trabalho, Organização Internacional do Trabalho (OIT) (<http://www.ilo.org/>).
- SA8000: 2008 Workplace Standard, Social Accountability International (<http://www.sa-intl.org/>).

Anexo 1: Utilização do Espaço Cúbico — Protocolos para o Volume de Produto (VP)

Forma do Produto	Definição do Volume do Produto	Exemplo
Líquido	Volume do rótulo. Se o produto for rotulado em peso, use: $\frac{\text{peso indicado no rótulo}}{\text{densidade}}$	Um refrigerante de 12 onças líquidas tem um volume de produto de 12 onças líquidas ou 21,7 in ³ .
Fluidos: Rotulados por peso - por exemplo: pós, grãos, tabletes	$\frac{\text{peso indicado no rótulo}}{\text{densidade aparente em repouso}}$ A densidade aparente em repouso é a densidade do produto em repouso na prateleira.	Um saco de 5 kg de açúcar (com uma densidade de 0,849 g/cm ³) tem um volume de produto de 5,889 cm ³ ou 359,4 in ³ .
Fluidos Rotulados por contagem	contagem x $(\frac{\text{volume médio}}{\text{contagem conhecida}})$	Um pote com tabletes de 50 ct (onde 1.000 tabletes requerem 1000 cm ³) tem um volume de produto de 50 cm ³ ou 3,1 in ³ .
Produtos vendidos por área Não compressíveis (por exemplo: filmes, papel de embalagem)	Superfície total x espessura [a espessura é a espessura média do produto tal como fica na prateleira].	Um rolo de 100 pés de folha de alumínio, com 12 polegadas de largura e 0,02 polegada de espessura, tem um volume de produto de 288 in ³ .
Produtos vendidos por área Produtos compressíveis.	Produtos compressíveis vendidos em rolos, como toalhas de papel, podem ter espessuras diferentes por dentro ou por fora do rolo. Nesses casos, usar o volume do rolo menos o volume do tubo. Em ambos os casos, o volume é calculado como um cilindro. Produtos compressíveis como lenços de papel ou lenços umedecidos utilizam o volume da embalagem (não é permitido expandir por fora da embalagem).	Um rolo de papel higiênico com 4 polegadas de altura e 5 de diâmetro, com um diâmetro externo do tubo de 1,3 polegada, tem um volume de produto de 73,2 in ³ . $4 \times (\frac{\pi \times 5^2}{4} - \frac{\pi \times 1.3^2}{4})$ Um pilha de folhas tem 3 polegadas polegadas x 4 polegadas x 5 polegadas do cartão. O volume de produto é 60 polegadas ³ , ou seja, (3 x 4 x 5).
Produtos vendidos por comprimento (por exemplo: fio dental, mangueira, corda)	Área da seção transversal pelo comprimento [calcular a área da seção transversal como o menor círculo ou retângulo. Se a área da seção transversal variar, determinar o volume para cada seção uniforme e adicionar os volumes para obter o volume total. Se um produto apresenta uma variação contínua na seção transversal, utilizar uma média.]	Uma mangueira com um diâmetro externo de 1 polegada e 50 pés de comprimento, mais uma conexão a uma das extremidades de 1 pé de comprimento e 1,5 pé de diâmetro, tem um volume de 473 in ³ . $(50 \times 12 \times \frac{\pi \times 1^2}{4}) + (1 \times \frac{\pi \times 1.5^2}{4})$
Objeto Único	O menor volume (sólido retangular, cilíndrico, esférico ou sólido triangular) no qual o objeto cabe na sua embalagem (não no estado final de montagem).	Uma televisão com dimensões externas de 50 polegadas x 10 polegadas x 30 polegadas tem um volume de produto de 15.000 polegadas ³ .
Múltiplos Objetos Embalados em grupo [embalados juntos, sem uma embalagem separada para cada objeto]	$\frac{\text{peso indicado no rótulo}}{\text{densidade aparente em repouso}}$ or (peso rotulado/densidade aparente em repouso) ou menor volume (sólido retangular, cilíndrico, esférico ou sólido triangular) no qual o objeto cabe na sua embalagem (não no estado final de montagem).	Um tubo de vários blocos de construção cabe em um cilindro de 10 polegadas de diâmetro e uma altura de 20 polegadas. O volume de produto é 785 polegadas ³ .
Objetos Múltiplos Embalados individualmente	Soma dos volumes dos objetos individuais.	Três figurinhas são vendidas em uma embalagem. Elas cabem em cilindros de 125 polegadas ³ , 100 polegadas ³ e 200 polegadas ³ de volume. O volume de produto é 425 polegadas ³ .
Objetos Múltiplos Encaixados	Se um objeto se encaixa ou cabe dentro de outro objeto na posição em que fica na prateleira, determinar o volume como se formassem um único objeto.	Uma pilha de 25 copos cabe em um cilindro de 4 polegadas de diâmetro e 12 polegadas de altura. O volume de produto é 151 polegadas ³ . $\frac{\pi \times 4^2}{4} \times 12$
Outros	Menor volume (sólido retangular, cilíndrico, esférico ou sólido triangular) no qual o objeto cabe.	



Agradecimentos

77 <

A ABRE agradece a todos os membros do Comitê de Meio Ambiente e Sustentabilidade que contribuíram para a realização desse projeto, às entidades parceiras e ao Conselho de Patrocinadores para a Sustentabilidade do The Consumer Goods Forum.

Elaboração brasileira: Comitê de Meio Ambiente e Sustentabilidade da ABRE

Coordenação do comitê: Bruno Pereira – Dow Brasil

Coordenação do projeto: Raquel Fraga Elias da Silva – ABRE

Supervisão: Luciana Pellegrino – ABRE

Tradução: Teddy Lalande – Dixie Toga

Revisão: LDB Comunicação Empresarial

Revisão ortográfica e preparação de texto: Verbus Comunicação Editorial

Projeto editorial gráfico: Esgràfig | Estudi Gràfic Figuerola

Impressão: Log&Print Gráfica e Logística S.A

Tiragem: 400 exemplares

Papel (capa e miolo): papel reciclado das embalagens da Tetra Pak pós-consumo

ABRE – Associação Brasileira de Embalagem

Rua Oscar Freire, 379 – 15º andar – cj. 152
01426-001 – Cerqueira César – São Paulo/SP
Fone: 11 3082-9722 | Fax: 11 3081-9201

www.abre.org.br

abre@abre.org.br

Material para consulta

Maio 2013

Patrocinadores

Ouro

.....



Prata

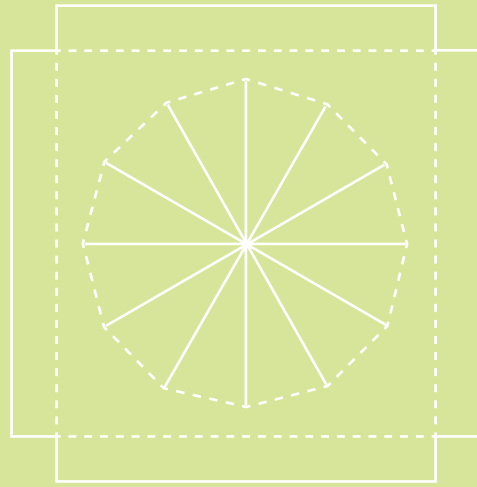
.....

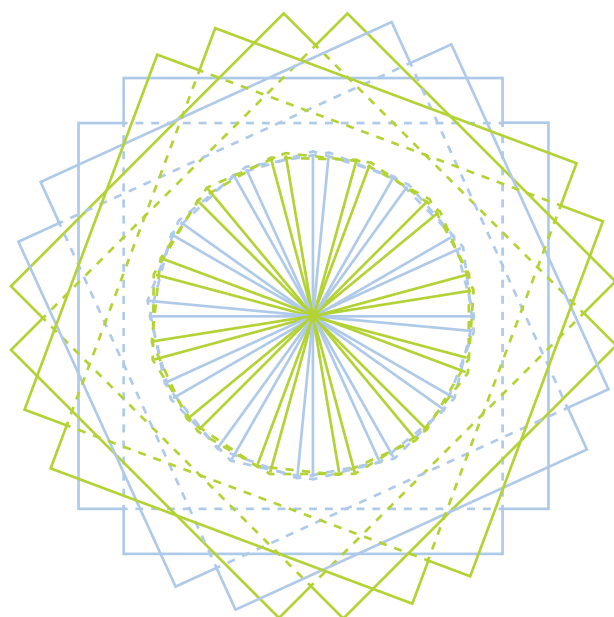


Bronze

.....







The Consumer Goods Forum
22/24 rue du Gouverneur
Général Eboué
92130 Issy-les-Moulineaux
France
Tel. (+33) 1 82 00 95 95
Fax: (+33) 1 82 00 95 96
info@theconsumergoodsforum.com
www.theconsumergoodsforum.com



abre
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE EMBALAGEM



comitê
MEIO AMBIENTE E
SUSTENTABILIDADE