

Guia para o Cálculo da Pegada de Carbono dos Produtos para a Indústria Química

Especificação para o
cálculo e relatório da
Pegada de Carbono dos
produtos e as emissões
no escopo corporativo 3.1

O Guia completo para o cálculo de PCF foi lançado pela TfS

A primeira versão do Guia para o Cálculo de PCF foi publicada em setembro de 2022, focando exclusivamente no capítulo 5, descrevendo em detalhes as especificações para o cálculo da Pegada de Carbono dos Produtos (PCF) para os fornecedores da indústria química. A versão de novembro de 2022¹ lança o guia de código aberto completo para o cálculo de PCFs e emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE) de categoria 1 do escopo corporativo 3 (Escopo 3.1). Quatro capítulos adicionais completam o guia, fornecendo uma visão mais aprofundada sobre ele, os princípios de elaboração de relatórios, e a importante adição de orientação sobre o cálculo das emissões em relação ao escopo corporativo 3.1.

Em toda a indústria química existe uma necessidade urgente de descarbonizar, especialmente na cadeia de valor upstream, além das próprias operações da corporação. Atualmente, uma parte considerável das emissões de gases de efeito estufa (GEE) da indústria provém da cadeia de valor upstream (Escopo 3). Aumentar a transparência e a precisão dos dados no nível do produto é um elemento-chave para impulsionar a redução das emissões ao longo da cadeia de valor e um pilar estratégico de muitas corporações para atenuação de alterações climáticas.

O novo Guia para Cálculo de PCF da TfS é único, porque se baseia na vasta experiência e conhecimento da rede de membros TfS para estabelecer uma norma para a indústria química, sem deixar de cumprir as normas já existentes, como a ISO e o Protocolo de Gases de Efeito Estufa. O Guia para Cálculo de PCF irá beneficiar os membros da TfS e seus fornecedores, assim como outras iniciativas da indústria, já que se trata de uma solução de uso imediato para o setor químico.

Através da aplicação do Guia para o Cálculo de PCF, os membros da TfS e seus fornecedores podem abordar de forma holística a integração do PCF dos produtos químicos em seus inventários corporativos de GEE, com foco nas emissões de Escopo 3, Categoria 1 ("bens e serviços adquiridos"). O Guia completo instrui as empresas sobre como calcular seus próprios inventários corporativos, baseado em dados específicos dos fornecedores, enquanto provê orientação sobre como calcular a PCF de seus próprios produtos químicos, com o intuito de criar transparência e descarbonizar toda a cadeia de valor. A PCF calculada com base no Guia também servirá de apoio para os cálculos dos usuários downstream.

(1) Além da publicação dos capítulos 1 ao 4, nesta versão foram alteradas as seguintes seções do capítulo 5: 5.2.9 - Processos de produção múltipla; 5.2.10.4 - Captura e armazenamento de carbono e Captura e utilização de carbono; 5.2.11.2 - Classificação da qualidade de dados; e 5.3.2 - Informações a serem reportadas com o PCF. Não serão feitas novas alterações no Guia para Cálculo de PCF até a publicação de uma nova edição, de acordo com o processo de governança descrito no capítulo 2.2.



01

Introdução

6

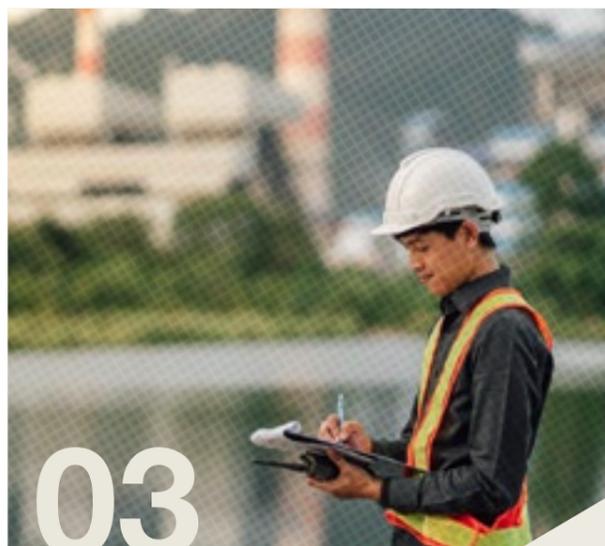


02

Sobre o Guia

8

- 2.1 Histórico e Contexto 9
- 2.2 Processo de governança para a revisão periódica do presente guia 9
- 2.3 Declaração de problema 9
- 2.4 Objetivo do Guia 9
 - 2.4.1 Concepção de um processo coerente para a coleta de dados sobre as emissões de Escopo 3.1 9
 - 2.4.2 Incorporação de dados PCF dos fornecedores no cálculo de PCF dos usuários downstream 10
- 2.5 Importância do conteúdo considerado 10
- 2.6 Metodologia e referência às normas e documentos de orientação vigentes 11
- 2.7 Terminologia: deve, deveria e pode 11



03

Princípios do Relatório

12



04

Guia para o cálculo de emissões a nível corporativo de Escopo 3.1

14

- 4.1 Definição do Escopo 3.1, "bens e serviços adquiridos" 15
- 4.2 Fundamentos do processo de cálculo das emissões de Escopo 3.1 15
- 4.3 Dados de atividade 17
 - 4.3.1 Coleta e processamento de dados de atividade 17
 - 4.3.2 Agrupamento e priorização dos dados de atividade 19
 - 4.3.3 Atualização e aprimoramento dos dados de atividade 21
- 4.4 Fatores de emissão 22
- 4.5 Linha de base e recálculo 28
- 4.6 Orientação adicional sobre cálculo e relatório 28
 - 4.6.1 Fabricação por contrato, incluindo manufatura terceirizada 28
 - 4.6.2 Comércio de materiais/mercadorias 30
 - 4.6.3 Permutas 30
 - 4.6.4 Empreendimentos conjuntos/Acordos conjuntos 32
 - 4.6.5 Reciclagem/conteúdo reciclado (o que reportar e onde: categoria 3.1 vs. categoria 3.12) 32
 - 4.6.6 Emissões e remoções biogênicas 33
 - 4.6.7 Cadeia de custódia de equilíbrio de massa 34
 - 4.6.8 Especificações para compensações, captura e armazenamento de carbono (CCA) e captura e utilização de carbono (CUC) 34



05

Especificações para o Cálculo da Pegada de Carbono dos Produtos dos fornecedores

36

- 5.1 Objetivo e escopo 38
 - 5.1.1 Geral 38
 - 5.1.2 Limites do sistema 39
 - 5.1.3 Unidade declarada (UD) de PCF 40
- 5.2 Regras de cálculo 41
 - 5.2.1 Etapas do cálculo de PCF 41
 - 5.2.2 Escopo temporal 41
 - 5.2.3 Critérios para eliminar determinadas atividades (Cut-off) 42
 - 5.2.4 Padrões utilizados 42
 - 5.2.5 Tipos e fontes de dados 43
 - 5.2.6 Requisitos e fontes dos fatores de emissão 44
 - 5.2.7 Avaliação do impacto do ciclo da vida (AICV) 45
 - 5.2.8 Requisitos dos dados de atividade 47
 - 5.2.9 Processos de produção múltipla 63
 - 5.2.10 Normas e requisitos adicionais 70
 - 5.2.11 Qualidade e compartilhamento de dados primários 79
- 5.3 Verificação e relatório 84
 - 5.3.1 Verificação de cálculos de PCF / Garantia de qualidade 84
 - 5.3.2 Informação a ser reportada com o PCF 85



Glossário

86



Referências

92



Anexo

95

01

Introdução

As emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE) impulsionam a mudança climática. Os impactos ligados à mudança do clima estão crescendo de forma significativa e são um enorme desafio para todo o mundo.

Para conter tal evolução, as partes do Acordo de Paris concordaram com o limite de 1,5°C para amenizar os efeitos da mudança climática e, desta forma, evitar danos ambientais irreversíveis e efeitos drásticos para toda a sociedade. Isso requer um elevado nível de urgência para reduzir as emissões de GEE a um nível mínimo. Comprometer-se com as emissões "Net Zero" até 2050, o mais tardar, é um dos fatores-chave deste processo.

A indústria química contribui em 8%¹ para as emissões industriais globais de gases de efeito estufa e, portanto, deve desempenhar um papel importante na redução das emissões de GEE. Em média, menos de um terço das emissões de uma empresa do setor químico provêm da fabricação de seus produtos, as chamadas emissões de Escopo 1 e 2. Logo, para que a contabilidade corporativa do carbono, o planejamento e o seguimento dos objetivos climáticos sejam confiáveis, as emissões da cadeia de valor upstream e downstream, ou as chamadas emissões do Escopo 3, segundo o Protocolo de Gases de Efeito Estufa (Protocolo GEE), devem ser contabilizadas com precisão. As emissões do Escopo 3 são uma parte importante das estratégias de redução de GEE de todas as empresas do setor químico e devem ser compreendidas a fim de se preparar para possíveis regulamentações futuras. Deve-se dar uma atenção redobrada às emissões do Escopo 3, categoria 1 (3.1), "bens e serviços adquiridos" (Figura 1.1), que, muitas vezes, constituem a maior parte das emissões do Escopo 3 de uma empresa do setor químico e, sendo assim, um elemento-chave em sua estratégia de Net Zero.

No entanto, a diminuição das emissões de GEE do Escopo 3 apresenta muitos desafios, inclusive para as empresas do setor químico mais comprometidas. Um dos desafios é a falta de transparência na cadeia de valores, que torna as emissões de GEE particularmente difíceis de quantificar e reduzir. Além disso, a complexidade da cadeia de valor do setor químico global pode dificultar a harmonização dos métodos de cálculo e a comparação dos resultados. Os padrões genéricos são uma base para estes cálculos, mas não são suficientes devido à falta de especificidade para aspectos essenciais da indústria química. O desenvolvimento de orientações específicas sobre como abordar estes desafios oferece uma importante oportunidade para realizar o potencial de acelerar significativamente a redução das emissões de GEE na indústria química (Figura 1.1).

Figura 1.1 Benefícios do Guia para Cálculo de PCF da Tfs para as empresas. Os bens e serviços adquiridos (Escopo 3, categoria 1) representam uma parte importante das emissões de gases de efeito estufa de muitas empresas do setor químico. O Guia para o Cálculo de PCF da Tfs permite que as empresas contabilizem as emissões de GEE do Escopo 3.1 de uma maneira sistemática e significativa.



A coleta e integração de PCFs específicas dos fornecedores é favorável para o cálculo tanto das emissões de escopo 3.1 quanto de PCFs (Figura 1.2). As emissões anuais no nível corporativo de Escopo 3.1 podem ser melhoradas através da integração das PCFs de alta qualidade, proporcionadas pelos fornecedores para os bens adquiridos, permitindo que as empresas monitorem o progresso ao longo do tempo em relação aos objetivos climáticos. Além disso, ao integrar PCFs específicos dos fornecedores nos inventários corporativos do Escopo 3.1, as emissões de GEE associadas às matérias-primas específicas podem ser vinculadas aos processos de produção das empresas do setor químico, aprimorando a precisão de seus PCFs. Em muitos casos, uma empresa química é tanto fornecedora quanto produtora; por isso, da perspectiva de uma empresa química, é essencial calcular um PCF de alta qualidade e com alto nível de comparabilidade. Por outro lado, os PCFs dos fornecedores também podem ser usados para identificar os potenciais de redução dentro do departamento de compras da empresa, em forma de adequações de portfólio de produtos e colaborações com os fornecedores para descarbonizar.

Logo, uma condição básica para a aplicação dos dados sobre o PCF nos cálculos das emissões de Escopo 3.1 é uma abordagem harmonizada que mostre como deveria ser calculado o PCF, levando em conta todos os aspectos específicos dos processos de produção química. A abordagem metodológica possui um grande impacto nos resultados e na sua qualidade, o que também torna importante para as empresas coletar dados precisos e comparáveis. Da mesma maneira, existe a necessidade de uma solução ou um padrão coerente sobre como compartilhar dados sobre PCF.

Figura 1.2 Benefícios para os fornecedores de produtos químicos ao aplicar o guia da Tfs para o cálculo de PCF. Os fornecedores de produtos químicos podem disponibilizar PCFs precisas e coerentes aos clientes empresariais, para ajudá-los a reportar com precisão e diminuir suas emissões de Escopo 3.1.



Este Guia visa fornecer instruções para o cálculo e implementação dos relatórios subsequentes das emissões do Escopo 3.1, com o objetivo de criar transparência dentro da cadeia de fornecimento e comparabilidade em todo o setor químico. O cálculo subjacente de PCFs como base em relatório das emissões do Escopo 3.1 é disponibilizado e são feitas recomendações sobre como compartilhar os PCFs incluindo informações adicionais (atributos de dados).

Este é o primeiro Guia específico do setor para o cálculo de PCFs dos produtos químicos, permitindo que as empresas produzam dados de alta qualidade sobre os PCFs. Está em conformidade com os padrões de cálculo ISO 14067 e Protocolo de GEE.

⁽¹⁾ <https://www.weforum.org/agenda/2020/01/how-to-build-a-more-climate-friendly-chemical-industry/>

02

Sobre o Guia

2.1 Histórico e Contexto

A iniciativa global do setor químico Together for Sustainability (TfS) lança, com este documento o novo Guia específico de código aberto do setor, para o cálculo de PCF e relatórios sobre as emissões do Escopo 3.1. Pode ser aplicado na indústria química e em outros setores. Trata diversos desafios da seguinte forma:

- As emissões do Escopo 3 relacionadas com os bens adquiridos têm sido historicamente difíceis de medir devido à complexidade da produção química — o novo Guia busca solucionar este problema.
- O Guia pode ser usado tanto pelas empresas quanto pelos fornecedores para identificar, monitorar e reduzir as emissões upstream do Escopo 3.
- O Guia poderá ser aplicado em diversas indústrias; também será de código aberto e útil para outras indústrias que utilizam materiais químicos.
- Harmoniza os métodos de cálculo de PCF em toda a indústria e é aplicável à maioria dos produtos químicos. No futuro, isto permitirá aos consumidores e ao mercado em geral comparar e estimar diretamente o impacto climático dos produtos.

A iniciativa TfS desenvolveu este Guia para desempenhar um papel de liderança em uma indústria química mais sustentável, oferecendo um guia para o cálculo de PCFs e das emissões do Escopo 3. O desenvolvimento foi realizado por um grupo de especialistas das empresas-membros da TfS, apoiado por peritos externos, revisado por mais de 55 empresas do setor químico e auditado pela TÜV Rheinland. As normas e diretrizes existentes foram consideradas e usadas como base para criar um texto específico do setor para a indústria química [WBCSD (2013), ICCA & WBCSD (2013)].

Historicamente, o cálculo e o relatório das emissões de GEE do Escopo 3 se diferenciam entre as empresas do setor químico devido à gama de opções possíveis ao seguir os padrões de GEE reconhecidos internacionalmente. Este documento foi desenvolvido para introduzir uma orientação coerente, que as empresas possam seguir para calcular as Pegadas de Carbono do Produto (PCF) ou emissões decorrentes de bens e serviços adquiridos (Escopo 3.1). [WBCSD (2013), ICCA & WBCSD (2013), WBCSD (2014)]

Ao introduzir uma norma de comunicação consistente, a comparabilidade entre empresas químicas pode ser melhorada, o que beneficia a empresa, clientes, investidores e outras partes externas interessadas durante as avaliações de desempenho. Se várias empresas químicas divulgarem de forma transparente as suas emissões e medidas de sustentabilidade seguindo as mesmas normas, as decisões empresariais internas de cada empresa podem ser melhoradas e o papel global dos produtos químicos na redução das emissões de GEE pode ser comunicado de forma mais eficaz às partes interessadas internos e externos ou parceiros comerciais. Além disso, a TfS pretende inspirar outras indústrias que enfrentam problemas semelhantes a melhorar as suas respectivas às normas de comunicação [WBCSD (2013)]

2.2 Processo de governança para a revisão periódica do presente Guia

Este documento deve ser entendido como uma primeira versão que a TfS criou para ajudar as empresas do setor químico a melhorar o cálculo e o relatório da Pegada de Carbono dos Produtos e das emissões decorrentes dos bens e serviços adquiridos (Escopo 3.1). A TfS está ciente de que a versão atual deste Guia pode e deve continuar se desenvolvendo no futuro, já que as normas e outros documentos subjacentes podem mudar. As empresas participantes e outras partes interessadas podem informar continuamente sobre possíveis adições e ajustes que serão levados em conta durante as atualizações do Guia. Além disso, a TfS planeja harmonizar periodicamente o guia com os novos avanços nos padrões reconhecidos internacionalmente, como a ISO, ou outros documentos de orientação relacionados.

2.3 Declaração de problema

Os problemas gerais descritos no capítulo 2.1 serão tratados e descritos de forma mais detalhada aqui. Análise da relevância das lacunas de dados em relação às normas. Quais dos elementos faltantes são significativamente relevantes para a indústria química e o Escopo 3.1? É necessário aprofundar-nos em alguns pontos? Se sim, onde?

Abordar os problemas e os requisitos, por exemplo:

- O limite de um inventário do ciclo de vida "do berço ao portão da fábrica" não deve incluir o uso do produto, nem dos processos de fim de vida.
- O escopo do Guia aborda os cálculos do tipo "do berço ao portão da fábrica" para os produtos químicos. O "portão" se define como o portão dos membros da TfS.
- Orientação sobre como classificar, avaliar e usar fontes de dados, sejam primárias ou secundárias.

As regras de cálculo para produtos específicos, incluindo o tratamento da biomassa, materiais de biomassa balanceados, materiais reciclados, expansão do sistema, esquemas de alocação, regras de corte e os limites do sistema são aspectos importantes e elementos metodológicos que serão considerados.

2.4 Objetivo do Guia

2.4.1 Concepção de um processo coerente para a coleta de dados sobre as emissões de Escopo 3.1.

- Descrever os limites e os princípios para a coleta de dados sobre as emissões de Escopo 3.1 para categorias de produtos materiais.
- Desenvolver um processo uniforme para a coleta de dados e o cálculo das emissões.
- Estabelecer um guia robusto e à prova de auditorias aplicável por todas as empresas membros da TfS.
- Guia harmonizado e específico do setor para o cálculo da Pegada de Carbono dos Produtos (PCF).

2.4.2 Incorporação de dados PCF dos fornecedores no cálculo de PCF dos usuários downstream

A aplicação de produtos químicos é um tema adicional e é abordado em algumas categorias específicas do Protocolo de GEE. São necessários dados alta qualidade sobre PCF para determinar aplicações significativas do berço ao túmulo. O guia apoia indiretamente o relato nestas categorias, mas não é o foco deste documento. Contudo, o uso de materiais de reciclagem ou de materiais de base biológica, provenientes de aplicações downstream, como matérias-primas para produtos químicos também são consideradas aqui, mas são temas especiais sobre o que é necessário para uma orientação futura para um relato preciso. Provavelmente, as categorias existentes deverão ser adaptadas em conformidade. A TfS também irá trabalhar nesses temas, no futuro.

2.5 Importância do conteúdo considerado

Atualmente, muitas organizações têm começado a elaborar guias e materiais auxiliares para que as empresas possam reportar suas emissões de GEE em um ambiente

harmonizado e aceito. Neste Guia, são oferecidas orientações específicas para o setor químico, a fim de aumentar a transparência e a harmonização no setor. Este Guia tem como objetivo definir padrões para uma contabilização mais coerente das emissões do Escopo 3.1 ("bens e serviços adquiridos") e a avaliação da Pegada de Carbono dos Produtos (PCF) no setor químico. Foi pensado para ser usado pelas empresas da indústria química que desejam melhorar estes aspectos de seus relatórios de pegada de carbono.

Em 2013, o Conselho Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD) publicou um "Guia para o cálculo e relatório corporativo das emissões de GEE na cadeia de valor do setor químico", na qual identificou as emissões de Escopo 3.1 como a categoria do Escopo 3 mais relevante para as empresas químicas, devido ao grande volume das emissões previstas, como a quantidade de influência que as empresas têm na categoria (veja a Figura 2.1). Por este motivo, a TfS decidiu colocar o foco principal deste Guia na criação de normas coerentes para o cálculo das emissões do Escopo 3.1 nas empresas químicas. [WBCSD (2013), Padrão da Cadeia de Valor Corporativo do Protocolo de GEE (Figura 2.1)]

Figura 2.1 Categorias relevantes de emissões do Escopo 3 para as empresas químicas
(Guia para o cálculo e relatório das emissões corporativas de GEE na cadeia de valor do setor químico, WBCSD Chemicals, 2013)

	Grande		Pequeno
Tamanho previsto das emissões (em relação ao total da empresa)	Pequeno	Viagens de negócios	Deslocamento dos funcionários
	Médio	2. Bens de capital 3. Atividades relacionadas com combustível e energia 4. Transporte e distribuição upstream	8. Ativos locados upstream 15. Investimentos (Patrimônio Material)
	Grande	1. Bens e serviços adquiridos	12. Tratamento dos produtos vendidos ao final de sua vida útil
			13. Ativos locados downstream 14. Franquias 15. Investimentos financeiros, dívidas, títulos, fundos de pensões e outros
		5. Resíduos gerados nas operações 9. Transporte e distribuição downstream	10. Processamento de produtos vendidos
		11. Emissões diretas provenientes do uso dos produtos vendidos	11. Emissões indiretas provenientes do uso dos produtos vendidos

Influência sobre as emissões da categoria

A segunda parte deste Guia foca nas especificações para incorporar os dados sobre o PCF dos fornecedores nos cálculos de PCF dos clientes downstream. Uma vez que os produtos químicos com frequência passam por um processamento adicional, PCFs são vitais para avaliar a contribuição da indústria química ao impacto ambiental de outros produtos (fluxo downstream: Escopo 3.1).

Tanto os métodos padronizados para a elaboração do inventário das emissões do Escopo 3.1, como para o cálculo de PCF, irão ajudar as empresas do setor químico e seus clientes a comunicar com credibilidade sobre os potenciais impactos de suas emissões e as estratégias para reduzir os riscos associados ao longo da cadeia de valor. Além do mais, com o aumento da demanda de produtos e serviços ecologicamente conscientes, a informação confiável sobre o PCF e as emissões do Escopo 3.1 se tornarão algo substancial para os processos internos de decisão sobre futuras estratégias de produto e de mercado [WBCSD (2014)].

2.6 Metodologia e referência às normas e documentos de orientação vigentes

As diretrizes deste documento têm como objetivo ser consistentes com os padrões e requisitos internacionalmente aceitos. Os seguintes padrões foram considerados:

- ISO 14064-1: 2019
- ISO 14064-2: 2019
- ISO 14064-3: 2019
- ISO 14067: 2019
- ISO 14040: 2006
- ISO 14044: 2006

O guia segue estes padrões:

- Padrão de Contabilidade e Relatórios da Cadeia de Valor Corporativo (Escopo 3) do Protocolo GEE.
- Guia de Cálculo das Emissões de Escopo 3 do Protocolo de GEE.
- Padrão de Produto do Protocolo de GEE.

Além disso, outros documentos foram revisados para harmonizar a estrutura e a lógica da abordagem deste documento. Estes documentos estão elencados na lista de referências. O Guia pode ser usado como ponto de partida para outros setores que usam substâncias químicas em seus produtos. Por isso, alguns capítulos e textos podem ser úteis para serem incluídos em outros guias específicos do setor.

A parte principal deste Guia está dividida em três partes.

O capítulo 3 apresenta os cinco princípios para o cálculo das emissões de GEE, que ajudam a guiar a aplicação dos Padrões do Protocolo de GEE.

O capítulo 4 aborda a avaliação das emissões do Escopo 3.1. Oferece informação sobre o processamento dos dados de atividade (Capítulo 4.3), a seleção e análise dos fatores de emissão (Capítulo 4.4), o processamento dos dados de entrada (Capítulo 4.4), o recálculo da linha base (Capítulo 4.5) e a orientação adicional sobre o cálculo e o relatório (Capítulo 4.6).

No Capítulo 5, são dadas as especificações para o cálculo da pegada de carbono dos produtos dos fornecedores. Depois de apresentar o objetivo geral e o escopo de um PCF (Capítulo 5.1), são introduzidas as regras de cálculo (Capítulo 5.2). O Capítulo 5.3 finaliza com informações sobre a verificação dos cálculos de PCF e notas sobre o relatório de PCFs. [WBCSD (2021), Comissão Europeia (2021)].

2.7 Terminologia: deve, deveria e pode

Esta norma utiliza uma linguagem precisa para indicar quais disposições da norma são requisitos, quais são recomendações e quais são opções permitidas ou autorizadas que as empresas podem escolher seguir. O termo "deve" se usa ao longo desta norma para indicar o que é exigido para que um inventário de GEE esteja em conformidade com a Norma de Escopo 3 do Protocolo de GEE. O termo "deveria" é utilizado para indicar uma recomendação, mas não um requisito. O termo "pode" é utilizado para indicar uma opção que é permitida ou autorizada. O termo "requerido" é usado no Guia para se referir aos requisitos da norma. "Necessário", "pode" e "não pode" podem ser usados para oferecer orientação sobre a aplicação de um requisito ou para indicar quando uma ação é ou não é possível [Padrão de contabilidade e relatórios da cadeia de valor corporativa (Escopo 3) do Protocolo de GEE].

Esta norma utiliza uma linguagem precisa para diferenciar os níveis de obrigação que uma empresa deve lidar ao seguir as diretrizes propostas, tal como se define na norma internacional ISO:

- "Deve" indica um **requisito**.
- "Deveria" indica uma **recomendação**.
- "Pode" é usado para indicar algo que está **permitido**.
- "Pode" se refere a algo que é **possível**; por exemplo, que uma organização ou indivíduo é capaz de fazer algo.

Nas Diretivas ISO/IEC, Parte 2, 2021, 3.3.3, um **requisito** é definido como uma "expressão, no conteúdo de um documento, que expressa critérios objetivamente verificáveis a serem cumpridos e da qual nenhum desvio é permitido se a conformidade com o documento for reivindicada".

Nas Diretivas ISO/IEC, Parte 2, 2021, 3.3.4, uma **recomendação** é definida como uma "expressão, no conteúdo de um documento, que expressa uma possível escolha ou linha de ação que seja considerado particularmente adequado sem necessariamente mencionar ou excluir outros".¹

(1) <https://www.iso.org/foreword-supplementary-information.html>

03

Princípios do Relatório

O cálculo e o relatório das emissões de GEE do Escopo 3 ou de um inventário de produtos deverão se basear nos seguintes princípios:

Relevância, Integridade, Coerência, Transparência e Precisão. [Instituto de Recursos Mundiais e WBSCD (2004)].

A função principal destes cinco princípios é guiar a aplicação dos Padrões do Protocolo de GEE e a garantia dos inventários, em particular quando a aplicação dos padrões em situações específicas é ambígua. Os mesmos princípios são usados também para abordar a incerteza dentro dos dados reportados.

Na prática, as empresas podem encontrar um consenso entre os princípios. Por exemplo, uma empresa pode identificar que, para conseguir o inventário mais completo, são necessários dados menos precisos, o que compromete a precisão geral. Por outro lado, conseguir o inventário mais preciso pode exigir a exclusão de atividades com baixa precisão, o que compromete a integridade total. As empresas devem equilibrar os consensos entre os princípios em função de seus objetivos comerciais. Ao longo do tempo, à medida que a precisão e a integridade dos dados de emissões de GEE do Escopo 3 e PCF crescem, é provável que o trade-off entre estes princípios de contabilidade diminua.

A seguir, cada princípio é descrito brevemente, com mais informações fornecidas no capítulo 4.

Relevância

Um relatório de Escopo 3.1 relevante possui a informação que os usuários — tanto internos quanto externos à empresa — necessitam para suas tomadas de decisão. As empresas devem usar o princípio de relevância na hora de se decidir excluir alguma atividade do limite de inventário, selecionar as fontes de dados e coletá-los.

Integridade

As empresas devem assegurar que o inventário reflita de forma adequada as emissões de GEE de Escopo 3.1. Em algumas situações, as empresas podem ser incapazes de estimar precisamente as emissões, devido à ausência de dados ou outros fatores limitantes. Contudo, as empresas não devem excluir nenhuma fonte de emissões que possa comprometer a relevância do inventário reportado. Qualquer exclusão deve ser documentada e justificada de forma transparente; os auditores podem determinar o potencial impacto e a relevância.

Coerência

A aplicação coerente das abordagens contábeis, limites de inventário e das metodologias de cálculo é essencial para produzir dados sobre as emissões de GEE comparáveis no decorrer do tempo. Caso haja alterações no limite de inventário (por exemplo, a inclusão de atividades previamente excluídas), nos métodos, nos dados ou em outros fatores que afetem os cálculos das emissões, estas devem ser documentadas e justificadas de forma transparente, e podem justificar um recálculo das emissões do ano-base.

Transparência

A transparência diz respeito ao grau em que a informação sobre os processos, procedimentos, premissas e limitações do inventário de GEE é divulgada de maneira clara, objetiva, neutra e compreensível, baseada em clara documentação. Um relatório transparente proporcionará uma clara compreensão de questões pertinentes e uma análise significativa do desempenho em matéria de emissões de Escopo 3 da empresa. As informações devem ser registradas, coletadas e avaliadas de forma a permitir aos avaliadores internos e aos auditores externos atestarem sua credibilidade e alcançarem os mesmos resultados se fornecidas com fontes de dados subjacentes.

Precisão

Os dados devem ser suficientemente precisos para permitir que os usuários previstos possam tomar decisões com um grau razoável de confiança de que a informação reportada é confiável. As medições, estimativas ou cálculos das emissões de GEE não devem ser sistematicamente superiores, nem inferiores ao valor real das emissões, até onde for possível avaliar. As empresas devem reduzir as incertezas no processo de quantificação na medida do possível e garantir que os dados sejam suficientemente precisos para servir às necessidades de tomada de decisão. Informar sobre as medidas adotadas para garantir a precisão e melhorá-la ao longo do tempo pode ajudar a promover a credibilidade e reforçar a transparência.

04

Guia para o cálculo de emissões em nível corporativo de Escopo 3.1

O sistema de cálculo de PCF, do berço ao portão da fábrica, é a soma das emissões de GEE, expressas como equivalentes de CO₂ relacionadas com um produto, desde a extração dos recursos até a porta da empresa relatora, incluindo o transporte.

O cálculo de PCF, pode incluir o transporte para o cliente, mas as respectivas emissões de GEE devem ser declaradas como informação adicional separadamente de PCF do berço ao portão da fábrica.

O PCF dos produtos químicos deve incluir todas as emissões de GEE relacionadas ao produto. A forma de calcular o PCF dos produtos químicos é explicada detalhadamente no capítulo 5 deste documento.

No contexto dos relatórios corporativos, PCFs são usados para calcular as emissões de Escopo 3.1. As emissões de GEE de uma empresa relatora são divididas em três escopos, conforme definido pelo Protocolo de Gases de Efeito Estufa (Protocolo de GEE):

As emissões diretas de CO₂-eq do Escopo 1 são o resultado dos processos de produção que pertencem ou são controlados pela empresa relatora. Por exemplo, as emissões diretas das reações químicas, a incineração ou o tratamento de resíduos na planta da empresa relatora ou as emissões da produção de energia in loco.

As emissões de CO₂-eq do Escopo 2 são resultado da geração de energia comprada, tal como a eletricidade e o vapor usados para alimentar as fábricas da empresa relatora.

As emissões de CO₂-eq do Escopo 3 ocorrem a partir de fontes que pertencem ou são controladas por outras entidades na cadeia de valor. Dentro do Escopo 3, existem 15 subcategorias [Padrão de contabilidade e relatórios da cadeia de valor corporativa (Escopo 3) do Protocolo de GEE], que abrangem as emissões anuais da cadeia de valor upstream e downstream. Este Guia foca no Escopo 3.1, "bens e serviços adquiridos", com o foco principal nos bens adquiridos. Outras categorias de Escopo 3 não são consideradas aqui, a menos que haja interações com a categoria 3.1 que possam dar lugar a um cálculo inadequado das emissões totais, se não forem levados em conta os aspectos relacionados.

No caso de empresas do setor químico, os bens adquiridos mais contaminantes são, geralmente, matérias-primas utilizadas e transformadas em produtos. Para os relatórios corporativos anuais, o PCF de cada bem adquirido é agregado a um valor e relatado na categoria de Escopo 3.1. Baseado nas informações sobre o PCF desses bens adquiridos, as empresas calculam o PCF de seus produtos finais para obter um resultado do berço ao portão da fábrica. Esse PCF resultante é a base para o produtor sucessivo na cadeia de fornecimento.

4.1 Definição de Escopo 3.1, "bens e serviços adquiridos"

Segundo o Protocolo de Gases de Efeito Estufa [Padrão de Contabilidade e Relatórios da Cadeia de Valor Corporativa (Escopo 3) do Protocolo de GEE], esta categoria inclui todas as emissões upstream (isto é, do berço ao portão da fábrica) dos produtos comprados ou adquiridos pela empresa informante no ano do relatório. Os produtos incluem tanto bens (produtos tangíveis), quanto serviços (produtos intangíveis). Esta categoria inclui as emissões de todos os bens e serviços adquiridos que não estão incluídos nas outras categorias de emissões upstream de Escopo 3 (ou seja, da categoria 2 à categoria 8).

As emissões do berço ao portão da fábrica incluem todas as emissões que são produzidas no ciclo de vida dos produtos adquiridos, até o momento da sua recepção por parte da empresa relatora (excluindo as emissões de fontes que pertencem ou são controladas pela empresa relatora). As emissões do berço ao portão da fábrica podem incluir:

- Extração de matérias-primas.
- Atividades agrícolas.
- Fabricação, produção e processamento.
- Geração de eletricidade consumida por atividades upstream.
- Disposição/tratamento dos resíduos gerados pelas atividades upstream.
- Uso do solo e alteração do uso do solo.
- Transporte dentro da cadeia de fornecimento upstream e para a empresa relatora, quando não pago pela empresa relatora.
- Qualquer outra atividade anterior à aquisição por parte da empresa relatora.

O capítulo 5 explica como deve ser calculado o PCF da criação ao portão da fábrica. Para a indústria química, os materiais de Escopo 3.1. são cruciais, porque nas primeiras etapas da geração de matérias-primas são causadas contribuições relativamente altas para PCF global. As empresas que usam informações sobre PCFs de seus fornecedores para aplicar nos relatórios upstream de Escopo 3.1 devem checar se:

- os dados oferecidos pelo fornecedor estão o mais perto possível do intervalo de tempo da empresa relatora;
- a unidade declarada se encaixa exatamente à forma em que a empresa utiliza o produto;
- a qualidade e a concentração se ajustam ao produto utilizado;
- A qualidade dos dados é suficiente para ser usada nos relatórios.
- a variação entre vários fornecedores é plausível.
- Os atributos entregues com o PCF do produto são completos e representativos. O número e a quantidade de materiais comprados estão disponíveis para calcular uma quantia correta de equilíbrio de massa.

4.2 Fundamentos do processo de cálculo das emissões de Escopo 3.1

Esta seção inclui as melhores práticas para elaborar um inventário de GEE e as técnicas de cálculo das emissões de GEE. Um inventário de GEE contabiliza todos os GEE emitidos ou eliminados da atmosfera por parte da empresa relatora. O inventário de GEE irá elencar, por fonte ou escopo de GEE, a quantidade de emissões de GEE emitidas na atmosfera por um certo período de tempo (principalmente durante o ciclo de relatório de uma empresa). Deve-se prestar atenção especial à seleção do limite de inventário. O limite deve equilibrar a integridade e a coerência com a relevância das emissões de Escopo 3.1. O Capítulo 3 do Protocolo de Gases de Efeito Estufa oferece instruções detalhadas sobre as melhores práticas para estabelecer limites de inventários. [WBCSD Chemicals, (2013)]

Para elaborar um inventário de GEE do Escopo 3.1, os limites de inventário, o banco de dados e as metodologias devem ser coerentes para possibilitar conclusões significativas e o monitoramento do desempenho ao longo do tempo. Portanto, os limites de inventário e as fontes de dados de atividade, assim como os fatores de emissão, devem ser selecionados cuidadosamente. Dito isto, o aperfeiçoamento constante na qualidade dos dados deve ser buscado para poder qualificar as emissões de maneira mais precisa. Qualquer mudança em relação aos anos anteriores pode interferir no inventário

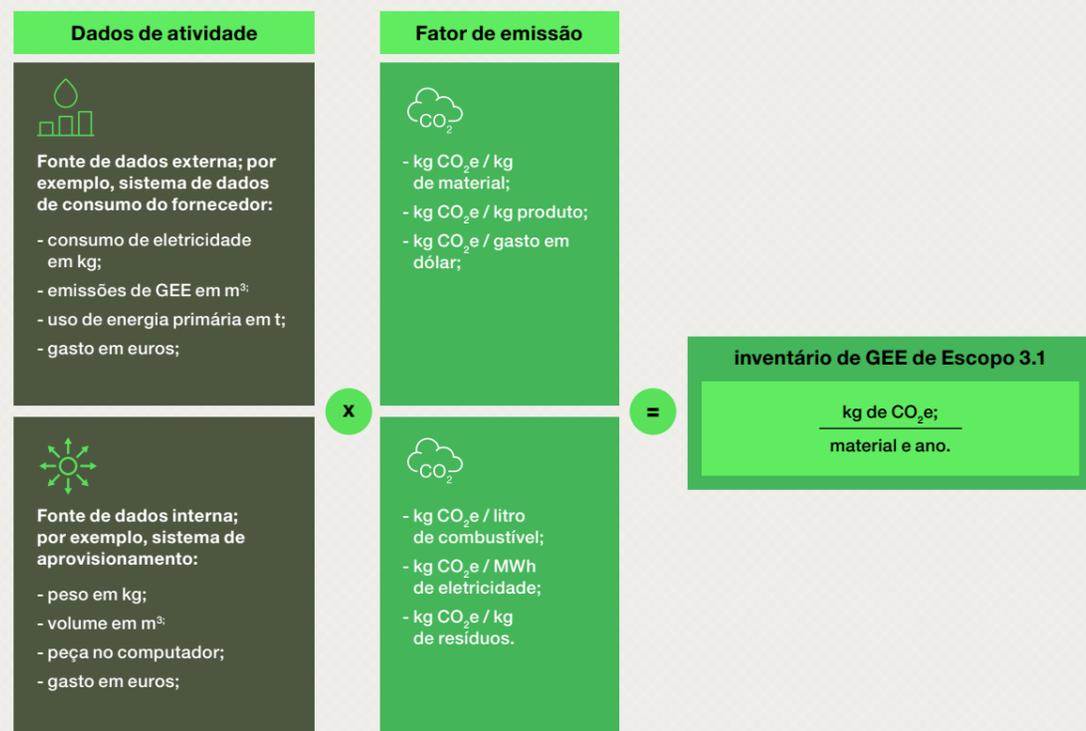
de GEE de Escopo 3 de uma empresa e, portanto, deve ser feita somente sob uma análise cuidadosa da importância da atividade e o benefício esperado de uma maior qualidade dos dados. No entanto, para garantir a comparabilidade ao longo do tempo, uma mudança nas práticas de cálculo deve ser reportada de forma transparente e pode requerer o recálculo do ano-base. No capítulo 4.4 são oferecidas várias abordagens para reduzir o esforço e a complexidade, sem comprometer demais a qualidade.

As emissões dentro de um inventário de GEE são quantificadas usando métodos de medição direta ou de cálculo. Como os dados de medição direta das emissões de Escopo 3 são difíceis de conseguir para a empresa relatora, normalmente essas informações são estimadas usando métodos de cálculo, fazendo uso dos dados de atividade e dos fatores de emissão. Segundo o Protocolo de GEE, os "dados de atividade" são uma medida quantitativa de um nível de atividade que resulta em emissões de GEE (por exemplo, quilogramas de material adquirido ou dólares gastos em uma atividade). Um "fator de emissão" é um fator que converte os dados de atividade em emissões de GEE (por exemplo,

kg de CO₂ emitido por quilo ou dólar gasto). A figura 4.1 oferece uma visão geral dos elementos do inventário de GEE de Escopo 3.1. A geração de dados de atividade (capítulo 4.5) e a coleta de fatores de emissão (capítulo 4.5) são explicadas detalhadamente nas seguintes seções.

O Protocolo de GEE diferencia os cálculos das emissões de GEE em quatro métodos básicos: método do gasto, da média, híbrido e do fornecedor [Guia para o cálculo das emissões de GEE de Escopo 3 do Protocolo de GEE (2013)]. Os métodos podem divergir significativamente na forma em que os dados são coletados e processados, o que dá lugar a diferenças significativas no esforço e precisão. Embora possa ser parcialmente impraticável ou possa criar um esforço adicional, as metodologias podem ser usadas em associação. A decisão a favor ou contra de um método específico pode depender das metas de negócios da empresa, da importância das emissões de bens e serviços dentro do Escopo 3.1 da disponibilidade e da quantidade dos dados. Se a qualidade dos dados permitir, são sempre preferíveis os valores específicos do fornecedor.

Figura 4.1 Abordagem geral de cálculo para a elaboração de um inventário de GEE



4.3 Dados de atividade

Os dados de atividade usados para calcular as emissões de Escopo 3.1 costumam ser a quantidade de matérias-primas adquiridas e/ou o gasto monetário em serviços ou bens técnicos adquiridos no ano do relatório.

4.3.1 Coleta e processamento de dados de atividade

Os dados de atividade são um elemento-chave para o cálculo das emissões de GEE e se referem aos dados associados a uma atividade que gera emissões de GEE, como as toneladas de uma matéria-prima a adquirida. Estes dados de atividade são coletados em unidades físicas (toneladas) ou em dinheiro gasto e, depois, combinados com um fator de emissão e o valor GWP do gás de efeito estufa correspondente para calcular o CO₂e. A coleta dos dados de atividade é a principal responsabilidade da empresa relatora e costuma ser o desafio mais importante ao se elaborar um inventário de GEE. Portanto, é essencial definir procedimentos sólidos de coleta de dados de atividade. As empresas podem considerar útil diferenciar entre aquisições de produtos relacionados à produção e as não relacionados à produção. Fazendo isto, é possível alinhar com as práticas de provisionamento existentes e, portanto, pode ser uma forma útil de organizar e coletar dados de maneira mais eficiente.

A aquisição relacionada com a produção (frequentemente chamada aquisição direta) consiste em bens adquiridos que estão diretamente relacionados com a produção dos produtos de uma empresa. A aquisição relacionada com a produção pode incluir :

- matérias-primas e bens intermediários (por exemplo, materiais, componentes e peças) que a empresa adquire para processar, transformar ou incluir em outro produto;
- bens finais adquiridos para revenda (apenas para empresas varejistas e distribuidoras);
- bens técnicos e de capital (por exemplo, instalações, propriedades e equipamentos) que a empresa usa para fabricar um produto, prestar um serviço ou vender, armazenar e entregar mercadorias, ou que também são necessárias de adquirir para possibilitar uma aplicação precisa dos produtos químicos por parte do cliente. Alguns exemplos de bens técnicos e de capital dentro da indústria química são as embalagens, os produtos químicos para a limpeza da água, os produtos químicos usados nas torres de refrigeração, etc.

Observe que os bens de capital são relatados no Escopo 3 categoria 2 (Bens de Capital).

A aquisição não relacionada com a produção (frequentemente chamada aquisição indireta) consiste na aquisição de bens e serviços que não são parte integrante dos produtos da empresa, mas que, em vez disso, são utilizados para permitir operações. A aquisição não relacionada com a produção pode incluir mobiliário, equipamento de escritório e computadores ou todo o tipo de serviços, tais como consultoria, trabalho de manutenção ou mão-de-obra contratada. [Protocolo GEE Cadeia de Valor Empresarial (Escopo 3) Norma]

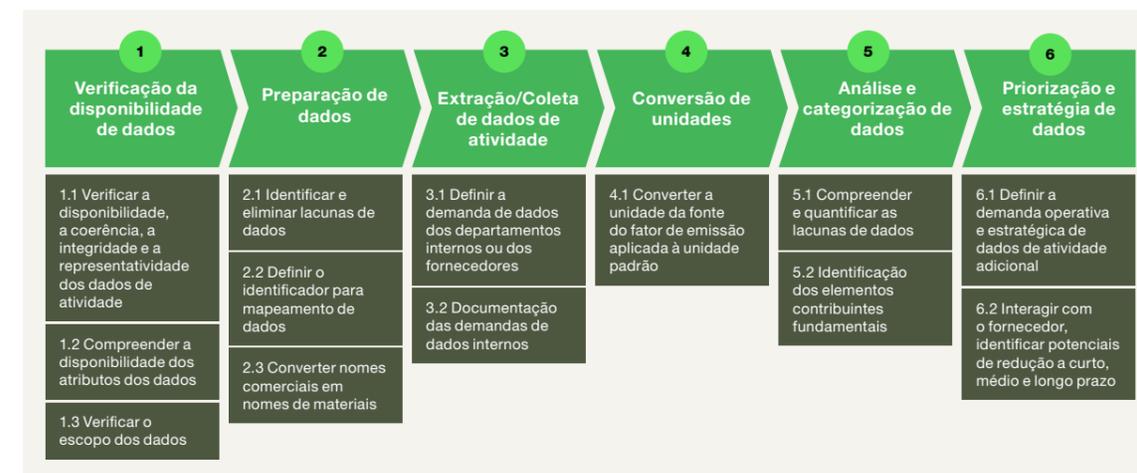
Os processos de geração, preparação e processamento dos dados de atividade estão resumidos na figura 4.2 e explicados detalhadamente a seguir.

Verificação da disponibilidade de dados

1.1) Os dados da atividade podem ser obtidos por meio de leituras de medidores, registros de compras, monitoramento direto, balanço de massa, estequiometria ou outros métodos para obtenção de dados de atividades específicas na cadeia de valor da empresa. Os dados da atividade podem ser obtidos de sistemas internos de aquisição e/ou ERP ou solicitados diretamente ao fornecedor. Dados sobre gastos e massa, volume, quantidades de produtos devem ser solicitados internamente. Além disso, deve ser gerado um entendimento dos sistemas internos, suas frequências de atualização, unidades, formatos, disponibilidade de valores de previsão, mudanças potenciais e antecipação de implicações no sistema contábil pretendido. A disponibilidade dos dados dentro do ciclo contábil anual também deve ser considerada para garantir que os dados estejam disponíveis no momento certo e com a qualidade certa para cálculos posteriores.

1.2) Além dos números dos dados de atividade reais, são necessários os atributos dos bens adquiridos. Os atributos primários referem-se ao material diretamente (por exemplo, nome do material, número, CAS, estrutura química, grupo químico), ao passo que os atributos secundários especificam ainda melhor as características indiretas (por exemplo, ano, país do vendedor, nome e número do fornecedor). Estes atributos possibilitam o mapeamento dos dados de atividade para fatores de emissões e análise e interpretação dos dados.

Figura 4.2 Etapas fundamentais do processo de geração, preparação e processamento dos dados de atividade de Escopo 3.1



1.3) Na última etapa de verificação, os dados extraídos do sistema interno devem ser conferidos para garantir sua precisão e coerência.

Preparação para a coleta de dados

2.1) Embora os dados de despesa possam ser muito completos devido aos requisitos da contabilidade financeira, os dados físicos sobre a quantidade, o volume ou a massa dos bens adquiridos podem estar, muitas vezes, incompletos e/ou incoerentes. Como o processo de compra das empresas costuma envolver dezenas ou até centenas de pessoas, uma alteração no processo de coleta de dados pode causar maiores implicações nos processos e sistemas. Ter à disposição um conjunto completo de dados físicos de entrada pode ser um desafio a longo prazo para muitos; é aconselhável iniciar a fase de preparação de dados o quanto antes.

2.2) A quantidade potencialmente grande de dados a serem tratados, a heterogeneidade e até mesmo a falta de disponibilidade dos números de materiais, assim como o uso de diversas fontes de dados internas e externas, podem fazer com que seja necessária a implantação de um sistema de gestão de dados adequado que vá além dos sistemas baseados em Excel amplamente utilizados. Em ambos os casos, o uso de um identificador é essencial para garantir o rastreamento e a unicidade das entradas do banco de dados. Na tabela 4.2 é oferecida uma lista de identificadores já utilizados no setor químico, em que o Chemical Abstract Service (CAS) é o sistema mais aceito e utilizado pelas empresas químicas, mas também pelos fornecedores de dados sobre os fatores de emissão. As empresas podem desenvolver seus próprios identificadores para os bens e serviços adquiridos fora dos sistemas de classificação das substâncias químicas — por exemplo, embalagens, serviços de mão de obra ou produtos informáticos.

Tabela 4.1 Exemplos de sistemas de classificação que podem ser usados como identificadores no processo de mapeamento de dados de atividade e fatores de emissão

Abreviatura	
Número de Registro do Chemical Abstracts Service (CAS)	Um Número de Registro CAS é um identificador único e inequívoco para uma substância específica, que permite uma comunicação clara e, com a ajuda dos cientistas do CAS, conecta todos os dados e estudos disponíveis sobre essa substância ¹ .
Sistema Simplificado de Entrada de Linha de Entrada Molecular (SMILES)	O sistema simplificado de entrada de linhas moleculares é uma especificação em forma de notação de linhas para explicar a estrutura das substâncias químicas através de cadeias curtas ASCII ² .
ECLASS	ECLASS é um padrão internacional de dados para bens e serviços em conformidade com a norma ISO/IEC ³ .
Código de Produtos e Serviços Padrão das Nações Unidas (UNSPSC)	O Código de Produtos e Serviços Padrão das Nações Unidas é um sistema internacional de classificação de produtos e serviços. Estes códigos são usados para classificar os produtos e serviços — no caso de fornecedores, para classificar os produtos e serviços de sua empresa, e no caso dos funcionários da ONU, para classificar produtos e serviços ao publicar as oportunidades de aquisição .
PRODCOM	O PRODCOM é um levantamento anual para a coleta e difusão de estatísticas sobre a produção de bens industriais (principalmente manufaturados), tanto em termos de valor quanto em quantidade, na União Europeia (UE) .
Inventário Alfandegário Europeu de Substâncias Químicas (ECICS)	O Inventário Alfandegário Europeu de Substâncias Químicas é um instrumento de informação administrado pela Direção Geral (DG) de Fiscalidade e União Alfandegária da Comissão Europeia que possibilita aos usuários: - identificar de maneira clara e fácil as substâncias químicas; - classificá-las de maneira correta e fácil na Nomenclatura Combinada; - nomeá-las em todos os idiomas da UE para efeitos de regulamentação .
Sistemas Harmonizados de Descrição e Codificação de Mercadoria (SH)	O Sistema Harmonizado é uma nomenclatura internacional para a classificação de produtos. Dá a possibilidade aos países participantes de classificar os bens comercializados sobre uma base comum para fins alfandegários. Em nível internacional, o Sistema Harmonizado (SH) é um sistema de códigos de seis dígitos para classificar as mercadorias .

(1) <https://www.cas.org/cas-data/cas-registry>

(2) https://www.chemieurope.com/en/encyclopedia/Simplified_molecular_input_line_entry_specification.html

(3) <https://www.eiclass.eu/en/index.html>

(4) <https://www.unspsc.org/>

(5) <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:PRODCOM>

(6) https://ec.europa.eu/taxation_customs/online-services-and-databases-customs-ecics-european-customs-inventory-chemical_en

(7) <https://unstats.un.org/unsd/tradekb/knowledgebase/50018/Harmonized-Commodity-Description-and-Coding-Systems-HS>

2.3) Para procedimentos adicionais de processamento e mapeamento, pode ser útil converter os nomes comerciais definidos pelo fornecedor em nomes de materiais padronizados. A necessidade desse esforço depende da qualidade dos bancos de dados de compras, mas também da estratégia aplicada para mapear os dados da atividade com os fatores de emissão. Por exemplo, um mapeamento automatizado baseado em números CAS não precisa de nomes de materiais definidos exclusivamente. Uma estratégia de mapeamento que mapeia manualmente fatores de emissão e dados de atividade com base em nomes de materiais exigiria um nome de material limpo e exclusivo.

Extração/Coleta de dados de atividade

3.1) A extração de dados de atividade dos sistemas internos ou a coleta do fornecedor deve começar com a definição clara da demanda de dados. Além das definições específicas dos materiais (comparar atributos típicos dos dados), deve haver informação geral sobre os dados disponíveis e os formatos dos arquivos.

- Data da extração de dados.
- Sistema de dados usado e versão.
- Pontos de dados relevantes (PCF/dados de inventário: massa, volumes, energia, etc.).
- Cronograma (por exemplo, período de referência).
- Limite geográfico (país).
- Limite tecnológico (por exemplo, especificações de material ou de produção (concentração)).
- Escopo da empresa (por exemplo, limites operacionais).
- Unidade.
- Outros atributos de dados (Pro Taxonomy, nome do fornecedor, número Dun & Bradstreet (DUNS)).

3.2) O processamento de solicitações de dados externas e internas torna necessária a extração de dados dos sistemas de compras ou ERP das empresas informantes. Extrações de banco de dados (por exemplo, consultas) devem ser documentadas e salvas para garantir comparabilidade e consistência ao longo do tempo, mas também para fornecer confiança no processo de verificação da empresa de garantia.

Conversão de unidades

4.1) Os dados de atividade definidos com clareza também podem ser entregues com unidades diferentes, ou com unidades que não correspondem com as unidades aplicadas nos conjuntos de dados sobre os fatores de emissão. Embora uma conversão de unidades a partir de diferentes unidades de medida (métrica/imperial) ou unidades monetárias possa ser fácil de operar com fatores padronizados, uma conversão entre diferentes unidades físicas (volume - massa ou peça - massa) precisa de fatores específicos do produto ou do material. Os fatores médios de densidade, por exemplo, podem ajudar na maioria dos casos, mas sua aplicabilidade a produtos específicos deve ser cuidadosamente verificada. O mesmo ocorre em conversões de unidades baseadas em peças para unidades baseadas em massa.

Análise e categorização de dados

5.1) A fase de análise deve auxiliar a empresa relatora a tomar decisões a respeito do processamento e melhoria dos dados, baseado na integridade e qualidade dos mesmos. Em uma primeira fase, a empresa relatora deve entender

quais dados estão disponíveis para os diferentes tipos de dados (físicos, com base em gastos). Em uma segunda fase, a extensão das lacunas de dados existentes necessita ser avaliada para apoiar a definição de uma estratégia de dados.

5.2) Uma análise de hotspots baseados em dados físicos de gastos pode auxiliar a identificação dos principais fornecedores, assim como os bens e serviços que mais contribuem para o inventário. Uma categorização de bens e serviços com propriedades similares pode, então, facilitar o fechamento das lacunas de dados identificadas na parte 5.1.

Priorização e estratégia de dados

6.1) A partir da base de análise de dados, é possível identificar áreas de alta prioridade por fornecedor, mercadorias e categoria de serviço, assim como uma maior demanda de dados. A demanda operativa e estratégica de dados deve ser definida em uma estratégia de dados, assim como as abordagens, processos e sistemas para fechar essas lacunas.

6.2) É pouco provável que todos os fornecedores de uma empresa relatora possam oferecer dados sobre o PCF. Em tais casos, as empresas devem estimular os fornecedores a desenvolver inventários de GEE. Se os dados de emissões de GEE dos fornecedores não estiverem disponíveis, devem ser usados fatores de emissão de outras fontes (ver capítulo 4.4 sobre fatores de emissão).

4.3.2 Agrupamento e priorização dos dados de atividade

A priorização dos bens e serviços adquiridos é um passo importante na análise dos dados de atividade de Escopo 3.1. Isto pode ser realizado seguindo uma abordagem em duas etapas.

Etapa 1: Agrupamento

Para uma empresa do setor químico com milhares de bens e serviços adquiridos, o agrupamento das aquisições da própria empresa em grupos de produtos pode facilitar o cálculo [Global Compact Network Germany (2019)]. No caso de bens adquiridos, é recomendado agrupar as aquisições de acordo com cada perfil (por exemplo, número CAS), levando em conta o nível de agregação dos fatores de emissão disponíveis. Para uma melhor versão geral e um melhor processamento dos dados, o agrupamento pode ser útil, por exemplo, no nível de categoria de provisão, subcategoria ou grupo de materiais. Isto facilita a seleção de fatores de emissão, por exemplo, a partir de bancos de dados ACV, e possibilita, quando aplicável, uma extrapolação das emissões de GEE para contabilizar 100% das matérias-primas adquiridas dentro de uma categoria de substâncias (quimicamente) relacionadas (consulte 4.4 extrapolação). Esta abordagem pode reforçar a precisão desta etapa de extrapolação.

No caso dos bens e serviços adquiridos não relacionados com matérias-primas, os dados de gasto podem ser usados para agrupar os bens. Pode ser útil fazer a classificação por grupos de setores reconhecidos internacionalmente (por exemplo, os códigos NACE), usando como guia a perspectiva e os fundamentos usados para o agrupamento de setores

(1) Os modelos entrada-saída ambientalmente ampliadas (EIO) avaliam o uso de energia e/ou as emissões de GEE resultantes de atividades de produção e a cadeia de fornecimento upstream de diferentes setores e produtos em uma economia. Os fatores de emissão EIO resultantes podem ser usados para estimar as emissões de GEE de uma determinada indústria ou categoria de produtos. Os dados EIO são especialmente úteis para selecionar as fontes de emissão a priorizar os esforços de coleta de dados. Os modelos EIO são derivados da alocação das emissões nacionais de GEE a grupos de produtos finais, em função dos fluxos econômicos entre setores industriais. Os modelos EIO variam no número de setores e produtos incluídos e na frequência com que são atualizados. Os dados EIO costumam ser abrangentes, mas o nível de granularidade é relativamente reduzido, em comparação com outras fontes de dados.

e regiões dentro das tabelas e modelos de entrada-saída ambientalmente ampliadas (EEIO)¹, como Exiobase ou as diretrizes de 2014 sobre os fatores de conversão para relatórios corporativos de GEE de Defra/ DECC (Tabela 13 - Emissões indiretas da cadeia de fornecimento). Este documento, de acesso público, oferece fatores de emissão baseados no gasto para mais de 100 grupos de produtos ou setores, segundo a classificação industrial padrão.

Passo 2: Priorização

Priorização das atividades em função da magnitude das emissões de GEE

A maneira mais rigorosa de identificar as atividades prioritárias consiste em usar métodos iniciais de avaliação (ou triagem) de GEE para determinar quais bens ou serviços de Escopo 3.1 devem ser mais significativos em termos de tamanho, com base em fatores como peso ou custo das aquisições. Uma abordagem quantitativa oferece um entendimento mais preciso sobre as magnitudes relativas das diversas atividades de Escopo 3.1. Para priorizar as atividades em função de suas emissões de GEE previstas, as empresas devem:

- usar métodos iniciais de avaliação (ou triagem) de GEE para estimar as emissões de cada atividade de Escopo 3.1 (por exemplo, usando dados médios da indústria, dados EEIO, dados indiretos ou estimativas aproximadas);
- classificar todos os bens ou serviços de Escopo 3.1 do maior ao menor, segundo suas emissões de GEE estimadas, para definir quais atividades de Escopo 3.1 têm o impacto mais significativo; e
- aplicar as diretrizes dos capítulos 5.2.6 até 5.2.8 deste documento.

Analisar se na cadeia de valor dos bens adquiridos aparecem materiais ou atividades com elevado consumo energético ou de GEE, por exemplo, materiais baseados em metais preciosos como os catalisadores. [Padrão de contabilidade e relatórios da cadeia de valor corporativa (Escopo) do Protocolo de GEE].

As empresas podem achar útil diferenciar entre as aquisições de produtos relacionados com a produção (por exemplo, materiais, componentes e peças) e as de produtos não relacionados com a produção (por exemplo, móveis e materiais de escritório e suporte de TI). Esta distinção pode estar alinhada com as práticas de provisionamento e, portanto, pode ser uma forma útil de organizar e coletar dados de maneira mais eficiente e mostrar as contribuições às emissões globais de Escopo 3.1 (Figura 4.3).

Figura 4.3 Resumo dos impactos nos relatórios de Escopo 3.1 das diferentes matérias-primas segundo sua parcela de contribuição.

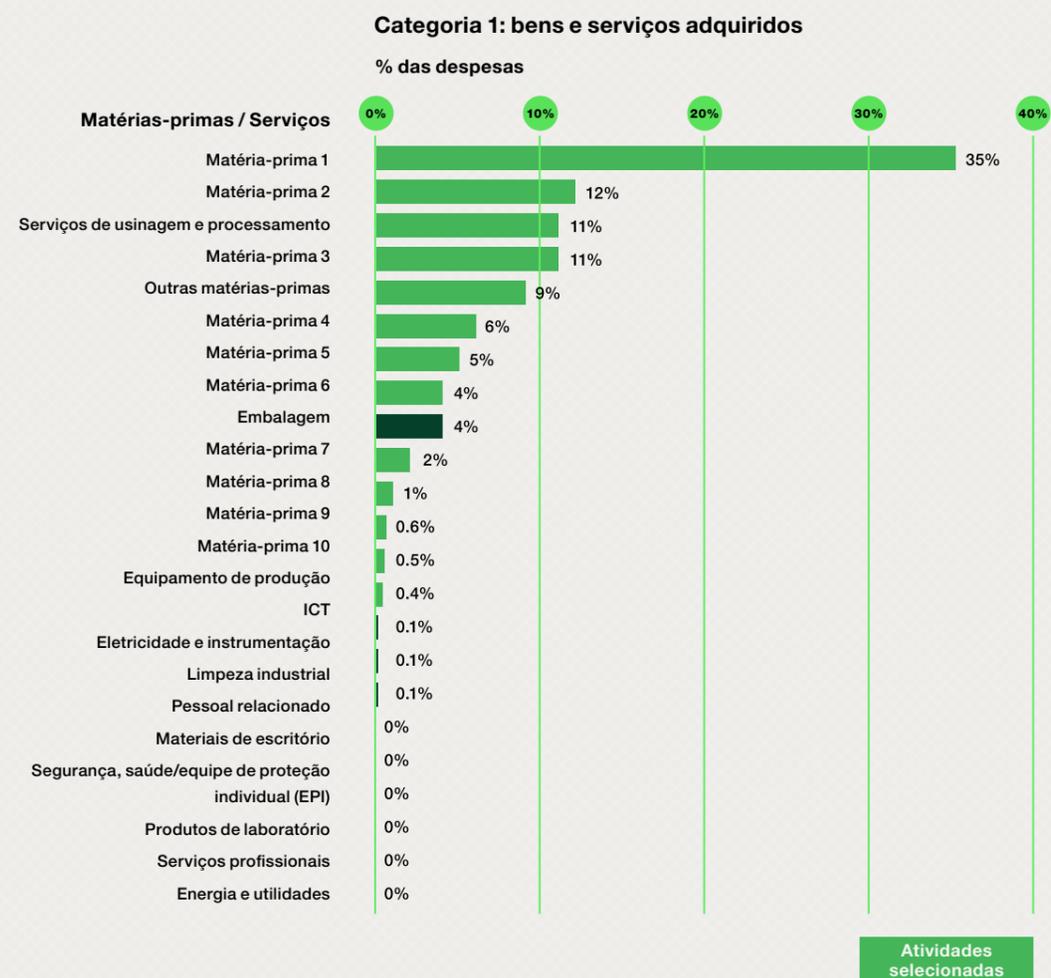


Tabela 4.2 Priorização de bens e serviços em função do CO₂ emitido, comparado ao gasto. Segue-se a regra 80/20, isto é, a utilização de 80% das emissões de CO₂ prioriza somente as matérias-primas, enquanto o uso de 80% do gasto prioriza tanto as matérias-primas quanto os serviços.

Bens e serviços adquiridos	% de CO ₂ estimado	% das despesas
Matéria-prima 1	35%	20%
Matéria-prima 2	20%	15%
Matéria-prima 3	10%	10%
Matéria-prima 4	15%	5%
Matéria-prima 5	5%	5%
Tecnologia da informação	3%	5%
Serviços financeiros	5%	5%
Serviços de mão de obra	5%	15%
Serviços de consultoria	2%	20%

O método baseado no gasto é o menos preciso, já que o gasto se baseia em impactos financeiros, como a inflação, os impostos e os efeitos de câmbio.

Priorizar atividades com base em gastos ou receitas financeiras

Se não for possível classificar as atividades de Escopo 3.1 em função de suas emissões de GEE estimadas, as empresas podem optar por priorizar as atividades de Escopo 3.1 em função da sua importância financeira relativa. As empresas podem usar uma análise do gasto financeiro para classificar os tipos de produtos adquiridos por sua contribuição no gasto total (para um exemplo, consulte o estudo de caso de uma empresa a seguir).

As empresas devem ser prudentes na hora de priorizar as atividades em função de sua contribuição financeira, já que o gasto e as entradas podem não estar bem relacionadas com as emissões. Por exemplo, algumas atividades, como os serviços financeiros, têm um alto valor de mercado, mas suas emissões são relativamente baixas. Em contrapartida, algumas atividades possuem um valor de mercado baixo, mas têm emissões relativamente altas, como algumas matérias-primas. Consequentemente, as empresas também devem priorizar as atividades que não contribuem significativamente para os gastos ou as entradas financeiras, mas que devem ter um impacto significativo de GEE.

Deve-se levar em conta que os fatores de emissão só foram mantidos até 2011 e se referem a libras esterlinas de 2011 (com IVA incluído). Esses fatores de emissão devem ser ajustados à taxa de inflação da moeda no ano do relatório, à taxa de câmbio correspondente e ao IVA, antes de serem aplicados.

Exemplo do Protocolo de GEE: priorizar as emissões de Escopo 3 dos bens e serviços adquiridos

Uma empresa de produtos químicos especializados aplicou uma análise baseada nas emissões e no gasto para priorizar seus bens e serviços adquiridos antes de coletar dados para a categoria 1. A empresa se propôs a identificar os bens e serviços adquiridos que representavam coletivamente ao menos 80% das emissões, assim como 80% do gasto total. A tabela ilustra como variam os resultados da priorização se são considerados os GEE emitidos, em comparação com o gasto; sobretudo, a inclusão dos serviços adquiridos de alto custo, quando o gasto é considerado.

4.3.3 Atualização e aprimoramento dos dados de atividade

A cada ano, a empresa relatora deve atualizar as quantidades de bens e serviços adquiridos. A empresa também deve contabilizar as novas categorias e tipos de compras. Qualquer erro material que seja identificado e que afete os cálculos do ano anterior deve ser corrigido para os cálculos do ano em curso e do ano anterior, como é explicado detalhadamente no Protocolo de GEE [Padrões de contabilidade e relatórios da cadeia de valor corporativa (Escopo 3) do Protocolo de GEE]. Com o passar do tempo, é possível identificar fontes de dados mais precisas. Estas também devem ser aplicadas aos cálculos do ano em curso e do ano anterior, exceto no caso em que a nova fonte de dados não seja relevante para o ano anterior.

A metodologia de coleta de dados aplicada deve ser mantida a cada ano, para ser capaz de realizar as comparações oportunas e acompanhar o progresso. Contudo, uma empresa pode descobrir, com o tempo, que as compras devem estar em uma categoria diferente da prevista inicialmente. Embora isto não seja uma mudança substancial nas emissões de Escopo 3 para a empresa, ela reflete uma oportunidade para melhorar a precisão da contabilidade dos dados. Este tipo de mudança pode desencadear um novo cálculo da linha de base, a fim de manter comparações coerentes.

4.4 Fatores de emissão

Conforme discutido anteriormente, as emissões podem ser quantificadas através de medições ou cálculos diretos, ainda que as emissões de Escopo 3 frequentemente sejam calculadas usando os dados de atividade e os fatores de emissão.

O cálculo das emissões do Escopo 3 baseado em fatores de emissão pode dar lugar a grandes variações e incertezas. Por isso, a disponibilidade de fatores de emissão adequados é um fator essencial para a qualidade do inventário de GEE de Escopo 3.1. Os passos a seguir oferecem orientação sobre as melhores práticas para encontrar e utilizar os fatores de emissão (Figura 4.4).

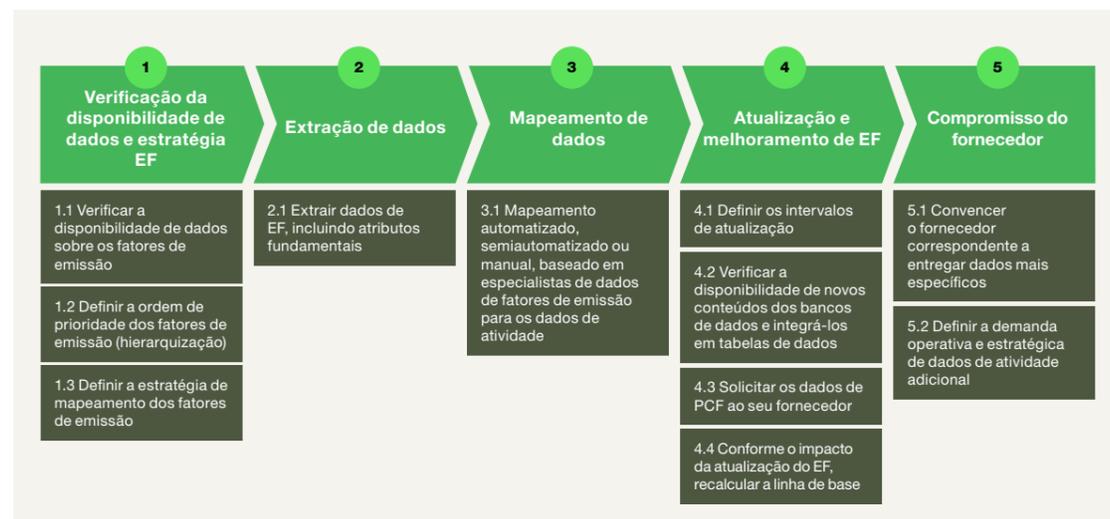
1) Verificação da disponibilidade de dados e estratégia de fator de emissão

Os dados sobre os fatores de emissão podem ser obtidos de diversas fontes, em diferentes qualidades e escopos. Na tabela 4.3 é disponibilizado um resumo dos diferentes tipos de dados. Ao conseguir os fatores de emissão dos bancos de dados, estes devem sempre ser provenientes de bancos de dados variados. Seguem exemplos de fontes de fatores de emissão:

- Dados verificados de associações, como ISOPA, Plastics Europe, Fertilizer Europe, World Steel Association, etc.
- Bancos de dados ACV, como GaBi (Sphera), Ecoinvent, Carbon Minds, Agribalyse, banco de dados ELCD (PEF).
- Bancos de dados oficiais de fatores de emissão nacionais, como a EPA dos EUA, a AIE, Defra (por exemplo, DECC para dados baseados em gastos), GREET, etc.
- Dados do fornecedor.

As empresas devem comprovar a validade de PCF consultando a lista de atribuições presente no capítulo 5.3.

Figura 4.4 Etapas fundamentais do processo de geração, preparação e processamento dos fatores de emissão de Escopo 3.1



2) Extração de dados

É necessário que a empresa estabeleça uma ordem de prioridade interna dos dados que devem ser utilizados para fazer um monitoramento das emissões da base de fornecedores (Figura 4.3). Esta priorização interna dos fatores de emissão deve auxiliar a empresa a realizar um inventário coerente e a seguir suas metas de redução das emissões de escopo 3 (1.2). A árvore de decisões exibida na figura 4.5 serve como guia para priorizar os fatores de emissão. A seleção de determinadas fontes de dados deve levar em conta a disponibilidade de dados para o sistema interno de contabilidade e monitoramento de metas. As informações completas sobre o desenvolvimento e a implementação de um plano de gestão de dados são encontradas nos Padrões de Contabilidade e Relatórios da Cadeia de Valor Corporativa (Escopo 3) do Protocolo de GEE. Uma empresa relatora deve aplicar sempre os fatores de emissão disponíveis mais específicos e precisos para garantir a máxima qualidade do inventário de emissões de Escopo 3.1 relatado. Para isso, é recomendado aplicar um plano de gestão de dados que possa ser útil no processo de melhora contínua dos dados, mas, dependendo da quantidade de dados, também pode auxiliar a priorizar os esforços (1.3). Por razões de coerência, os fatores de emissão secundários sempre devem ser obtidos do mesmo banco de dados, se possível. Além disso, deve-se sempre avaliar a confiabilidade dos dados disponíveis. Um resumo é mostrado na Tabela 4.2.

Tabela 4.3 Resumo das fontes de dados disponíveis para o cálculo das emissões de Escopo 3.1

Definição	EEIO	ACV médio da indústria	PCF específico	PCF do fornecedor	Híbrido	OCF*
Descrição	Fatores de emissão setoriais, nacionais e globais, comparados com os volumes de compra	Dados médios da indústria de produtos provenientes de bancos de dados de ACV	Conjunto de dados modelados que é mais granular para a tecnologia ou a geografia, em comparação com a média da indústria	Dados de PCF por produto coletados do fornecedor específico	OCF atribuído especificamente ao fornecedor para os Escopos 1 e 2 e dados de atividade do fornecedor e dados médios de EF para o Escopo 3 dos fornecedores.	OCF específico do fornecedor para os Escopos 1, 2 e 3 (por euro ou unidades físicas, como emissões de CO ₂ abs)
Condição prévia	Conhecimento dos gastos das empresas, moedas e taxas de inflação Acesso a um modelo de entrada/saída	Dados físicos disponíveis Base consistente de dados ACV	Conhecimento detalhado da cadeia de fornecimento, incluindo dados físicos Dados sobre PCF a nível do produto	Disposição do fornecedor a compartilhar dados por produto também para a linha de base	Disposição do fornecedor a compartilhar os dados de inventário por produto (quantidades de material)	Disponibilidade de dados sobre o volume de compras, OCF ou dados físicos
Aplicação	Inventário base Análise de hotspots (país, contribuição do grupo de materiais)	Amplo portfólio de produtos	Redução de emissões através reduções genéricas	Medição do desempenho do fornecedor Monitoramento do progresso para as metas climáticas	Desempenho geral do fornecedor	Desempenho geral do fornecedor
Fonte de dados de atividade	Registros de compras (+ajuste de preço)	Sistema de Planejamento de Recursos Empresariais (ERP) e lista de materiais (BoM) da empresa relatora	Sistema de Planejamento de Recursos Empresariais (ERP) e lista de materiais (BoM) da empresa relatora	Sistema de Planejamento de Recursos Empresariais (ERP) e lista de materiais (BoM) da empresa relatora	Dados do fornecedor	Sistema de Compras ou de planejamento de recursos empresariais (ERP) da empresa relatora
Fonte dos fatores de emissão	Modelo de entrada e saída ampliado ambientalmente	Banco de dados da ACV Literatura ou dados sob demanda	Modelo específico do setor/produto da empresa relatora ou consultora e dados médios de ACV	PCF do fornecedor a partir da coleta de dados primários	Dados de OCF para o fornecedor de Nível 1 e dados ACV/PCF médios para upstream do fornecedor Nível 1	Relatório de sustentabilidade Relatório CDP
Prós	Inventário completo e coerente para todos os produtos Boa cobertura regional	Diferenciação de produtos relativamente detalhada Diferenciação anual De fácil acesso	Diferenciação detalhada dos produtos Diferenciação anual	Diferenciação exata dos produtos	Desempenho específico do fornecedor Atualização anual possível Compromisso a respeito do esforço e precisão dos dados	Desempenho específico do fornecedor Atualização anual possível Rápido e fácil de calcular

Definição	EEIO	ACV médio da indústria	PCF específico	PCF do fornecedor	Híbrido	OCF*
Contras	Somente uma diferenciação grosseira do produto O intervalo de tempo dos dados estatísticos, com o risco de que os dados se tornem obsoletos se usados pouco antes da atualização seguinte (Imprecisões devido aos efeitos de preço e moeda) Nenhuma padronização dos modelos EEIO Nenhuma informação específica do fornecedor	Os dados físicos de atividade frequentemente não estão completos Dados de EF não disponíveis para todos os produtos e países Comparabilidade limitada com a emissão do ano-base devido a atualizações metodológicas Representatividade temporal Custo dos bancos de dados ACV Nenhuma informação exata específica do fornecedor	Disponibilidade de dados físicos de atividade Incerteza sobre o cálculo Nenhuma informação exata específica do fornecedor	Os dados físicos de atividade frequentemente não estão completos Grande esforço para a geração, validação e coleta de dados, se feito manualmente Nenhuma atualização anual, se feita manualmente Disponibilidade limitada Rastreabilidade baixa se não houver documentação detalhada disponível	Grande esforço para coleta de dados Precisão limitada Difícil de validar	Imprecisões e comparabilidade reduzida devido a diferenças metodológicas (Escopo 3) e atribuição No caso de unidades monetárias sensíveis aos efeitos de preço e moeda
Conclusão	Abordagem muito básica. Limitações a respeito da precisão e da medição do desempenho do fornecedor	Abordagem básica, mas quanto mais específico for o portfólio de produtos, menos dados disponíveis existem	Dados disponíveis apenas para algumas categorias de produtos	Máxima precisão com um grande esforço, que inclui a dependência do fornecedor. Entretanto, o esforço pode ser reduzido pela automatização e implementação de ferramentas informáticas para calcular e compartilhar o PCF e os dados de PCF	Esforço médio, incluindo a dependência do fornecedor	Abordagem básica. Aplicável apenas caso o portfólio de produtos do fornecedor seja homogêneo

* OCF = Pegada de Carbono Organizacional

Além de usar dados de menor precisão sobre os fatores de emissão (por exemplo, método do gasto ou da média), a empresa relatora pode usar métodos de amostragem e extrapolação. O uso de metodologias proxy, ao invés de se usar diferentes tipos de dados, aumenta a comparabilidade dos dados dentro do inventário e, por isso, aumenta a coerência. As empresas devem calcular as emissões de, ao menos, 80% (por volume, peso ou gasto — consulte o capítulo 4.2 para uma abordagem de priorização) dos bens e serviços adquiridos; depois disso, os resultados devem ser extrapolados para estimar 100% das emissões [WBCSD (2013)].

O Protocolo de GEE identifica as técnicas proxy e de extrapolação como procedimentos completamente válidos para estimar as emissões de GEE de Escopo 3.1. Para estimar a soma total das emissões de Escopo 3.1, muitas empresas extrapolam as emissões calculadas para uma parte específica de suas compras e as aplicam em outros bens e serviços adquiridos com uma intensidade de emissões comparável. A seguir, são explicadas brevemente as principais abordagens para a estimativa dos dados com sua possível aplicação e exemplos típicos. Na Tabela 4.4 é apresentado um resumo das fontes de dados.

Tabela 4.4 Resumo das fontes de dados disponíveis para o cálculo das emissões de Escopo 3.1

Métodos de estimativa	Aplicação	Exemplos
Aplicação de dados/cálculos mais precisos para grandes contribuidores	Se possível, aplique uma abordagem 80:20	Colete dados primários do seu fornecedor para 20% de seus produtos adquiridos, que contribuem com 80% das emissões de Escopo 3.1 da empresa relatora
Aplicação de dados/cálculos menos precisos para pequenos contribuidores	<ul style="list-style-type: none"> Aplique o conjunto de dados PCF médio da indústria do mesmo produto em vez de usar um PCF específico do fornecedor Aplique um conjunto de dados médios da indústria que não possui uma cobertura completa em relação à tecnologia, geografia ou tempo, em vez de uma média da indústria que possui uma cobertura completa (proxy) 	<ul style="list-style-type: none"> Utilize um conjunto de dados "DE: Hidróxido de Sódio" de um banco de dados de ACV para estimar os impactos de seu fornecedor específico de hidróxido de sódio localizado na Alemanha Utilize, por exemplo, um conjunto de dados de "hidróxido de sódio" GLO ou da UE, no caso de indisponibilidade de um fornecedor ou de uma média industrial específica do país
Agrupamento ou combinação de dados de atividades similares (por exemplo, bens e serviços)	<p>Construa um grupo de produtos químicos baseados em</p> <ul style="list-style-type: none"> Agrupamento SIC ou NAICS Estrutura química semelhante Tecnologia/processo de produção igual ou similar <p>Aplique PCF de um produto que representa o grupo específico em relação à tecnologia, geografia e tempo</p>	Aplique o PCF do metanol a todos os produtos químicos pertencentes ao código SIC 2869 - Produtos químicos orgânicos industriais, não classificados em outro lugar.
Obtenção de dados de amostras representativas e extrapolação dos resultados ao conjunto	Construa uma amostra utilizando uma amostragem aleatória simples, sistemática e estratificada, como explicado no Guia para cálculo das emissões de Escopo 3 do Protocolo de GEE, Anexo A	Uma empresa que adquire 100 produtos de uma categoria específica de produtos químicos e deseja determinar o PCF médio, pode optar por coletar dados de 20 produtos selecionados de forma aleatória como uma amostra representativa
Uso de técnicas proxy	Extrapolar, ampliar ou personalizar dados para que sejam mais representativos da determinada atividade	<ul style="list-style-type: none"> Um fornecedor que representa 80% da massa adquirida de um produto pode ser extrapolado para representar 100% da atividade As emissões de hidróxido de sódio de um fornecedor do Canadá são aproximadas ao fator de emissão de hidróxido de sódio dos EUA

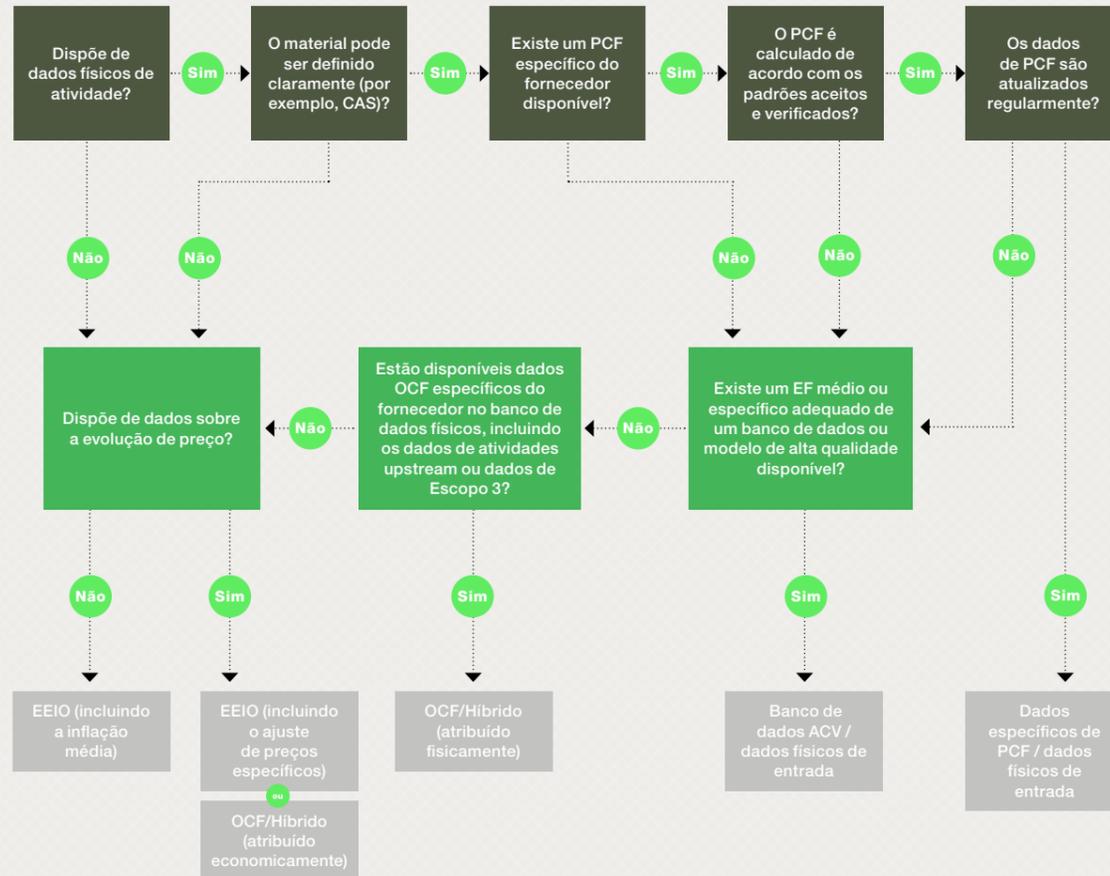
Se dados de qualidade suficientes não estiverem disponíveis para cobrir 80%, no mínimo, as empresas podem usar dados indiretos para preencher as lacunas de dados. Os dados indiretos são de uma atividade similar que são usados como substituto para a atividade em questão. Os dados indiretos podem ser extrapolados, ampliados ou personalizados para que sejam mais representativos da mesma atividade (por exemplo, dados parciais de uma atividade que é extrapolada ou ampliada para representar 100% da atividade). [Padrão de contabilidade e relatórios da cadeia de valor corporativa (Escopo 3) do Protocolo de GEE]

3) Mapeamento de dados

A extração de dados dos fatores de emissão depende da fonte de onde os dados são obtidos. Enquanto os dados EEIO podem ser obtidos de fontes públicas ou consultorias, os dados de PCF (se não forem específicos de um fornecedor) costumam ser obtidos de bancos de dados ACV. Atualmente, os dados específicos do fornecedor costumam ser entregues manualmente (por exemplo, em tabelas

do Excel), mas, no futuro, serão entregues através de ferramentas e interfaces predefinidas (consulte a iniciativa TFS WS 5.2). O CDP é também uma boa fonte de dados do fornecedor — por exemplo, PCF e fatores de intensidade de receita. Os dados de PCF podem ser extraídos dos relatórios públicos dos fornecedores ou coletados, por exemplo, através de CDP ou Ecovadis uma vez ao ano, se as quantidades de produção e a segmentação do produto também estiverem disponíveis. Os atributos que descrevem os fatores de emissão (por exemplo, o escopo geográfico, temporal e tecnológico) podem ajudar a relacionar os fatores com os dados de atividade. Conjuntos coerentes de atributos estão disponíveis com o formato do Sistema Internacional de Dados de Referência sobre o Ciclo de Vida (ILCD), disponível através de bancos de dados ACV, um formato que fornece granulosidade que o fornecedor geralmente não pode oferecer e que não está disponível para dados OCF ou EEIO. Os atributos relevantes para um intercâmbio de dados de PCF dentro das empresas são fornecidos no anexo deste documento. Na Figura 4.5 é mostrada uma árvore de decisões que auxilia o processo de decisão.

Figura 4.5 **Árvore de decisões para selecionar os dados dos fatores de emissão** (nota: de acordo com o capítulo 5.2.2 deste guia, os PCF têm um período de validade de até cinco anos e devem ser atualizados antes que o período de validade expire).



4) Atualização e aprimoramento dos fatores de emissão

Se feita manualmente, a atribuição dos dados de fatores de emissão a dados de atividade pode ser uma etapa do processo que demanda muito tempo. Um conjunto predefinido de atributos, regras e critérios de qualidade pode ajudar a automatizar (ou semiautomatizar) o processo de mapeamento. Ainda assim, pode ser necessária uma revisão final de um segmento de produto e/ou de um especialista em fatores de emissão, dependendo da complexidade do portfólio de materiais adquiridos pelas empresas.

5) Compromisso do fornecedor

Os intervalos de relatórios exigem a atualização periódica dos fatores de emissão. Devido aos objetivos de redução de GEE, muitas empresas podem buscar atualizar anualmente seus inventários de emissões (4.1). As atualizações dos

dados de atividade e dos fatores de emissão podem significar mudanças reais ao longo do tempo, correções de erros identificados, outras melhorias na qualidade de dados ou mudanças na metodologia de cálculo. As empresas devem entender como os dados estão mudando e o motivo dessas mudanças. Entende-se que a qualidade dos dados pode ser baixa nos primeiros anos de coleta, mas as empresas devem se esforçar para melhorar a qualidade dos dados o mais rapidamente possível, de acordo com as suas metas. Para a indústria química, a transição para dados específicos do fornecedor é uma das formas mais impactantes de melhorar a qualidade dos dados. Esta busca pode ser prioritária para os insumos de maior taxa de uso e os insumos com emissões de GEE relativamente mais altos. Os fornecedores podem trabalhar intensamente na redução de PCF de seus produtos, reduzindo suas próprias emissões, mas também contribuindo para a redução das emissões de Escopo 3.1 de seus clientes.

Os dados provenientes dos bancos de dados ACV estão sujeitos a uma atualização anual, enquanto os dados do fornecedor podem ser atualizados com menor frequência. Uma formalização e/ou automatização do processo de atualização dos fatores de emissão pode estabilizar o processo e reduzir os esforços. A demanda de dados de PCF pode necessitar um planejamento e uma troca com o respectivo fornecedor (4.3). Uma atualização dos fatores de emissão também pode incluir a atualização de determinados fatores de emissão — por exemplo, a mudança de uma fonte de fatores de emissão a outra. Por exemplo, passar de um conjunto de dados médio da indústria de um banco de dados ACV ou EEIO para um conjunto de dados específico do fornecedor no ano do relatório pode tornar necessário (dependendo da importância e da política de recálculo da empresa) alinhar também o ano-base e qualquer outro cálculo do ano anterior com o novo fator de emissão (consulte no capítulo 4.5 sobre o recálculo da linha de base) Para passar de um método baseado no gasto aos métodos mais específicos do fornecedor, uma empresa tem que:

- eliminar ou reduzir os dados baseados no gasto específico do bem ou serviço de interesse adquirido do total das emissões de Escopo 3;
- usar os dados de PCF específicos do fornecedor, se disponíveis, ou os dados de PCF específicos ou médios da indústria no lugar dos dados baseados no gasto em um novo cálculo de emissões de Escopo 3;
- aplicar este novo método de contabilidade ao ano-base e aos cálculos de anos anteriores.
- Isso provocaria a uma combinação dos métodos de cálculo.

Por exemplo, a empresa A gasta um total de US\$ 5 milhões por ano em bens e serviços adquiridos. US\$ 100.000 deste gasto correspondem a 300 kg de insumo Y. Como a empresa A tem usado o método baseado no gasto para calcular suas emissões de Escopo 3, o fornecedor do insumo Y agora pode oferecer um PCF para o insumo Y. O PCF para o mesmo insumo Y é de 10 kg de CO₂e/kg de insumo Y. Para realizar essa alteração, a empresa A faz o seguinte:

US\$ 5.000.000 - US\$ 100.00 = US\$ 4.900.000 ainda utilizando o método baseado no gasto em 300 kg de insumo Y adquirido x 10 kg de CO₂e/kg de insumo Y adquirido = 3.000 kg de CO₂e para o insumo Y Total para o Escopo 3 Categoria 1 "bens e serviços adquiridos" = resultados dos GEE da abordagem baseada no gasto para US\$ 4.900.000 de gasto + 3.000 kg de CO₂e para o insumo Y.

As empresas devem incentivar seus fornecedores a desenvolver e relatar dados sobre os GEE (5.1). Uma estreita cooperação com os fornecedores pode ajudar a construir um entendimento comum da informação relacionada às emissões, oportunidades e os benefícios de conseguir verdadeiras reduções de GEE. Um compromisso ativo pode auxiliar ambas as partes a compreender melhor o motor das emissões upstream, mas também o uso e a eliminação dos produtos; também pode ajudar a reduzir as preocupações sobre o intercâmbio de dados PCF. Por último, uma demanda operativa e estratégica de fatores de emissão deve ser definida no plano de gestão de dados, alinhado com as ambições de redução de GEE das empresas relatoras (5.2).

A importância dos dados do fornecedor

A descarbonização não será linear, mas acontecerá em ritmos diferentes, dependendo do setor, geografia, política e as forças do mercado. Em outras palavras, algumas empresas e produtos se tornarão de baixa emissão de carbono mais rápido do que outras. Devido a essa dinâmica, os fatores de emissão regionais e globais podem superestimar ou subestimar as emissões reais de um bem adquirido. A situação de incerteza resultante está se tornando rapidamente uma preocupação urgente para as empresas que buscam monitorar o progresso até os objetivos climáticos de redução das emissões de Escopo 3.

Os dados do fornecedor coletados através de programas como o CDP, grupos industriais ou diretamente do fornecedor são uma solução significativa neste caso. Os dados do fornecedor podem ser substituídos por fatores de emissão, multiplicados em função dos dados de atividade da empresa relatora, como as quantidades adquiridas ou o gasto, por exemplo:

- PCF do fornecedor (kg CO₂e por kg de produto) para os bens adquiridos relevantes.
- Fatores de intensidade de carbono da receita (kg de CO₂e por receita em euros ou dólares americanos) para os bens e serviços relevantes.

Ao aplicar os fatores de emissão do fornecedor, é necessário ter o cuidado de verificar que os fatores foram calculados corretamente e que sejam aplicados ao bem ou serviço adquirido correto.

4.5 Linha de base e recálculo

Quando as empresas decidem monitorar o desempenho ou estabelecer um objetivo de redução, elas devem:

- escolher um ano-base de Escopo 3 e especificar as razões pelas quais esse ano específico foi escolhido;
- desenvolver uma política de recálculo das emissões do ano-base que defina a base de qualquer recálculo; e recalculer as emissões do ano-base quando acontecerem alterações significativas na estrutura da empresa ou na metodologia de elaboração do inventário.

Recálculo das emissões do ano-base

Para fazer um monitoramento coerente das emissões de Escopo 3 ao longo do tempo, as empresas devem recalculer as emissões do ano-base quando acontecerem alterações significativas na estrutura da empresa ou na metodologia de inventário. Nestes casos, é necessário recalculer as emissões do ano-base para manter a coerência e permitir comparações significativas do inventário ao longo do tempo. As empresas são obrigadas a recalculer as emissões do ano-base quando acontecerem as seguintes alterações e tiverem um impacto significativo no inventário:

- alterações estruturais na organização relatora, como fusões, aquisições, alienações, terceirização e internalização.
- mudanças nas metodologias de cálculo, melhorias na precisão dos dados ou descoberta de erros significativos.
- mudanças nas categorias ou atividades incluídas no inventário de Escopo 3.

Em tais casos, é necessário recalculer as emissões do ano-base para garantir a coerência e a relevância dos dados reportados sobre as emissões de GEE. As empresas devem recalculer as emissões do ano-base tanto para os aumentos, como para as reduções das emissões de GEE. As mudanças significativas não são o resultado de grandes mudanças individuais, mas também de várias pequenas mudanças, que são significativas de forma cumulativa. Como parte da política de recálculo das emissões do ano-base, as empresas devem estabelecer e divulgar um limite de significância que esteja alinhado às ambições de GEE da empresa. As empresas devem aplicar a política de recálculo de forma coerente.

Os princípios orientadores para a definição de políticas de recálculo e alguns temas adicionais para a indústria química serão desenvolvidos pela TfS em outro documento independente, um informe oficial com propostas para a reorganização dos temas relacionados com a elaboração de relatórios. [Padrão de contabilidade e relatórios da cadeia de valor corporativa (Escopo 3) do Protocolo de GEE]

4.6 Orientação adicional sobre cálculo e relatório

Na indústria química, é necessário abordar casos específicos, já que não podem ser contemplados pela abordagem de contabilidade comumente aplicada. Nesta perspectiva, os tópicos a seguir são abordados e os procedimentos explicados. São esclarecidos os desafios para evitar o máximo possível a dupla contagem, o tratamento preciso dos dados e a contabilização em situações específicas.

4.6.1 Fabricação por contrato, incluindo manufatura terceirizada

Princípios para os relatórios das atividades de fabricação por contrato:

- A terceirização das etapas de produção não deve conduzir à terceirização das emissões relacionadas ao produto, garantindo, ao mesmo tempo, a minimização da dupla contagem.
- A informação necessária para calcular as emissões deve poder ser obtida com esforços razoáveis.

Descrição dos termos:

Um **fabricante contratado** é uma empresa que fabrica um produto por conta de outra empresa (cliente), para a qual produz os bens de fabricação terceirizada usando ativos próprios. As matérias-primas, as energias e os serviços públicos necessários para produzir o produto de fabricação sob contrato são adquiridos em sua totalidade pelo fabricante contratado, ou adquiridos parcialmente, ou fornecidos em sua totalidade pelo cliente.

Um **fabricante terceirizado** é um fabricante sob contrato, tal como explicado anteriormente, mas que produz em nome e sob consideração da propriedade intelectual de outra empresa (cliente).

O **cliente** é a empresa que terceirizou a produção ao fabricante contratado.

4.6.1.1 Fabricação por contrato com matérias-primas, energia e serviços públicos, etc., adquiridos exclusivamente pelo fabricante terceirizado

A partir da perspectiva de contabilidade dos GEE, os produtos fabricados por contrato (CMP) para os quais as matérias-primas, energias e serviços públicos são unicamente adquiridos pelo fabricante terceirizado, devem ser tratados como bens comerciais ou qualquer outra matéria-prima adquirida:

$$\text{Emissões}_{\text{Escopo3,1}} = \text{Massa}_{\text{CMP}} * \text{PCF}_{\text{CMP}}$$

O fabricante terceirizado deve calcular o PCF do produto fabricado (consulte o capítulo 5 para mais orientações sobre o cálculo de PCF) e oferecer o PCF ao cliente e à empresa relatora, mas no caso de indisponibilidade de um PCF específica do fabricante, é possível utilizar um valor de PCF do banco de dados ou proxy (consulte 5.2.5: tipos e fontes de dados).

4.6.1.2 Fabricação por contrato com matérias-primas, energia e serviços públicos, etc., adquiridos parcialmente pelo fabricante terceirizado ou fornecidos totalmente pelo cliente

Na fabricação por contrato, em que as matérias-primas, a energia e os serviços públicos são apenas adquiridos parcialmente pelo fabricante terceirizado ou são fornecidos em sua totalidade pelo cliente, o cálculo das emissões de Escopo 3.1 difere em função do nível de detalhe dos dados sobre as emissões fornecidas pela empresa de fabricação terceirizada, assim como na quantidade de matérias-primas e/ou energia fornecidas pelo cliente aos processos do fabricante contratado.

As emissões e o PCF resultante devem ser calculados a partir dos dados de atividade, coletados pelo fabricante terceirizado utilizando dados de emissões primários e secundários, e da informação sobre as emissões das matérias-primas e a energia fornecida pelo cliente. Em geral, o cliente deve solicitar os dados de atividade caso possa haver implicações antimonopólio.

A respeito das matérias-primas, energias, etc., fornecidas pelo cliente, o pressuposto e a condição prévia para as seguintes regras de cálculo sugeridas são que as emissões destas matérias-primas e energias já estão consideradas no inventário de gases de efeito estufa do cliente — por exemplo, nas emissões de Escopo 3.1 ou Escopo 1 ou 2.

Baseada na troca de PCFs agregadas, a extração de dados de atividade não é possível. Contudo, no caso de que valores de PCF dos precursores sejam enviados pelo cliente ao fabricante terceirizado, as emissões de GEE associadas ao processo de fabricação — por exemplo, as derivadas do uso de energia — devem ser adicionadas ao PCF pelo fabricante terceirizado em um novo cálculo da PCF. O fabricante terceirizado deve, então, fornecer um novo PCF ao cliente para refletir o processo de fabricação. Deve-se evitar que informações críticas de negócios sejam extraídas do cálculo. Este Guia não pretende violar nenhuma lei aplicável ou antimonopólio; por isso, recomendamos que todas as empresas, ao trocarem PCFs parciais, verifiquem a conformidade com seus assessores jurídicos.

A dupla contagem das emissões do produto fabricado sob contrato encomendado e recebido pelo cliente e das matérias-primas adquiridas e fornecidas pelo cliente deve ser evitada, mas é geralmente aceitável. No entanto, se estiver disponível informação mais precisa, esta deve ser utilizada para reduzir o grau de dupla contagem.

Em função da informação fornecida, devem ser aplicadas as seguintes abordagens, sendo sempre preferível a entrega de dados primários sobre o produto fabricado sob contrato:

- 1) Se o fabricante terceirizado não puder fornecer um PCF calculado para o produto fabricado sob contrato com base nos dados de atividade e nos dados sobre as emissões primárias ou secundárias, uma pegada de carbono de um banco de dados, proxy ou um PCF estimado deve ser usado para calcular as emissões da fabricação sob contrato. Este PCF genérico não deve ser ajustado em função do volume determinado de energia e/ou materiais fornecidos pelo cliente para fabricar o produto.

- 2) Se a empresa terceirizada puder fornecer um PCF completo do berço ao portão da fábrica, a empresa relatora, que é o cliente, deve calcular as emissões de acordo com uma das seguintes opções:

2a) As emissões do produto fabricado sob contrato são calculadas usando o PCF do berço ao portão da fábrica fornecida pelo fabricante terceirizado, sendo que as emissões causadas pela energia e/ou as matérias-primas proporcionadas pelo cliente são subtraídas das respectivas emissões de Escopo 3.1 pelo cliente que reporta as emissões. No caso de que as matérias-primas produzidas pelo cliente sejam fornecidas ao fabricante terceirizado, o PCF do produto fabricado sob contrato pode ser reduzida pelas emissões por kg dos produtos fornecidos, considerando a parte da matéria-prima produzida e fornecida pelo cliente, necessária para produzir o produto fabricado sob contrato.

2b) As emissões de Escopo 3.1 vinculadas à fabricação sob contrato são calculadas utilizando o PCF do berço ao portão da fábrica fornecida pelo fabricante terceirizado, na qual as emissões causadas pela energia ou as matérias-primas fornecidas pelo cliente são contabilizadas duas vezes.

- 3) Se possível, o fabricante terceirizado deve fornecer um PCF do berço ao portão da fábrica já reduzida da energia/dos materiais fornecidos pelo cliente, ajudando, assim, a evitar a dupla contagem. Neste caso, as emissões causadas pela energia e/ou matérias-primas fornecidas pelo cliente não devem ser subtraídas por ele ao calcular e reportar as emissões.

Em caso de

- 1) Ao menos 90% da massa das matérias-primas (incluindo sempre os catalisadores e outras matérias-primas com alta intensidade de CO₂), as energias e os serviços públicos são oferecidos pelo cliente.
- 2) E é garantido que o fabricante terceirizado não use nenhuma matéria-prima com grande intensidade de GEE — por exemplo, catalisadores.

A opção adicional a seguir pode ser utilizada para calcular as emissões:

O fabricante terceirizado deve proporcionar ao cliente informações sobre as emissões diretas, assim como as emissões causadas pelo tratamento e resíduos e águas residuais em [KgCO₂e/kg] durante a produção do produto fabricado sob contrato. Neste caso, o cliente deve apenas contabilizar essas emissões adicionais mencionadas na fase anterior na categoria 3.1.

Se o processo de fabricação sob contrato for bem conhecido, o próprio cliente deve calcular as emissões diretas, assim como as emissões decorrentes do tratamento de resíduos e águas residuais, com base no consumo de combustível e a estequiometria, e subtrair as emissões da categoria 3.1.

Caso especial "Terceirização de uma pequena etapa do processo":

Uma pequena etapa da produção é terceirizada para outra empresa (fabricante contratado), por exemplo, processos mecânicos, térmicos ou reações químicas simples. A matéria-prima ou o produto intermediário é entregue ao fabricante contratado para o processamento e adquirido ou recuperado pelo cliente após a conversão. Tanto a matéria-prima ou o produto intermediário, quanto o produto processado são registrados no sistema de contabilidade interno (por exemplo, sistema ERP).

Podem ser aplicados os seguintes métodos contábeis:

- 1) As emissões são calculadas usando o PCF do berço ao portão da fábrica sob contrato depois da etapa terceirizada do processo. As emissões ou os volumes adquiridos da matéria-prima/produto intermediário que foi o material inicial são subtraídos das emissões do Escopo 3.1.
- 2) As emissões são calculadas usando o PCF da matéria-prima/produto intermediário, assim como o PCF parcial da etapa terceirizada do processo. Se não se sabe o PCF parcial da etapa terceirizada do processo, ele deve ser estimado para as etapas essenciais (por exemplo, por gasto, por massa ou por intensidade energética) que devem ser identificadas via análise de hotspot (abordagem 80:20). O PCF avaliado por massa/gasto/energia assim determinado deve ser usado para estimar as emissões ainda não consideradas das etapas não essenciais do processo. Se o produto for adicionalmente rastreado no sistema ERP depois da etapa de processamento, suas emissões devem ser subtraídas das emissões do Escopo 3.1 para evitar uma dupla contagem, uma vez que são listadas em sistemas diferentes.
- 3) Se os PCFs (parciais) que cobrem somente partes do ciclo de vida completo, por exemplo, do berço ao portão da fábrica, tal como se define na norma ISO 14067, não estiverem disponíveis para produtos da etapa terceirizada e/ou das matérias-primas antes da etapa terceirizada, a dupla contagem é aceita e deve ser revelada como tal. Tanto o material adquirido quanto o material processado devem ser considerados na etapa final de extrapolação para contabilizar 100% dos materiais de origem (veja o capítulo 4.4).

Caso o fabricante contratado seja a empresa relatora, devem ser relatadas todas as emissões causadas pela produção, incluindo as emissões para upstream (como emissões de Escopo 1, Escopo 2 e Escopo 3.1, respectivamente), exceto para matérias-primas/energias etc. que não tenham sido adquiridas, mas fornecidas pelo cliente de forma gratuita.

4.6.2 Comércio de materiais/mercadorias

Caso uma empresa do setor químico atue adicionalmente como comerciante de materiais, deve relatar as emissões relacionadas no Escopo 3, especialmente nas categorias 1 (bens e serviços adquiridos), 4 e 9 (transporte e distribuição upstream e downstream), 11 (uso de produtos vendidos - caso aplicável) e 12 (tratamento dos produtos vendidos no final de sua vida útil).

Se a atividade comercial é "comércio no papel" (isto é, a compra e venda são realizadas rapidamente uma após a outra) e não está relacionada com nenhuma entrega ou distribuição física de um material, a empresa comercial pode excluir as emissões de GEE correspondentes de seu

inventário do Escopo 3. A razão por trás disso é que nestes casos:

- Informações específicas dos fornecedores são difíceis ou impossíveis de conseguir, pois geralmente não existe uma relação de fornecimento de longo prazo e, portanto, a cadeia de fornecimento não é rastreável.
- A frequente mudança do "proprietário" do material e a subsequente apresentação de relatórios de cada proprietário conduziria a um elevado nível de dupla contagem nas emissões do Escopo 3.
- O esforço da coleta de dados não é justificado para o objetivo desta negociação, que é somente para alcançar um lucro financeiro.

[WBCSD (2013)]

4.6.3 Permutas

As permutas são transações de bens, nas quais os produtos são entregues ou trocados mutuamente, entre dois sócios comerciais (terceiros). Em geral, são trocados os produtos idênticos ou equivalentes em quantidades iguais. Essas transações de entrega mútua geralmente costumam ser realizadas porque são benéficas para os sócios da permuta, por exemplo, devido a:

- Otimização da logística (por exemplo, economia nos custos de transporte, tanques e alfândega) ou
- Compensação pelos engarrafamentos temporários ou excedentes de produtos.

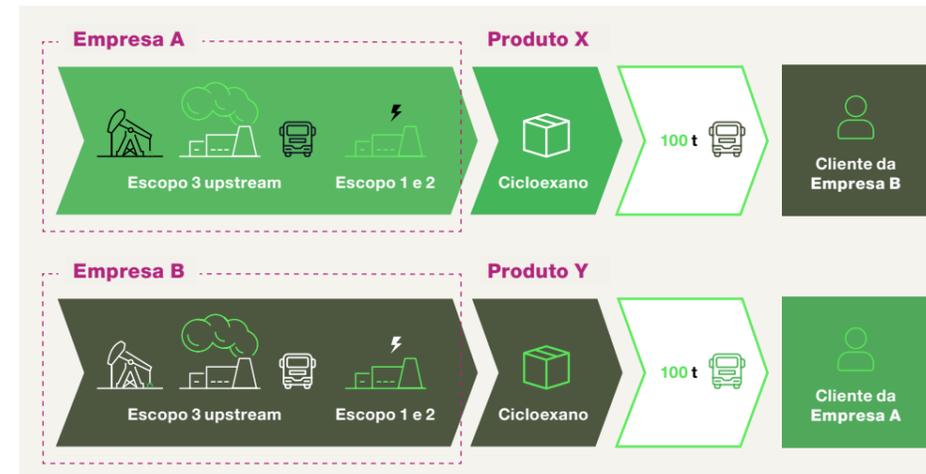
Um exemplo de um acordo de permuta relacionado a um produto químico é apresentado a seguir.

A empresa A, situada na Europa produz o Produto X e a empresa B, situada na Ásia produz o Produto Y. Ambas as empresas entram em um acordo de permuta e a empresa B vende o Produto X (fabricado pela empresa A) para seus clientes na Europa e a empresa A vende o Produto Y (fabricado pela empresa B) para seus clientes na Ásia.

Devem ser distinguidos os diferentes tipos de contratos de permuta, isto é, se são trocadas quantidades iguais e comparáveis, ou diferentes quantidades de um produto químico ao longo de um ano (ou seja, no balanço anual).

Para todos os acordos de permuta, cada uma das empresas deve contabilizar suas próprias emissões de Escopo 1, 2 e 3 relacionadas com seu produto, ou seja, a empresa A contabiliza e relata as emissões de Escopo 1, 2 e 3 upstream relacionadas à produção do produto X, e respectivamente a empresa B para produzir o produto Y. Isso significa que ambas as empresas estão envolvidas no acordo de permuta considerando na categoria 3.1 as emissões de GEE relacionadas à sua própria compra de matérias-primas e não à compra de matérias-primas relacionadas ao produto que é entregue fisicamente ao cliente em virtude do acordo de permuta. A empresa vendedora somente deve relatar as emissões de GEE provenientes do transporte do sócio de permuta até o cliente (no Escopo 3). O exemplo 2 é mostrado na Figura 4.6.

Figura 4.6 O mesmo produto é trocado por quantidades aproximadamente iguais, exemplo 1



A empresa A contabiliza e relata:

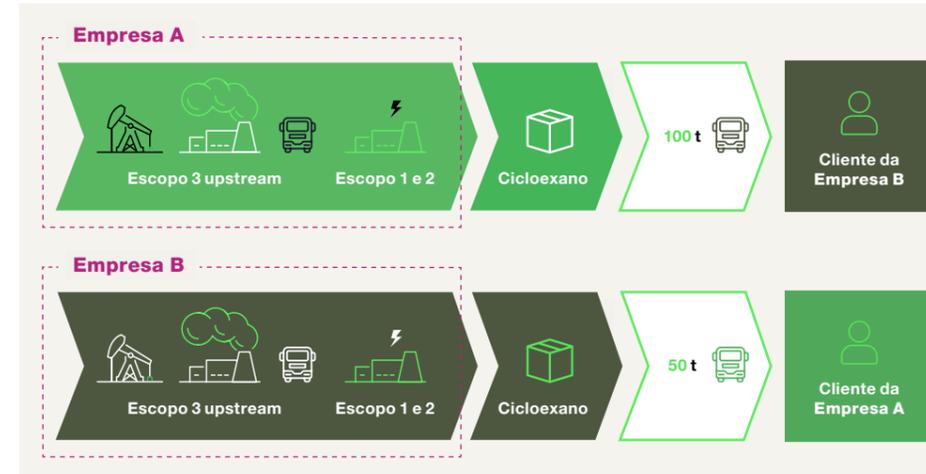
1. As emissões de Escopo 1, Escopo 2 e Escopo 3 upstream relacionadas com a produção de 100 toneladas de cicloexano (Produto X).
2. As emissões de Escopo 3 relacionadas ao transporte de 100 toneladas de cicloexano (Produto Y) desde o sócio de permuta (Empresa B) até o seu cliente.

Para a empresa B é o mesmo e vice-versa.

O PCF informado ao cliente é o PCF do mesmo produto da empresa vendedora. Isso significa que, por exemplo, o cliente da empresa B recebe o PCF do cicloexano produzido pela empresa B e não o PCF do produto entregue pela empresa A.

Isso garante que uma empresa informe aos seus clientes somente um PCF, na qual cálculo e banco de dados é de sua responsabilidade. Além disso, a comunicação com o cliente segue consistente, ainda que o sócio de permuta mude. Também não é oferecido nenhum incentivo para trocar produtos com uma elevada pegada de carbono. O exemplo 2 é exibido na Figura 4.7.

Figura 4.7 São trocadas diferentes quantidades do mesmo produto, exemplo 2



A empresa A contabiliza e reporta:

1. As emissões de Escopo 1, Escopo 2 e Escopo 3 upstream relacionadas com a produção de 100 toneladas de cicloexano (Produto X).
2. As emissões de Escopo 3 relacionadas ao transporte de 50 toneladas de cicloexano (Produto Y) desde o sócio de permuta (Empresa B) até o seu cliente.

A empresa B contabiliza e reporta:

1. As emissões de Escopo 1, Escopo 2 e Escopo 3 relacionadas com a produção de 50 toneladas de cicloexano (Produto Y).
2. As emissões de Escopo 3 relacionadas ao transporte de 100 toneladas de cicloexano (Produto X) desde o sócio de permuta (Empresa A) até o seu cliente.
3. As emissões de GEE do berço até o portão da fábrica relacionadas com a quantidade diferente de 50 toneladas da empresa A como matéria-prima comprada na categoria 3.1.

Para compensar a diferença nas quantidades nas respectivas demonstrações financeiras das empresas, a Empresa B, que apenas produziu 50 t em termos reais, mas vendeu 100 toneladas de cicloexano para seu cliente, deve contabilizar as emissões de GEE da criação ao portão da fábrica relacionadas às 50 toneladas "que faltam" como matéria-prima adquirida na categoria 3.1.

A apresentação do PCF ao cliente segue as mesmas regras do caso 1.

4.6.4 Empreendimentos conjuntos/ acordos conjuntos

Esta seção visa esclarecer como contabilizar as emissões de GEE para produtos provenientes de operações conjuntas, empreendimentos conjuntos ou outras estruturas em que há uma responsabilidade conjunta entre duas ou mais empresas. Ela descreve como os impactos dos processos de produção para esse tipo de relação entre empresas devem ser considerados para bens e serviços adquiridos.

A abordagem a ser adotada difere em função do método de contabilidade escolhido pela empresa de acordo com as abordagens especificadas no Padrão Corporativo do Protocolo de Gases de Efeito Estufa. As empresas são estimuladas a alinhar sua contabilidade de GEE ao seus relatórios financeiros, conforme recomendado pelo Guia para o Cálculo e Relatório das Emissões Empresariais de GEE na Cadeia de Valor do Setor Químico (WBCSD, 2013). Essa abordagem garante a coerência interna das informações sobre os GEE com a receita declarada (Tabela 4.5).

4.6.5 Reciclagem/conteúdo reciclado (o que reportar e onde: categoria 3.1 vs. categoria 3.12)

Os princípios norteadores para incluir os produtos reciclados e produtos com conteúdo reciclado na contabilidade da indústria química serão desenvolvidos pela TfS em um documento adicional e independente. Nesse documento, o Capítulo 5.2.8.4 oferece as diretrizes para incluir o balanço de massa ao cálculo de PCF.

Um resíduo é qualquer resto de uma operação de produção, transformação ou uso, ou qualquer substância, material ou produto que seu titular pretenda descartar. Resíduos para destinação final não têm valor econômico. O termo material secundário é usado para tipos de resíduos que podem ser usados, reciclados ou reutilizados antes da destinação final. Os esforços necessários e as emissões de GEE subsequentes para reciclar esses materiais podem ser ligados à entrada e aos materiais secundários gerados de diferentes maneiras. O Capítulo 5.2.8.4 oferece orientação sobre como devem

ser calculados os dados de PCF dos materiais reciclados. Se as empresas comprarem e usarem materiais derivados da reciclagem, a parte do conteúdo reciclado deve ser relatado incluindo o PCF.

As emissões de reciclagem e conteúdos reciclados podem ser contabilizados em diferentes categorias:

A) Se uma empresa adquire um produto ou material que contém conteúdo reciclado (até 100%), as emissões de upstream dos processos de reciclagem são incorporadas ao fator de emissão do berço ao portão da fábrica desse produto e, por isso, seriam refletidas na categoria 1 (Bens e serviços adquiridos). Se uma empresa adquire um material reciclado que possui emissões de upstream menores do que o material virgem equivalente, isso se registraria como emissões menores na categoria 1. Sob as circunstâncias descritas no ponto B), uma empresa pode reciclar parte de seus "resíduos operacionais".

B) Por outro lado, produtos com conteúdo reciclável eventualmente se tornam resíduos, que podem ser reciclados. As emissões geradas neste processo são relatadas na categoria 12 (Tratamento dos produtos vendidos no final de sua vida útil).

Para alocar correta e consistentemente as emissões para diferentes empresas e categorias e evitar a dupla contabilização, é necessário um método padronizado que estabeleça limites coerentes.

Seguindo a hierarquia dos resíduos para contabilidade e relatório de Escopo 3, as empresas também devem aplicar o método do conteúdo reciclado (explicado em detalhes nas páginas 77-79 no Guia técnico para o cálculo das emissões de Escopo 3 fornecido pelo Protocolo de Gases de Efeito Estufa [WBCSD (2013)]) deve ser aplicado também pelas empresas. De acordo com este método, os processos de reciclagem devem ser incluídos na categoria 3.1 (bens e serviços adquiridos) da empresa que compra e usa o produto reciclado.

As implicações para a categoria 3.12 (tratamento dos produtos vendidos no final de sua vida útil) são as seguintes:

- As empresas devem contabilizar apenas as emissões do primeiro ciclo de vida do produto, não para quaisquer emissões posteriores à reciclagem do produto.
- O fator de emissão dos produtos reciclados e a quota de energia de recuperação atribuída serão relatados como zero.

O método do conteúdo reciclado costuma ser coerente com os fatores de emissão secundários disponíveis para entradas de materiais reciclados e, por isso, fácil de aplicar.

4.6.6 Emissões e remoções biogênicas

Os princípios norteadores para definir os produtos de biomassa e equilíbrio de massa na contabilidade da indústria química serão desenvolvidos pela TfS em um documento adicional e independente. Neste documento, os Capítulos 5.2.10.12 até 5.2.10.2 e 5.2.10.5 disponibilizam diretrizes para calcular o PCF para remoções e carbono biogênicos.

4.6.6.1 ACV de Produtos do berço ao túmulo

De acordo com o sistema da Comissão Europeia sobre a Pegada Ambiental de Produtos (PEF 2021) e o [Padrão de Produtos do Protocolo de GEE], as emissões e remoções de CO₂ biogênicas são consideradas como neutras, independentemente do tratamento no final de sua vida útil. A absorção de carbono é equilibrada com as emissões de carbono no final da vida. A norma ISO permite o cálculo da remoção de carbono biogênico e requer um cálculo de emissões separado em função da aplicação, do período de uso do carbono, etc. Podem ser considerados especificamente os usos a longo prazo ou outros usos no cenário de final de vida.

De acordo com a norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], as remoções biogênicas de CO₂ durante o crescimento da biomassa devem ser incluídas no cálculo de PCF. As remoções biogênicas de CO₂ para a biomassa devem ser caracterizadas no cálculo de PCF como -1 kg CO₂/kg CO₂ ao entrar no sistema de produto, enquanto as emissões biogênicas de CO₂ devem ser caracterizadas como + 1 kg CO₂/kg CO₂ de carbono biogênico [ISO 14067: 2018]. Para saber mais, veja o capítulo 5.2.10.12.

Para usos de curto prazo de materiais de incineração, ambas as abordagens são idênticas em considerações do berço ao túmulo. Para as aplicações de longo prazo, serão calculadas diferenças significativas, em função da destinação final. Deve-se avaliar o impacto do ritmo das emissões e remoções de CO₂. No caso de outras tecnologias que eliminem o CO₂ da atmosfera, essas regras geralmente também são aplicadas e o benefício específico para a redução de GEE deve ser abordado.

Quando as emissões de CO₂ (e remoções antecipadas) decorrentes do carbono incorporado do produto em questão durante a fase de uso e/ou no final de sua vida útil são produzidos ao longo de um período de tempo mais longo que ainda necessita ser definido (se não especificado de outra forma no PCR relevante) depois que o produto foi colocado em uso, essas emissões podem ser negligenciadas ou podem ser tratadas como fontes de carbono por períodos de tempo mais longos. O marco temporal dessas emissões de CO₂ em relação ao ano de produção do produto deve ser especificado no inventário de ciclo de vida. O impacto da temporalidade das emissões e remoções de CO₂ do sistema de produtos, se calculado, deve ser documentado separadamente no inventário [ISO 14067:2018].

4.6.6.2 Emissões biogênicas na contabilidade corporativa

As emissões das fontes de biomassa costumam ser compensadas pela absorção de CO₂ durante a fotossíntese. Portanto, muitas empresas relatam zero emissões relacionadas à combustão de biomassa. Incoerências ou confusões podem surgir se diferentes empresas aplicarem métodos ou formatos diferentes para relatar emissões de origem biogênica [WBCSD (2013)].

Segundo o Padrão Corporativo do Protocolo de GEE, as emissões de CO₂ biogênicas (por exemplo, CO₂ proveniente da combustão de biomassa) que ocorrem na cadeia de valor da empresa relatora são obrigadas a serem incluídas no relatório público, mas relatadas separadamente do Escopo 3.

O requisito de relatar emissões de CO₂ biogênicas separadamente se refere às emissões de CO₂ provenientes da combustão ou biodegradação de biomassa apenas, e não às emissões de outros GEE (por exemplo, CH₄ e N₂O) ou a quaisquer emissões de GEE que venham a ocorrer no ciclo de vida da biomassa, além da combustão ou biodegradação (por exemplo, emissões de GEE provenientes do processamento ou transporte da biomassa).

Os inventários de Escopo 1, Escopo 2 e Escopo 3 incluem somente emissões, não remoções. Qualquer remoção (por exemplo, sequestro biológico de GEE) pode ser relatada separadamente dos Escopos [WBCSD (2013)].

No relatório corporativo podem ser relatadas as seguintes informações:

- Emissões totais de Escopo 3, excluindo as emissões ou remoções biogênicas de CO₂ (obrigatório).
- À parte: Qualquer emissão ou remoção biogênica de CO₂ (por exemplo, sequestro biológico de GEE) (obrigatório).
- À parte: Qualquer remoção biogênica de CO₂, por exemplo, o sequestro biológico de CO₂ (obrigatório).

Tabela 4.5 Resumo das abordagens de participação no capital social e controle

Abordagem de participação no capital social		A participação no capital social é incluída enquanto parte da contabilidade de GEE de Escopo 1 e Escopo 2 da empresa
Abordagem de controle	Abordagem de controle operacional	Incluída enquanto parte da contabilidade dos GEE de escopo 1 + 2 da empresa se o empreendimento conjunto estiver sob o controle operacional da empresa, OU Incluída no Escopo 3 da empresa (categoria 15) se o empreendimento conjunto não estiver sob o controle operacional da empresa.
	Abordagem de controle financeiro	A participação no capital social incluída na contabilidade dos GEE de Escopo 1 + 2 da empresa se o empreendimento conjunto estiver sob o controle financeiro da empresa, OU incluída no Escopo 3 da empresa (categoria 15) se o empreendimento conjunto não estiver sob o controle financeiro da empresa.

4.6.7 Cadeia de custódia de equilíbrio de massa

Os princípios norteadores para incluir os produtos de biomassa e equilíbrio de massa na contabilidade para a indústria química serão desenvolvidos pela TFS em um documento adicional e independente. Neste documento, o Capítulo 5.2.10.5 oferece as diretrizes para incluir o equilíbrio de massa no cálculo de PCF.

A cadeia de custódia é um processo administrativo pelo qual as informações sobre os materiais são transferidas, supervisionadas e controladas à medida que esses materiais se movem pelas cadeias de fornecimento [ISO 22095:2020]. A abordagem de equilíbrio de massa é um modelo de cadeia de custódia em que os materiais com um conjunto de características específicas (como conteúdo reciclado, conteúdo biológico ou outra origem sustentável) podem ser misturados de acordo com critérios definidos com materiais sem esse conjunto de características (como materiais fósseis virgens). Na indústria química, a cadeia de custódia de equilíbrio de massa auxilia a permitir que os matérias-primas fósseis sejam substituídas por materiais alternativos mais sustentáveis para reduzir o consumo de recursos fósseis e fazer uma transição para uma economia mais circular.

Em um **sistema de cadeia de custódia de equilíbrio de massa**, a quantidade de matérias-primas alternativas certificadas pode ser atribuída a uma quantidade específica de produtos individuais (após ajuste para fatores de conversão e perdas de rendimento do processo). Contrariamente ao uso segregado de matérias-primas alternativas, o equilíbrio de massa permite o uso de redes de produção existentes com investimentos mínimos ou nulos em novas tecnologias de processo e instalações de produção. No entanto, o conteúdo da matéria-prima alternativa no produto é apenas atribuído e, na maioria dos casos, não pode ser rastreado por métodos analíticos, como o método C14 para conteúdos de base biológica.

Nota: O termo "equilíbrio de massa" nas presentes orientações se refere ao sistema de cadeia de custódia, que é diferente do conceito de conservação física de massa.

Para uma aplicação significativa, deve-se instalar um sistema de contabilidade confiável para evitar a dupla contabilização e as vendas de uma quantidade maior de produtos atribuídos a alternativas do que é possível com a quantidade de matérias-primas alternativas adquiridas. Além disso, uma abordagem de equilíbrio de massa também pode ser aplicada para os materiais reciclados utilizados como matérias-primas na indústria química.

Cálculo de PCF dos produtos com equilíbrio de massa

O equilíbrio de massa é usado em múltiplas indústrias, nas quais não é prático manter uma separação física de materiais sustentáveis e convencionais durante o processamento. A abordagem de equilíbrio de massa garante que a quantidade de produção sustentável em uma cadeia de fornecimento é equilibrada com (não supera) a entrada de material sustentável e é apropriadamente ajustada para rendimentos e fatores de conversão.

O coprocessamento de matérias-primas sustentáveis e convencionais dá lugar à produção de materiais de origem mista (como baseados em fósseis, biológico, ou em resíduos reciclados) que não são distinguíveis em termos de composição ou propriedades técnicas. O equilíbrio de massa possibilita que o conteúdo sustentável seja atribuído a produtos individuais para criar valor a partir do uso de entradas sustentáveis.

O PCF dos produtos com equilíbrio de massa é calculado substituindo o impacto da matéria-prima fóssil na quantidade que é trocada pela matéria-prima alternativa. Deve-se evitar a dupla contabilização da matéria-prima alternativa. Se a matéria-prima alternativa for alocada para produtos com equilíbrio de massa específico, todos os outros produtos devem ser calculados com o impacto da matéria-prima fóssil. Além disso, deve ser técnica ou quimicamente possível produzir o produto com equilíbrio de massa a partir da matéria-prima alternativa.

4.6.8 Especificações para compensações, captura e armazenamento de carbono (CCS) e captura e utilização de carbono (CUC)

Os princípios norteadores para a inclusão dos produtos em que se aplicam compensações, CUC e CCS na contabilidade da indústria química serão desenvolvidos pela TFS em um documento adicional e independente. Neste documento, o Capítulo 5.2.10.4 disponibiliza as diretrizes para a inclusão da CUC e a CCS no cálculo da PCF.

São aplicadas normas específicas para as compensações, CCS e CUC. Existe uma eliminação direta ou indireta incluída como parte do processo, frequentemente fora dos limites da empresa relatora.

Os princípios norteadores para a inclusão dos produtos em que se aplicam compensações, CUC e CCS na contabilidade da indústria química serão desenvolvidos pela TFS em um documento adicional e independente. Neste documento, o Capítulo 5.2.10.4 disponibiliza as diretrizes para a inclusão da CUC e a CCS no cálculo da PCF.

No geral, devem ser considerados os seguintes aspectos:

- A empresa relatora deve informar todas as compensações separadamente de suas emissões de Escopo 1, 2 e 3. Isso inclui tanto as compensações que possuem um certificado quanto as que não o possuem.
- Devem ser cumpridos todos os requisitos regulamentares para apresentação de relatórios.
- Seguindo as orientações do Padrão Corporativo do Protocolo de GEE, as empresas devem relatar suas emissões separadamente das compensações usadas para cumprir os objetivos de redução de GEE definidos, em vez de fornecer um montante líquido.
- As empresas devem referir a origem das compensações relatadas de forma transparente.
- Os certificados dissociados devem ser relatados como compensações separadas (isto é, sem ajustar os fatores de emissão).
- Os certificados adquiridos pelo fornecedor de eletricidade (isto é, o fornecedor adquire os certificados em seu nome) devem ser relatados como compensações separadas.

- As emissões provenientes da energia adquirida junto com um Certificado de Energia Renovável (REC) devem ser relatadas com base no fator de emissão apresentado no REC. [Guia de Escopo 2 do Protocolo de GEE].
- Se uma empresa vende os certificados que recebeu pelas reduções de emissão realizadas dentro de seus limites de notificação, ela deve relatar uma "compensação" com um impacto positivo.

[ISO 14064:2019, WBCSD (2013)]

A organização pode relatar informações opcionais separadamente das informações obrigatórias e recomendadas. Cada tipo de informação opcional descrita abaixo deve ser relatada separadamente das outras.

A organização pode relatar os resultados de instrumentos contratuais para os atributos de GEE (abordagem baseada em mercado), expressos em emissões de GEE (tCO₂e) e também na unidade de transferência (por exemplo, kWh). A organização pode relatar a quantidade adquirida em comparação com a quantidade consumida.

A organização pode relatar compensações ou outros tipos de créditos de carbono. Se sim, a organização:

- Deverá divulgar o esquema de GEE sob o qual eles foram gerados;
- Pode acrescentar compensações ou outros tipos de créditos de carbono juntos se eles forem provenientes do mesmo regime de GEE e forem de safra apropriada;
- NÃO Deve somar ou subtrair compensações ou outros tipos de créditos de carbono do inventário da organização de suas emissões diretas ou indiretas.

A organização pode informar os GEE armazenados em reservatórios de GEE.

05

Especificações para o cálculo da Pegada de Carbono dos Produtos dos Fornecedores

A transparência do CO₂ em relação ao produto ao longo da cadeia de valor é crucial para identificar, seguir e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em cooperação com os membros da cadeia de fornecimento.

Essa transparência é cada vez mais requerida pelos clientes de todos os setores industriais que estão fortemente e cada vez mais visando a redução das emissões de GEE.

O compartilhamento de informações sobre Pegadas de Carbono de Produtos entre os membros da cadeia de fornecimento possibilita que as empresas façam um monitoramento de suas emissões de GEE do escopo 3 e facilitam os esforços de redução [Padrão de Escopo 3 do Protocolo de GEE (2011)].

Os seguintes requisitos se aplicam ao cálculo de inventários de GEE do berço ao portão da fábrica relacionados ao produto e servem como padrão/guia global para calcular PCFs na indústria química. O cumprimento desses requisitos permite a comparabilidade nos cálculos de PCF e, portanto, a igualdade de condições. Para criar maior transparência e possibilitar a comparabilidade, as informações sobre os métodos ou padrões exatos aplicados devem ser compartilhadas posteriormente como parte dos elementos para troca de dados.

O guia é aplicável a todos os produtos químicos, independentemente de seu uso final.

Os PCFs são calculadas de acordo com diretrizes/padrões comparativos, proporcionando coerência na forma em que os resultados foram calculados. O resultado de PCF entre dois materiais comparáveis pode diferir devido a diferenças em tecnologias, dados usados dos fornecedores, aspectos geográficos, etc.

No entanto, a base para o cálculo deve ser bem explicada e relacionada com diretrizes como essa para evitar diferenças que advêm do uso de diferentes abordagens de avaliação. O cálculo dos resultados deve estar vinculado a um relatório significativo e harmonizado que explica de que maneira os cálculos foram executados e sobre qual base os resultados foram gerados, especificamente em casos de aplicação de uma variedade de métodos diferentes. Além disso, a base para o cálculo, especificamente em casos de aplicação de uma variedade de abordagens diferentes deve seguir esse guia. O profissional ou as pessoas encarregadas pela criação de PCF são responsáveis pela preparação, cálculo, qualidade e relatório de PCF a uma terceira parte.

O cálculo só é passível de auditoria se o relatório for feito pelo fornecedor de forma precisa. Portanto, uma lista de atributos e requisitos específicos foram adicionados a este documento para possibilitar a troca de dados através de plataformas específicas e garantir que o destinatário obtenha informação clara, de alta qualidade e significativa.

O guia foi preparado por especialistas da organização "Together for Sustainability (TfS)" em conjunto com empresas de teste e organizações terceiras. Ele reflete o status quo dos principais padrões reconhecidos mundialmente. Foram especificados por requisitos, procedimentos e abordagens de avaliação para químicos. O guia será atualizado se forem necessárias mudanças significativas ou adaptações devido às alterações de outros padrões genéricos, novos aspectos que ainda não foram considerados ou novos requisitos do mercado. Ele será publicado após indicar a revisão na página web da TfS com as alterações que foram realizadas em comparação com a versão anterior. As versões obsoletas serão armazenadas em um arquivo acessível da TfS.

A TfS reconhece que muitas vezes é difícil comparar dados de PCF de produtos similares devido às diferentes decisões metodológicas subjacentes feitas no cálculo, incertezas dos dados utilizados, diferentes níveis de qualidade de dados, diferenças de regiões, tecnologias etc. Contudo, a aplicação deste guia busca reduzir os problemas na hora de comparar o PCF das substâncias químicas. No futuro, os PCFs serão fontes importantes de informações para auxiliar as empresas em suas estratégias de redução de GEE.

Informações sobre o PCF de fornecedores de acordo com um guia específico do setor contribuirão para a transparência ao longo das cadeias de fornecimento. Um bom relatório que aborda todas as informações relevantes, como por exemplo, o escopo, padrões utilizados, PCR aplicadas, fontes de dados utilizadas, métodos de alocação aplicados, etc., permitirá uma melhor compreensão dos resultados de PCF para substâncias químicas.

O objetivo do relatório de estudo de PCF é explicar o estudo do PCF, incluindo o PCF integral ou o PCF parcial, e demonstrar que foram cumpridas as disposições deste documento. Os resultados de PCF gerados pelas empresas podem ser usados de diferentes maneiras. A primeira é uma troca B2B de dados com uma revisão interna recomendada. Além disso, as empresas podem publicar os resultados de PCF de diversas maneiras, onde é solicitada uma revisão externa [ISO 14026:2017]. Os resultados e conclusões do estudo de PCF devem ser documentados no relatório de estudo PCF sem parcialidade. Os resultados, dados, métodos, hipóteses e a interpretação do ciclo de vida devem ser transparentes e apresentados com detalhamento suficiente para permitir que o leitor entenda as complexidades e escolhas inerentes ao estudo da PCF [ISO 14067:2018].

Este guia se concentra em todos os GEEs relevantes, como indicados pelo Grupo Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC). As emissões de GEEs relevantes e seus fatores de emissão são explicados detalhadamente em 5.2.6.

Entretanto, os princípios gerais podem ser usados e aplicados para os produtos químicos também, caso seja necessário abordar outros impactos ambientais além dos GEEs (por exemplo, qualidade do ar, uso de água, biodiversidade). Essas questões estão se tornando cada vez mais comuns para os clientes da indústria química e pode ser possível aproveitar do mesmo método para todos os impactos. Especificações adicionais são necessárias neste contexto e podem ser vistas como uma tarefa futura possível resultando em uma extensão do guia.

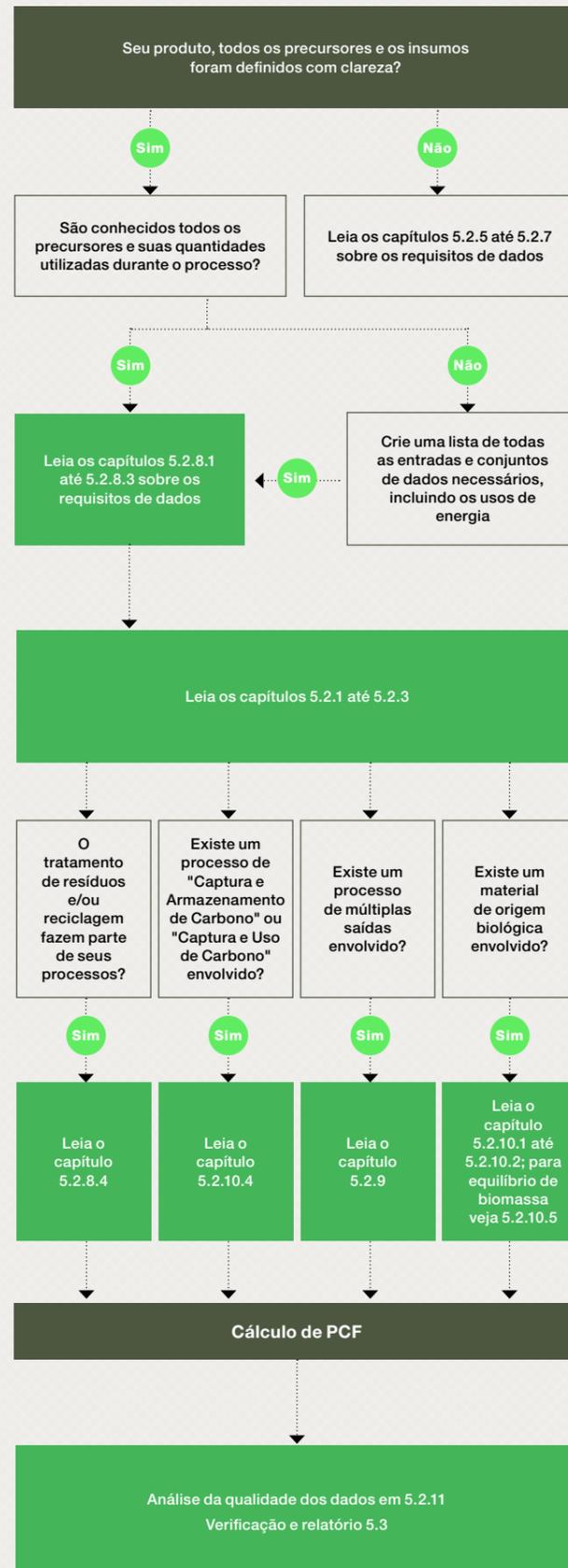
Na figura 5.1, um resumo geral é fornecido para facilitar a navegação no guia e para encontrar mais facilmente os capítulos mais relevantes e pular outros. A figura 5.1 também deve auxiliar os iniciantes neste tópico para começar rapidamente com os primeiros cálculos e continuar com perguntas específicas mais tarde se relevantes.

Atualmente, a TÜV Rheinland Energy GmbH está prestando os seguintes serviços à TfS, que deverão ser concluídos no terceiro ou quarto trimestre de 2022:

- Avaliar o guia em relação a todos os padrões pertinentes aplicadas (por exemplo, SBTi, WBCSD, Protocolo de GEE, etc.).
- Conferir se os requisitos de apresentação de relatórios para os requerentes estão suficientemente definidos no guia.
- Testar o nível de usabilidade e dar sugestões para a otimização.
- Ciclos de discussões e possíveis melhorias durante a fase de teste (WP 1-4 do TfS) e fase de finalização (WP 1-5 do TfS).

É possível confirmar que as abordagens utilizadas e a metodologia de cálculo são razoáveis, transparentes e adequados para o objetivo deste guia. A abordagem apresentada, assim como os exemplos de cálculo, são coerentes, transparentes e compreensíveis.

Figura 5.1 Resumo dos capítulos principais do guia



5.1 Objetivo e Escopo

5.1.1 Geral

O escopo deste guia abrange a chamada abordagem "do berço ao portão da fábrica" para calcular um PCF e se refere a uma "unidade declarada" (veja 5.1.3).

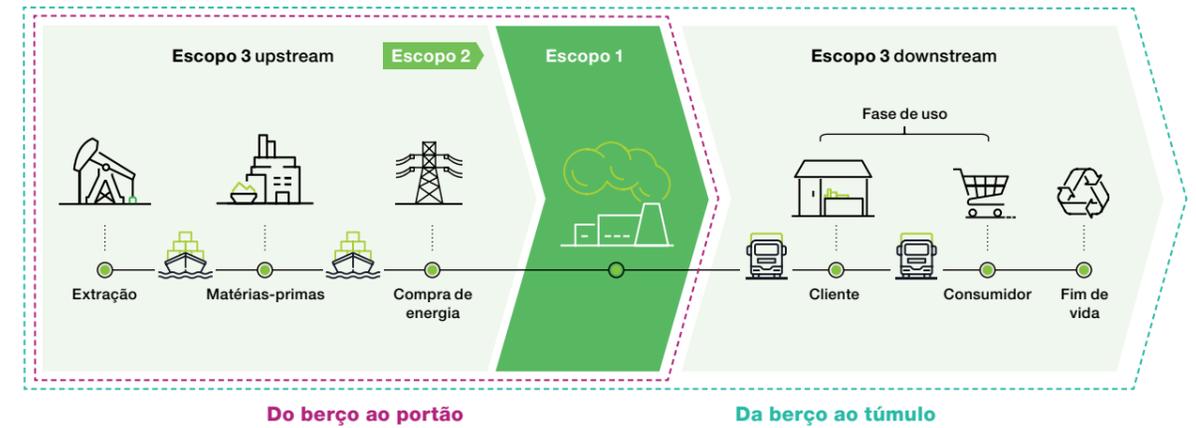
Este guia permite calcular o PCF do berço ao portão da fábrica com base em diretrizes e padrões desenvolvidos por diferentes organizações.

Os temas gerais seguem os padrões mencionados no item 5.2.4. É indicado que o guia estabelece regras específicas para as substâncias químicas que não são refletidas detalhadamente nos atuais padrões. Este guia está totalmente de acordo com a ISO e o Protocolo de GEE. É um desafio estar totalmente de acordo com todos os outros padrões ou diretrizes que possam ser relevantes. A TÜV Rheinland checkou e validou a conformidade.

Um PCF "do berço ao portão da fábrica" conforme utilizada neste documento, é a soma das emissões e remoções de GEE de um ou mais processos selecionados em um sistema de produto, expressas como equivalentes de CO₂ (CO₂e) e com base nas etapas ou processos selecionados dentro do ciclo de vida. As etapas selecionadas neste guia cobrem todas as atividades dentro dos limites do sistema determinados detalhadamente no capítulo 5.1.2.

É preciso notar que uma avaliação de produto limitada apenas aos GEE tem o benefício de simplificar a análise e produzir resultados que podem ser comunicados claramente às partes interessadas. A limitação de um inventário apenas de GEEs é que as possíveis compensações ou co-benefícios entre os impactos ambientais podem ser perdidos. Por isso, os resultados de um inventário apenas de GEE não devem ser usados para informar o desempenho ambiental geral de um produto [Padrão de Produto do Protocolo de GEE (2011)].

Figura 5.2 Definição de limites do sistema



5.1.2 Limites do sistema

O limite do guia é um PCF do berço ao portão da fábrica, que compreende todos os processos de extração, fabricação e transporte, até que o produto saia da fábrica. Em geral, as emissões downstream do uso do produto e do fim de vida são geralmente excluídas de um PCF do berço ao portão da fábrica (Figura 5.2).

As seguintes atividades **devem ser incluídas** em um cálculo de PCF do berço ao portão da fábrica: todas as emissões de GEE relacionadas ao produto e diretas (Escopo 1) e indiretas (Escopo 2) do processo de produção, incluindo remoções fósseis ou biogênicas, consumo de energia (Escopo 2: eletricidade, calor externo e vapor externos; Escopo 1: consumo de combustíveis como gás natural, biogás), os serviços públicos, fabricação, transporte de entrada, transporte de um local para outro, tratamento de resíduos e tratamento de efluentes de processos e todas as emissões de GEE de "Escopo 3" relacionadas ao de consumo de matérias-primas, incluindo catalisadores que são consumidos na reação [BASF SE 2021]. Mais informações sobre as atividades incluídas estão disponíveis na Tabela 5.1.

Como o guia é relacionado ao produto, as seguintes atividades **não devem ser incluídas** dentro dos limites de um PCF do berço ao portão da fábrica: fabricação de equipamentos de produção, edifícios, infraestrutura e outros bens de capital, viagens de negócios dos funcionários, viagens ida e volta ao trabalho dos funcionários e atividades de pesquisa e desenvolvimento. [Pathfinder Framework (PACT desenvolvido por WBCSD)], Tabela 5.1. Por favor, consulte também o Capítulo 5.2.3 sobre os requisitos para eliminar atividades.

As seguintes atividades podem ser incluídas ou excluídas dos limites do sistema, em função dos critérios de corte ou requisitos do cliente: O transporte de saída do produto é geralmente excluído (veja a Figura 5.2). Se o transporte de saída precisar ser considerado a pedido dos clientes, ele pode ser calculado e relatado separadamente. A embalagem do produto em questão pode ser incluída ou excluída. No caso de muitas substâncias químicas, a contribuição da embalagem pode ser desprezível no contexto de um PCF

em termos de massa e importância ambiental. Este é o caso, por exemplo, para produtos químicos a granel que são entregues por um fornecedor às fábricas dos clientes. Para outros produtos químicos, como produtos químicos especializados ou produtos químicos para construção, a embalagem pode desempenhar um papel mais importante no PCF, especialmente para produtos vendidos em unidades menores (por exemplo, em baldes, cartuchos ou bobinas embaladas). De acordo com os critérios de corte estabelecidos na seção 5.2.3 deste guia, a embalagem pode ser excluída ou incluída no cálculo de PCF, dependendo de sua contribuição em massa e importância ambiental. Se a embalagem for incluída, ela deve ser visível na descrição da unidade declarada (ver 5.1.3).

O limite do sistema deve ser a base utilizada para determinar quais processos unitários estão incluídos dentro do estudo da PCF. Quando são usadas as regras de categoria de produto (PCR), seus requisitos sobre os processos a serem incluídos têm precedência sobre os indicados acima (veja 5.2.4). De acordo com a norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], uma PCR é um "...conjunto de regras, requisitos e diretrizes específicos para a quantificação e comunicação da pegada de carbono de um produto ou pegada parcial de carbono de um produto para uma ou mais categorias de produto". Os critérios, por exemplo, os de corte (5.2.3), utilizados para definir o limite do sistema devem ser identificados e documentados internamente no relatório de cálculo de PCF.

Decisões devem ser tomadas sobre quais processos unitários incluir no estudo de PCF e a que nível de detalhe devem ser analisados os processos unitários. A exclusão de etapas do ciclo de vida, processos, entradas ou saídas só é permitida se elas não mudarem significativamente as conclusões gerais do cálculo de PCF. Em uma abordagem "do berço ao portão da fábrica", as fases de uso e descarte nem sempre são de menor relevância, mas não estão no escopo da análise e são excluídas. No Capítulo 5.1.3, a abordagem de corte é explicada detalhadamente.

A tabela a seguir descreve de forma genérica as atividades que devem ser incluídas ou excluídas dos limites do sistema, assim como as opcionais.

Tabela 5.1 Atividades que devem ser incluídas ou excluídas dos limites do sistema e atividades opcionais

Incluída	Excluída	Opcional
Matérias-primas relacionadas com a produção (incluindo os catalisadores e materiais auxiliares que são consumidos) ¹	Serviços como engenharia ou infraestrutura, atividades de I&D	Embalagem em função do produto específico e do cumprimento dos critérios de corte
Serviços públicos consumidos	Viagens de negócios ou transporte de funcionários	Transporte de saída (caso incluído no limite do sistema, deve ser indicado separadamente)
Consumo de energia	Produção de bens de investimento	Transporte de entrada, caso não seja relevante
Emissões diretas provenientes da fabricação e da produção/geração de serviços públicos relacionados no local	Atividades contempladas pelos critérios de corte (conforme estabelecido no Capítulo 5.2.3)	
Transporte de matérias-primas e transporte de um local para outro		
Tratamento ou descarte de resíduos de processos e tratamento de efluentes		

(1) O aprovisionamento não relacionado à produção (muitas vezes denominado aprovisionamento indireto) consiste na aquisição de bens e serviços que não fazem parte dos produtos da empresa, mas são usados para habilitar as operações. O aprovisionamento não relacionado à produção pode incluir bens de capital, como móveis, equipamentos de escritório e computadores. Fonte: Padrão de Contabilidade e Relatório da Cadeia de Valor Corporativa do Protocolo de GEE.

5.1.3 Unidade declarada (UD) de PCF

A unidade declarada (UD) descreve a quantidade de um produto que é usada como unidade de referência na quantificação de PCF do berço até o portão da fábrica. No caso de produtos químicos, a unidade declarada é frequentemente determinada como 1 kg de produto.

Este guia da TfS se refere exclusivamente ao uso de uma Unidade Declarada, já que serve apenas de orientação para calcular os PCFs do berço ao portão da fábrica e, portanto, não inclui o ciclo de vida completo do produto.

OPCF, expresso em kg CO₂ equivalentes por Unidade Declarada, reflete o impacto cumulativo da mudança climática das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Cada fornecedor do mesmo produto deve calcular suas emissões usando a mesma Unidade Declarada [BASF SE 2021].

A unidade padrão deve ser, preferivelmente, kg equivalentes de CO₂ por kg de produto. Para alguns produtos específicos, como gases (por exemplo, hidrogênio, GPL), o PCF pode ser expresso por unidade de metro cúbico de produto. Além disso, alguns produtos são vendidos com base em uma unidade de volume (como litro) e, nesse caso, a PCF pode ser expresso por unidade de volume. Nesses casos, o fornecedor deve oferecer os fatores de conversão (densidades com condições associadas) para a conversão em kg, que é necessário na lista de atributos no capítulo 5.3. Não deve-se utilizar nenhuma outra unidade de medida, como peças ou euros.

No caso de processos, o PCF pode ser expresso em kg equivalentes de CO₂e por tonelada de produto destilado, por tonelada de efluente tratado ou por tonelada de produto em um processo de cristalização.

Alguns setores podem usar peças ou outras unidades na Unidade Declarada. Independente do que é usado, uma transferência física suficiente deve ser comunicada para que seja possível converter essas unidades em kg.

Os resultados de um PCF ligado à Unidade Declarada devem ser relatados como kg equivalentes de CO₂ por Unidade Declarada com um decimal. Mais decimais não são significativos devido à variabilidade das cifras. Resultados com um segundo decimal devem ser arredondados: no caso de um alto valor de um PCF, um decimal pode ser omitido, no caso de um PCF muito baixo, mais decimais podem ser significativos.

1,25 kg deve ser arredondado para 1,3 kg equivalentes de CO₂; 1,24 kg deve ser arredondado para 1,2 kg equivalentes de CO₂.

Um estudo do PCF deve **especificar claramente** a Unidade Declarada do sistema sob estudo. A Unidade Declarada deve ser **coerente com o objetivo e escopo** do estudo do PCF [ISO 14067: 2018]. O propósito principal de uma Unidade Declarada é **proporcionar uma referência** à qual estão relacionadas as entradas e saídas. Portanto, a Unidade Declarada deve ser claramente **definida e mensurável**. Um exemplo de uma **Unidade Declarada** é geralmente se referir à quantidade física de um produto, por exemplo "1 kg de detergente líquido para roupa com 30% de teor de água".

A Unidade Declarada com a qual é calculado o PCF de um sistema de produto é **1 kg de produto sem embalagem** na porta da fábrica, independente de seu estado (sólido, líquido, gasoso), já que sua densidade específica é considerada [BASF SE 2021]. Se a embalagem estiver incluída (veja 5.1.2), a Unidade Declarada é 1 kg de produto embalado na porta da fábrica.

TfS vai considerar orientações específicas para a inclusão de embalagens na próxima revisão do guia.

Em todos os casos, uma definição clara da **Unidade Declarada** como base para o PCF deve ser divulgada. Os cálculos devem se referir à **Unidade Declarada** e ser integrados nos resultados quando os dados sobre o PCF forem trocados entre as empresas.

5.2 Regras de cálculo

5.2.1 Etapas do cálculo de PCF

Este capítulo abrange os principais critérios de cálculo que devem ser seguidos durante o desenvolvimento de PCFs.

Uma análise de ciclo de vida de PCF de acordo com este documento costuma passar por quatro fases, resultando nas seguintes etapas gerais:

(i) Definição de objetivo e escopo: A unidade declarada deve ser estabelecida e todas as atividades e processos relevantes dentro dos limites do sistema identificados. Os limites do sistema são explicados no capítulo 5.1.2 e abrangem todos os fluxos de serviços, materiais e energia que se tornam, fazem e transportam o produto desde a extração de matérias-primas até a porta da fábrica.

(ii) Criação do inventário de ciclo de vida coletando dados de atividade: Dados de atividade devem ser coletados para processos dentro dos limites do sistema (por exemplo, entrada de material, entradas de energia, como eletricidade, resfriamento e aquecimento, produtos comprados e emissões diretas). Os requisitos de dados aplicáveis para os diferentes tipos de dados de atividade são descritos no capítulo 5.2.8. Para mais detalhes sobre quais atividades podem ser excluídas dos dados coletados, veja o capítulo 5.2.3.

(iii) Avaliação do impacto de ciclo de vida

a. Calculando emissões: Emissões de GEE provenientes de um processo devem então ser calculadas multiplicando os dados de atividade pertinentes com seu respectivo fator de emissão (CO₂e por unidade declarada). O termo dados de atividade descreve, por exemplo, a entrada de materiais, um processo, uma reação química, uma etapa de tratamento ou purificação. Os tipos de dados e as fontes de fator de emissão são indicados nos capítulos 5.2.5 e 5.2.6.

b. Etapas adicionais podem ser necessárias, como a divisão das emissões dos processos de saída múltipla ou atribuí-las para diferentes saídas. Para obter orientação sobre esses assuntos, consulte o capítulo 5.2.9.

c. Para permitir flexibilidade na aplicação das normas contábeis, os cálculos devem ser realizados de forma que diferentes métodos de atribuição possam ser aplicados caso necessário. Isso assegura que diferentes diretrizes padrão possam ser seguidas em caso de necessidade [Estrutura de Guia (PACT desenvolvido por WBCSD)], [BASF SE 2021].

(iv) Consolidação de PCF: O PCF deve ser calculado com a soma de todas as emissões de GEE.

a. Se a empresa produz o produto em vários locais diferentes, cálculos baseados em dados específicos de cada local de produção devem ser realizados, utilizando dados específicos do local e, se aplicável, dados secundários específicos do país para os processos que não estão sob o controle da empresa responsável pelo relatório. Para fins de comunicação, a empresa pode agregar os dados específicos do local em uma média ponderada baseada nos volumes de produção das respectivas produções. Se os dados de PCF específicos de cada local forem médios, isso deve ser declarado de forma transparente. Além disso, isso será refletido em uma pontuação inferior da qualidade de dados.

b. Em geral, a coleta de dados deve ser o mais granular possível, idealmente a partir dos processos específicos implicados na produção do produto sob estudo. Quando não estão disponíveis os dados de nível de processo, os dados devem ser coletados no nível da planta ou até mesmo no nível do local, preferindo os dados de nível de planta em relação aos dados de nível de local. Nesses casos, os fatores de emissão do uso de energia ou as emissões diretas de GEE de uma inteira instalação ou local precisam ser atribuídos aos processos específicos da instalação ou local. Isso deve ser feito usando uma abordagem de atribuição de massa, tempo ou outra atribuição física. Para isso, é necessário um fator de subdivisão (BDF, break-down factor) para atribuir as emissões de GEE de uma instalação ou local aos processos individuais. O BDF é calculado como explicado acima, por exemplo, como uma proporção entre o volume de produção da instalação ou do local inteiro (em toneladas). Em seguida, as emissões de GEE da instalação ou do local são multiplicadas por esse BDF para obter as emissões de GEE em relação ao processo.

(v) Documentação e elaboração de relatórios.

5.2.2 Escopo temporal

O limite temporal de um PCF se refere ao período para o qual o valor de PCF é considerado representativo [ISO 14067: 2018]. Os seguintes limites temporais se aplicam aos diferentes tipos de dados.

- **Os dados primários** usados para o cálculo de PCF devem ser o mais recente possível e **não mais antigos que cinco anos. O ano completo mais recente** (ano do relatório ou ano civil) deve ser aplicado como limite temporal para os cálculos de PCF, se for representativo de um ano médio de produção. Para anos de produção que não são contínuos ou irregulares, os dados de produção podem ser médios para um período de tempo mais longo a fim de reduzir a variabilidade devido a revisões, retomadas ou outras condições de produção atípicas. Quando são aplicados os dados de produção média em um cálculo de PCF, não devem ser utilizados mais do que os últimos três anos de produção (ano de relatório ou calendário) e usados em um cálculo de PCF [BASF SE 2021], [Pathfinder Framework (PACT desenvolvido por WBCSD)].
- **Os dados secundários** usados para todas as entradas e saídas devem refletir os dados de atividade mais recentes e/ou os últimos LCI disponíveis. Os dados LCIs (por exemplo, de bancos de dados) utilizados no cálculo de PCFs devem ser os mais recentes que estão disponíveis e **não mais antigos que dez anos** [BASF SE 2021]. Se forem mais antigos, devem ser usadas proxy mais recentes em vez disso. A classificação de qualidade dos dados será influenciada pela escolha dos dados.
- **Os PCFs** devem ser calculados periodicamente para acompanhar as melhorias ao longo do tempo. Entretanto, isso pode ser um desafio para as empresas que dependem de cálculos manuais de PCF dos produtos e que não possuem uma abordagem de cálculo automatizada. Por isso, os PCFs devem ter **um período de validade máximo de até cinco anos** a partir do ano de referência da coleta de dados se não tiver mudanças significativas no processo de produção (> 20% de impacto em respeito ao PCF original). As empresas podem atualizar seus cálculos de PCF **com mais regularidade** (por exemplo, anualmente). TfS decidiu que após cinco anos ou se o processo de produção tiver mudado significativamente, os valores da PCF não são mais considerados representativos e devem ser recalculados. Segundo a EN 15804 [EN 15804

- 2: 2019], uma EDP também é válida por 5 anos, após o qual deve ser reavaliado e, geralmente, revisado. Se não forem encontradas mudanças após 5 anos, o valor de PCF pode ser renovado por meio de uma declaração também. Uma vez revisado um PCF, a versão revisada irá substituir o PCF original e terá validade de 5 anos. No entanto, recomendamos iniciar um processo de revisão para um PCF após 3 anos.

- O limite temporal do cálculo de PCF é o ano de referência. O **ano de referência** de um PCF e a data de cálculo/publicação devem sempre ser divulgados junto ao valor de PCF.

5.2.3 Critérios para eliminar determinadas atividades (Cut-off)

Em geral, **todos os processos, fluxos e atividades** atribuíveis ao sistema de produtos devem ser **incluídos** em um PCF (veja 5.1.2 sobre atividades geralmente excluídas e incluídas) [BASF SE 2021] [ISO 14067: 2018]. O processo de coleta de dados LCI deve ter como objetivo a **integralidade**. Quando estiverem disponíveis dados quantitativos, eles devem ser incluídos. No entanto, nenhum esforço indevido deve ser dedicado em desenvolver dados de significância negligenciável em relação às emissões de GEE. Se for comprovado que os fluxos individuais de material ou energia **são insignificantes** para a pegada de carbono de um determinado processo unitário concreto, eles podem ser excluídos por **razões práticas** e devem ser relatados como exclusões de dados.

Os critérios de corte especificam a quantidade de fluxo de material ou energia ou o nível de importância das emissões de GEE associadas a processos unitários ou ao sistema de produtos que podem ser excluídos de um estudo sobre o PCF [BASF SE 2021]. Além disso, os critérios de cortes podem se tornar necessários em casos em que **não há dados disponíveis**, onde os fluxos elementares são muito pequenos (abaixo do limite de quantificação) ou onde o nível de esforço necessário para preencher as **lacunas de dados** e alcançar um resultado aceitável se torna proibitivo.

Caso não haja dados disponíveis, mas os fluxos elementares forem significativos, as lacunas de dados devem ser fechadas conforme explicado nos capítulos 5.2.6 e 5.2.8..

Vários critérios de corte são usados na prática de ACV para decidir quais entradas serão incluídas na avaliação, como massa, energia e importância ambiental [BASF SE 2021]. A identificação inicial das entradas baseada unicamente na contribuição de massa pode fazer com que sejam omitidas entradas importantes do estudo. Por isso, a importância energética e ambiental também devem ser usadas como critérios de corte neste processo.

Critérios de corte de PCF

1. Devem ser incluídos todos os fluxos de matéria-prima que tenham acumulado de ao menos 95% dos fluxos de matéria-prima totais para o processo unitário. Mas recomendamos uma cobertura de 98% ou mais para remover incertezas potenciais e aumentar o nível de integridade [BASF SE 2021].
2. Devem ser incluídas todas as entradas de energia que tenham acumulado de pelo menos 95% das entradas de energia totais para o processo unitário. Para gerar um PCF de maior qualidade, melhorando a integridade do cálculo, 98% das entradas de energia totais ou mais devem ser incluídas.
3. Em casos em que a entrada e a influência no PCF é incerta, deve-se fazer um cálculo geral com cifras genéricas para decidir se pode aplicar ou não um corte (abordagem iterativa) [BASF SE 2021].

4. Os fluxos de materiais de entrada que têm um impacto ambiental ascendente considerável (por exemplo, metais preciosos como os do grupo platina que contém catalisadores) devem ser considerados no cálculo de PCF, independentemente de sua contribuição relativa para o fluxo total de materiais, mesmo que sua entrada de massa seja <= 1% do fluxo total de massa. O cálculo de PCF deve considerar, no mínimo, a perda de material (por exemplo, a perda de catalisador) e atribuir um PCF igual ao material virgem. Se conhecido, os esforços de reciclagem devem ser considerados em adição. Do contrário, esforços conhecidos, derivados de outros processos, podem ser usados como proxy.

5.2.4 Padrões utilizados

Este guia setorial TFS para produtos químicos segue os padrões internacionais **ISO 14040:2006/AMD 1:2020** e **ISO 14044:2006/AMD 2:2020** para a Análise do Ciclo de Vida. Derivado desses padrões genéricos, o guia segue **ISO 14067: 2018 para pegadas de carbono de produtos (PCF)**. Segundo a ISO 14067 [ISO 14067: 2018], a pegada de carbono de um produto é "...a soma das emissões e remoções de GEE em um sistema de produto, expressa em CO₂ equivalente e baseada em uma análise do ciclo de vida usando a categoria de impacto único de mudança climática." Segundo a ISO 14067 [ISO 14067: 2018], uma PCR é "um conjunto de normas, requisitos e diretrizes específicos para a quantificação e comunicação da pegada de carbono de um produto ou pegada de carbono parcial de um produto para uma ou mais categorias de produtos." Também se baseia em outras diretrizes, como o **Protocolo de GEE** desenvolvido nos últimos anos. Também foram considerados o trabalho do Framework da Associação para a Transparência do Carbono (organizado pela WBCSD) e a diretriz de Avaliações do Ciclo de Vida da WBCSD. Em geral, o guia segue esses padrões e oferece esclarecimentos e exemplos para a indústria química.

Para aumentar a coerência dos cálculos de PCF ao longo da cadeia de valor, deve-se seguir a seguinte hierarquia de priorização alinhada de normas para os cálculos de PCF:

1. PRC que foi desenvolvida com base no **Guia da TFS**.
2. Diretrizes específicas do produto ou do setor baseadas na série ISO 14000 (como os PCRs ou Plastics Europe).
3. **Guia da TFS** se ainda não tem um PCR, é possível utilizar o guia para calcular o PCF.
4. Norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018].
5. Pathfinder Framework (PACT desenvolvido por WBCSD); Norma de Produto do Protocolo de GEE [Norma de Produto do Protocolo de GEE].
6. Regra de Categoria de Pegada Ambiental de Produto (PEFCR) desenvolvida sob a iniciativa europeia de Pegada Ambiental de Produtos [EU PEF].

Se existirem diferentes PCRs declaradas oficialmente para o mesmo produto de diferentes organizações, a TFS irá revisá-las com uma equipe de especialistas e irá declarar a "PCR aceita pela TFS". Como base para a decisão, primeiro é verificada a correta aplicação do guia TFS. A TFS publica e atualiza anualmente uma lista das "PCRs aceitas pela TFS". No caso de regras setoriais que não são oficialmente declaradas como PCRs ou PEFCRs, a aplicação também deve ser justificada e verificada pela TFS.

Tabela 5.2 PCR aceita pela TFS (a lista pode ser adotada depois de revisão da PCR por parte de especialistas da TFS)

Sistema de produto	Padrão/Lógica seguida
Craqueamento a vapor	[Plastics Europe - Alocação do Craqueamento a Vapor [2017]]
C12-14 Álcoois graxos (óleo), ésteres metílicos, óleos refinados e brutos de palma, óleos refinados e brutos de coco	[ERASM 2014]
Diisocianato de tolueno (TDI), metileno difenil diisocianato (MDI)	[ISOPA 2012]
Cloro (processo cloro e álcalis)	[EUROCHLOR 2022]

5.2.5 Tipos e fontes de dados

Os dados podem ter diferentes níveis de qualidade. Todos os cálculos de PCF devem ter o mais alto nível de qualidade para serem significativos e aplicáveis. Os dados de alta qualidade são, por exemplo, dados de emissões que são verificados sob um sistema governamental, como o EU-ETS. Em uma reação química, são necessários vários insumos. As informações sobre os insumos podem ser provenientes de diferentes fontes. Os insumos de todas as fontes devem ser avaliados com um sistema de classificação de qualidade e os dados com as taxas de qualidade mais altas devem ser usados no cálculo de PCF. Para a participação de dados primários e classificação de qualidade de dados, veja o capítulo 5.2.11.

As fontes podem ser caracterizadas como:

Dados primários:

- Dados específicos da empresa: se trata de dados medidos ou coletados diretamente de um ou vários processos (dados específicos do processo), de uma ou várias instalações (dados específicos da instalação ou da planta) ou de um ou vários locais (dados específicos do local) que são representativos das atividades da empresa (a empresa é usada como sinônimo de organização). Para determinar o nível de representatividade, pode ser aplicado um procedimento de amostragem¹.
- Os dados primários são definidos como dados de processos específicos no ciclo de vida do produto estudado. Eles são coletados para todos os processos que pertencem ou estão sob controle da empresa informante. Os dados de emissões diretas, os fatores de emissão e os dados de atividade do processo podem ser classificados como dados primários se correspondem à definição.
- Em geral, os dados primários e específicos da empresa devem ser coletados e calculados com o maior nível de granulosidade possível. Isso significa que os dados específicos do processo são preferíveis aos dados específicos da instalação, que por sua vez, são preferíveis aos dados específicos do local.
- Se somente os dados específicos da instalação ou do local da empresa estiverem disponíveis, eles devem ser coletados ou calculados e devem ser representativos da instalação ou do local para os quais foram coletados.
- Os dados específicos da instalação ou do local devem então ser fragmentados ao nível do produto função na massa ou em outras relações significativas.
- Também devem ser usados os dados específicos do local para aqueles processos unitários que são comumente utilizados para vários processos, como a incineração ou o tratamento de resíduos. Os dados de consumo geral devem ser calculados por unidade de serviço, por exemplo, kg CO₂e por tonelada de resíduos incinerados. Adicionalmente, as informações disponíveis sobre emissões específicas em processos específicos

devem ser consideradas (por exemplo, as emissões de SF₆ de um processo de incineração de plasma usado na indústria de semicondutores).

Vários padrões dão prioridade ao uso de dados primários, o que também é apoiado por este padrão, se a qualidade dos dados for alta (veja 5.2.11).

Dados secundários:

- Dados secundários - Define-se como dados que não são coletados, medidos ou calculados diretamente a partir de dados de produção específicos disponíveis para a empresa. Os dados secundários podem incluir dados específicos de fornecedor e tecnológicos provenientes de dados detalhados no nível da planta/local de relatórios de mercado ou patentes, dados médios da indústria ou estudos literários e podem ser uma fonte importante e significativa para dados incluídos em cálculos de PCF.
- Os dados secundários englobam médias da indústria, estimativas baseadas em estudos literários, associações, dados de produção publicados, estatísticas governamentais, estudos literários, estudos de engenharia e patentes e também podem ser baseados em dados financeiros. Podem conter dados de proxy gerados por julgamento de especialistas externos e outros dados genéricos. Além disso, pode ser conseguido a partir de um banco de dados LCI de terceiros, fontes abertas, cálculos de PCF, etc.
- Podem ser revisados de forma independente, o que aumenta a confiabilidade e a pontuação de Classificação de Qualidade de Dados (CQD). Os dados secundários só devem ser usados para entradas e saídas onde a coleta de dados primários é impraticável, ou para processos de menor importância ou onde os secundários por diversas razões têm uma qualidade ou melhor adequação do que os dados primários (por exemplo, dados de associação para produtos específicos).
- Os dados secundários podem ter o mesmo nível de qualidade que os primários, dependendo do processo de geração dos dados, da adequação significativa aos dados usados, do nível de agregação, etc.

Em caso de lacunas de dados

Existem lacunas de dados quando não há dados primários ou secundários que sejam suficientemente representativos do processo em questão no ciclo de vida do produto. Para a maioria dos processos em que faltam dados, deve ser possível obter informações suficientes para proporcionar uma estimativa razoável. Portanto, deve haver poucas, se houver, lacunas de dados. A classificação de qualidade de dados indicará que existem lacunas de dados preenchidas por dados de proxy. As seções a seguir oferecem orientações adicionais sobre o preenchimento de lacunas de dados com dados proxy e dados estimados.

(1) Veja o Anexo A do Padrão Corporativo do Protocolo de GEE para mais informações sobre amostragem e as técnicas de amostragem.

Tabela 5.3 Hierarquia de dados para entradas de energia e materiais referentes aos dados primários, secundários e de proxy [Pathfinder Framework (PACT desenvolvido por WBCSD)]

Abordagem	Fonte de dados de atividade		Fonte dos fatores de emissão	
	Energia ¹	Material	Energia	Material
Melhor cenário	Dados internos/primários		Para produção in loco: Internos/primários Para eletricidade comprada: Certificados de energia renovável específicos do fornecedor e garantias de origem Para outros tipos de energias compradas: Específicos do fornecedor	Específicos do fornecedor (por exemplo, via Pathfinder Network)
Melhor cenário²	Dados internos/primários		Bancos de dados secundários	
Pior cenário³	Dados internos/secundários/ Dados proxy		Dados proxy e bancos de dados EEIO	

(1) Eletricidade, aquecimento/refrigeração, vapor.
(2) Abordagem predominante na prática.
(3) Dados financeiros.

Dados proxy

Os dados proxy são dados de processos semelhantes que são usados como substituto de um processo específico. Os dados proxy podem ser extrapolados, escalados ou personalizados para representar um determinado processo. As empresas podem personalizar os dados proxy para se assemelham mais às condições do processo estudado no ciclo de vida do produto se houver informações necessárias para isso. Os dados podem ser personalizados para melhor se adequar às métricas geográficas, tecnológicas ou outras do processo. A identificação das principais entradas, saídas e outras métricas deve ser baseada em outros inventários de produtos relevantes ou em outras considerações (por exemplo, discussões com um consultor das partes interessadas) quando os inventários de produtos não existem.

Alguns exemplos de dados proxy são:

- Utilizar dados sobre processos plásticos de polietileno quando os dados sobre a entrada específica de plástico (por exemplo, HDPE) são desconhecidos. Dependendo da avaliação específica, os processos em estudo e a contribuição para o PCF global, utilizar dados de polietileno como proxy para o polipropileno também pode ser suficiente.
- Adaptando um fator de emissão da rede elétrica de uma região para outra região com uma matriz de geração diferente.
- Personalizando um processo de outro produto para combinar com o processo estudado, por exemplo, alterando a quantidade de material consumida para combinar com um processo similar no produto estudado.

Dados estimados

Quando uma empresa não pode coletar dados primários ou integrar dados secundários significativos ou dados proxy para preencher uma lacuna de dados, as empresas devem estimar os dados faltantes para determinar a significância de sua contribuição para o resultado de PCF. Se os processos forem definidos como insignificantes com base em dados estimados, o processo pode ser excluído dos resultados do inventário (critérios de corte). Os critérios para

determinar a insignificância são explicados no capítulo 5.2.3 [Padrão de Produto do Protocolo de GEE]. Se a lacuna de dados for significativa e não puder ser preenchida por outros tipos de dados definidos neste capítulo, deve ser introduzida uma estimativa dos dados. Isso deve ser feito com cuidado considerando todo o conhecimento da lacuna de dados com uma geração subsequente de dados estimados. Os dados estimados devem ser substituídos por dados primários ou secundários o mais breve possível na atualização de PCF. Para ajudar na análise da qualidade dos dados, qualquer suposição feita no preenchimento das lacunas de dados, juntamente com o efeito previsto nos resultados do inventário de produtos, devem ser documentados [ISO 14067: 2018].

5.2.6 Requisitos e fontes dos fatores de emissão

Os fatores de emissão são as emissões de GEE por unidade de dados e atividade, e são multiplicados por dados de atividade para calcular as emissões de GEE. Os fatores de emissão podem cobrir um tipo de GEE (por exemplo, CH₄/litro de combustível) ou podem incluir muitos gases em unidades de CO₂ equivalentes. Os fatores de emissão podem incluir um único processo no ciclo de vida de um produto ou podem incluir diversos processos agregados. Os fatores de emissão do ciclo de vida que incluem as emissões de todos os processos upstream atribuíveis a um produto costumam ser chamados de fatores de emissão do berço ao portão da fábrica. As empresas devem entender quais processos estão incluídos nos fatores de emissão do inventário para garantir que todos os processos no ciclo de vida do produto sejam levados em conta no processo de coleta de dados.

Os fatores de emissão vêm de diferentes fontes e uma distinção é feita entre fatores de emissão primários e secundários:

Fatores de emissão primários são fatores de emissão calculados a partir dos dados de atividade primária para um processo sob o controle de uma empresa ou oferecido por um fornecedor para um processo sob seu controle.

Fatores de emissão secundários são derivados de fontes como bancos de dados de ACV, relatórios de inventário de

produtos publicados, órgãos governamentais ou associações industriais. Os fatores de emissão secundários ou por defeito são baseados em dados de atividade secundários. A fonte dos dados secundários deve ser especificada no relatório.

Os fatores de emissão devem sempre incluir todos os GEE e serem fatores de emissão do berço ao portão da fábrica que incluem emissões de todos os processos upstream atribuíveis a um produto.

Ao selecionar os fatores de emissão deve ser aplicada a seguinte hierarquia:

- Quando houver fatores de emissão primários disponíveis diretamente dos fornecedores de matérias-primas e energia ou processos internos, eles devem ser usados. A qualidade dos fatores de emissão específicos do fornecedor ou da empresa deve ser analisada e verificada quanto à adequação (veja abaixo: os requisitos de dados sobre dados primários ou referência ao capítulo adequado).
- Quando são usados fatores de emissão de empresas de serviços públicos, como eletricidade ou vapor (os chamados fatores baseados no mercado), é necessário garantir que eles sejam fatores de emissão do berço ao portão da fábrica, incluindo tanto as emissões da combustão quanto as emissões do fornecimento de combustíveis primários. Se a empresa de serviços públicos não puder oferecer um fator de emissão do ciclo de vida, informações adicionais, como os combustíveis primários utilizados e suas respectivas participações, devem ser divulgadas. Com base nessas informações, as emissões upstream provenientes do fornecimento dos combustíveis primários devem ser calculadas para complementar o fator de emissão de CO₂ da combustão e obter um fator de emissão do ciclo de vida, como indicado no capítulo 5.2.8 Requisitos de Dados de Atividade. Além disso, os fatores de emissão fornecidos devem incluir todos os GEE, em especial o CO₂, que é de longe o maior contribuinte (>95%) para as emissões de GEE da combustão de combustíveis primários.
- Os fornecedores de serviços públicos devem usar o método de alocação de eficiência ou o método de alocação de energia ao calcular as emissões de instalações de cogeração (CHP), seguindo as recomendações do documento de contabilidade da WBCSD, que inclui valores de eficiência padrão a serem usados se necessário [WBCSD Chemicals [2013]].
- Se os fatores de emissão primários não estiverem disponíveis, use os fatores de emissão secundários que sejam mais apropriados segundo o capítulo 5.2.6. Entre os dados disponíveis, use valores de PCF que sejam mais representativos e específicos para a geografia e tecnologia utilizadas para produzir matérias-primas, serviços públicos e combustíveis. Como fonte de dados secundários devem ser apenas usados os dados de bancos de dados de alta qualidade e verificados, listados abaixo.

Os requisitos adicionais para a seleção de dados secundários para matérias-primas se aplicam conforme mostrado abaixo. Deve-se seguir a seguinte hierarquia de seleção [BASF SE [2021]]:

- Se são conhecidas a origem de produção (região ou país) e a tecnologia de produção da matéria-prima fornecida, escolha um fator de emissão específico de região ou país/tecnologia. Uma região pode ser o mundo inteiro, um grupo de vários países (por exemplo, a Europa) ou uma área menor (como um grupo de estados nos EUA, uma província no Canadá). Por exemplo, a produção de hidrogênio líquido por eletrólise cloro-alcálica em células de membrana na Europa.

2. Se é sabida a origem de produção (região ou país) da matéria-prima fornecida, mas a tecnologia não é conhecida, escolha uma combinação de produção específica de região ou país, por exemplo, produção de hidrogênio líquido na Europa.

3. Se não se sabe a origem de produção, escolha uma combinação de consumo específica de região ou país em função da localização do seu fornecedor direto, por exemplo, mercado de hidrogênio líquido na Europa.

4. Se não houver um conjunto de dados específico de região ou país disponível, escolha a mesma matéria-prima de outro país ou região que seja mais adequada em termos de emissões de GEE. Por exemplo, a produção de hidrogênio líquido por eletrólise cloro-alcálica em células de membrana na Europa para um fornecedor localizado no Brasil, em vez de usar um valor médio global com base em um alto percentual de países onde a energia é baseada principalmente no carvão.

5. Se a matéria-prima específica não estiver disponível, escolha um substituto apropriado, como uma substância química do mesmo grupo químico.

A qualidade dos dados sobre os transportes de entrada e entre locais é baseada em dados primários de um banco de dados para atividades de transporte, que inclui os fatores de emissão dos modos de transporte de alta qualidade.

Em geral, os fatores de emissão do ciclo de vida devem ser obtidos e calculados a partir dos dados de fontes verificadas, como as elencadas abaixo (lista não exaustiva):

- Dados verificados de associações como ISOPA, Plastics Europe, Fertilizer Europe, World Steel association, etc.
- Bancos de dados ACV como GaBi (Sphera), Ecoinvent, Carbon Minds, Agribalyse, ELCD (PEF), IDEA, etc.
- Bancos de dados oficiais de fatores de emissão nacionais, como a EPA dos EUA, AIE, Defra, GREET, etc.
- GLEC Framework [GLEC Framework] ou DIN EN ISO 16258 para o transporte.

Se os fatores de emissão secundários não estiverem disponíveis nas referências elencadas anteriormente, outras fontes ou dados proxy podem ser usados para preencher os fatores de emissão ausentes. Em qualquer caso, devem ser relatados o uso de fontes de dados proxy ou a fonte de dados secundários. A medida em que os dados secundários são usados deve ser especificado em relação a todas as emissões de GEE por equivalentes de CO₂.

As fontes de dados secundários devem ser especificadas no relatório. Os requisitos da lista de atributos no Capítulo 5.3 explicam detalhadamente quais atributos devem ser relatados para dados primários e secundários, assim como para o uso de bancos de dados de dados secundários.

5.2.7 Avaliação do impacto do ciclo da vida (AICV)

Um PCF representa o impacto potencial do ciclo de vida de um produto na categoria de impacto ambiental de mudanças climáticas. Essa categoria de impacto considera que diferentes GEE têm impactos diferentes nas mudanças climáticas, expressos como seu potencial de aquecimento global (GWP) em kg CO₂ equivalentes (CO₂e).

A equação básica para o cálculo das emissões de GEE (CO₂e) de um dado de atividade é:

$$\text{Kg CO}_2\text{e} = \text{Dados de atividade} \times \text{Fator de emissão} \times \text{GWP}$$

Quantidade de atividade (kg de GEE/atividade) (kg CO₂e/kg de GEE)

Fórmula 1 Por exemplo, se a atividade for a compra de 5000 kg de metanol como matéria-prima e o fator de emissão específico do fornecedor for 0,80 kg CO₂e/kg, então as emissões de GEE para a atividade são 5000 * 0,80 = 4000 kg CO₂e.

A equação básica para o cálculo do CO₂e de uma emissão direta é:

$$\text{Kg CO}_2\text{e} = \text{Dados sobre a emissão direta} \times \text{GWP}$$

(unidade) (unidade) (kg de GEE) (kg CO₂e/kg de GEE)

Fórmula 2 Os tipos de fatores de emissão necessários dependem dos tipos de dados de atividade coletados.

Figura 5.3 Tipos de dados para o cálculo de PCF no exemplo da produção de 1 kWh de eletricidade

DADOS DE ATIVIDADE	ELABORAÇÃO DE UM INVENTÁRIO DE EMISSÕES POR ATIVIDADE	CÁLCULO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES COM DADOS DE ATIVIDADE	DADOS DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (ICV)	AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA COM FATORES DE POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL (GWP)	FATORES DE EMISSÃO DE GEE/ DADOS SOBRE PCF	
Compra de petróleo	Conjunto de dados do fornecedor (TfS) PCF do berço ao portão da fábrica: PCF / kg de petróleo	X 0,5 kg de petróleo	0,2 kg de CO ₂ e / kWh	0,2 kg de CO ₂ e / kWh	0,2 kg de CO ₂ e / kWh	
Transporte de petróleo via caminhão	Conjunto de dados do banco de dados ACV ICV do berço ao portão da fábrica: ICV de GEE / kg*km	X 0,5 kg de petróleo para 120 km	0,5 kg de CO ₂ 0,01 kg de CH ₄ / kWh	1 kg de CO ₂ e / kg de CO ₂ + 30 kg de CO ₂ e / kg de CH ₄	0,5 kg de CO ₂ e / kWh	2,7 kg de CO ₂ e / kWh
Combustão de petróleo no gerador	Cálculo da emissão de GEE baseado na estequiometria: ICV de GEE/ kg de petróleo	X 0,5 kg de petróleo	0,2 kg de CO ₂ / kWh	0,2 kg de CO ₂ / kWh	0,2 kg de CO ₂ e / kWh	
Lista de atividades dentro do limite do sistema para produzir o produto	Existem diferentes fontes de dados sobre os fatores de emissão	Por unidade declarada 1 kWh	Inventário de emissões de GEE por unidade declarada	Os fatores GWP convertem os diferentes GEE na unidade comum de CO ₂ e	Emissões agregadas de GEE em CO ₂ e por unidade declarada	

Na figura 5.4, é descrito um exemplo de dados sobre o processo de eletrólise cloro-álcali do berço ao portão. São mostrados os valores médios ponderados de entrada e saída de materiais e energia selecionados para a produção de cloro por kg de cloro. Os valores na figura não representam alocação, mas sim entradas e saídas totais do processo de eletrólise médio divididas pela quantidade de cloro produzida e apenas mostram algumas entradas. A alocação segue

a geração dessas informações sobre os GEE. É mostrado como os dados de atividade e os fatores de emissão devem ser introduzidos para gerar um conjunto de dados compatível com as diretrizes antes da alocação [EUROCHLOR 2022]. Dados secundários proxy para PCF de materiais de entrada foram extraídos de Winnipeg [Winnipeg CO₂ Emission Factors].

Figura 5.4 Os dados do processo de eletrólise cloro-álcali de portão a portão são usados para o cálculo de PCF e transferidos para um PCF básico antes da alocação.

DADOS DE ATIVIDADE	ELABORAÇÃO DE UM INVENTÁRIO DE EMISSÕES POR ATIVIDADE	CÁLCULO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES COM DADOS DE ATIVIDADE	DADOS DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (ICV)	AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA COM FATORES DE POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL (GWP)	FATORES DE EMISSÃO DE GEE/ DADOS SOBRE PCF	
Uso da rede elétrica	Cálculo das emissões de GEE a partir dos dados da rede: ICV de GEE / kWh	X 2,36 kWh	0,395 kg de CO ₂ / kWh	1 kg de CO ₂ e / kg de CO ₂	0,93 kg de CO ₂ e / kg	
Aquisição de sal	Conjunto de dados do fornecedor (TfS) PCF do berço ao portão da fábrica: PCF / kg de petróleo	X 2,15 kg de sal	0,2 kg de CO ₂ / kg	1 kg de CO ₂ e / kg de CO ₂	0,43 kg de CO ₂ e / kg	1,4 kg de CO ₂ e / kg
Aquisição de ácido sulfúrico	Conjunto de dados do banco de dados ACV ICV do berço ao portão da fábrica: ICV de GEE / kg*km	X 0,01 kg de ácido sulfúrico	0,14 kg de CO ₂ / kg	1 kg de CO ₂ e / kg de CO ₂	0,001 kg de CO ₂ e / kg	
Lista de atividades dentro do limite do sistema para produzir o produto	Existem diferentes fontes de dados sobre os fatores de emissão	Por unidade declarada 1 kg de Cloro	Inventário de emissões de GEE por unidade declarada	Os fatores de GWP convertem os diferentes GEE na unidade comum de CO ₂ e	Emissões agregadas de GEE em CO ₂ e por unidade declarada	

O cálculo de PCF consiste na soma de cada GEE emitido e removido do sistema de produto e na aplicação de regras de alocação quando necessário (veja os capítulos 5.2.9 e 5.2.10).

Os GEE que devem ser contabilizados são identificados dentro do Protocolo de GEE intitulado "Gases de Efeito Estufa Necessários em Inventários: Emenda ao Padrão de Contabilidade e Relatório". A lista inclui dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonos (HFCs), compostos perfluorados, hexafluoreto de enxofre (SF₆), trifluoreto de nitrogênio (NF₃), perfluorcarbonos (PFCs), éteres fluorados (HFEs), perfluoropolietileno (por exemplo, PFPEs), clorofluorcarbonos (CFCs) e hidroclorofluorcarbonos (HCFCs). As emissões de GEE devem ser agregadas como equivalentes de CO₂e e não devem ser relatadas separadamente para gases individuais.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) nos cálculos da PCF devem ser utilizados os fatores de caracterização de 100 anos (GWP100y), com base no Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do IPCC. Esses fatores incluem a resposta entre o ciclo do carbono e as mudanças climáticas para gases diferentes do CO₂. Se no futuro houver atualizações, a TfS atualizará o guia adequadamente para seguir a versão mais recente.

Os fatores de caracterização do GWP em 100 anos da AR 6 **devem ser extraídos prioritariamente da Tabela 7.15** do Capítulo 7 do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC -Mudanças Climáticas 2021: A Base Científica Física. Essa tabela inclui os efeitos químicos de CH₄ e N₂O [IPCC 2021- The Physical Science].

Os fatores de caracterização do GWP em 100 anos da AR 6 para as substâncias que não estão listadas na Tabela 7.15 devem ser extraídos da Tabela **7.SM.7** no Capítulo 7 do Relatório de Avaliação (AR6) - Mudanças Climáticas 2021: Base Científica Física [IPCC 2021 Material Suplementar].

Os fatores de caracterização do GWP em 100 anos segundo o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5), Anexo 8.A (Vidas úteis, Eficiências Radiativas e Valores Métricos) podem ser usados em 2022 durante o período de transição [IPCC 2013 - Ciência Física].

O relatório da PCF deve revelar qual base do Relatório de Avaliação do IPCC é utilizada.

5.2.8 Requisitos dos dados de atividade

Os dados de atividade descrevem aplicações e usos específicos de materiais, energias, serviços etc. Em uma AVC, a descrição das atividades dentro dos limites de sistema é necessária para gerar fluxos de massa de usos de materiais, usos de energia, etc. As quantidades das atividades são posteriormente vinculadas aos inventários de ciclo de vida para calcular a contribuição desta atividade para o PCF do produto inteiro.

5.2.8.1 Eletricidade e energia térmica

Este capítulo oferece orientações sobre como contabilizar as emissões associadas ao uso de eletricidade e energia térmica, como vapor, aquecimento e resfriamento.

As emissões de GEE associadas ao uso de energia devem incluir

- **Emissões upstream** do sistema de fornecimento de energia (por exemplo, a mineração e transporte de combustível para o gerador de energia ou o cultivo e processamento de biomassa para uso como combustível).
- Emissões de GEE **durante a geração de eletricidade ou energia térmica**, incluindo as perdas durante a transmissão e a distribuição.
- **Emissões downstream** (por exemplo, o tratamento de resíduos como cinzas decorrentes da operação de usinas de energia a carvão).

Para fontes de fatores de emissão, veja o capítulo 5.2.6. Se fontes como IEA ou EPA forem usadas, deve-se garantir que as emissões associadas às atividades upstream também sejam incluídas.

Uma empresa pode adquirir portadores de energia primária, como gás natural, óleo ou carvão, seja como matéria-prima para um processamento de material adicional ou como combustível para gerar energia. As emissões upstream derivadas da atividade para fornecer esses portadores de energia primária devem ser estimadas como indicado no capítulo 5.2.8.2. Matérias-primas.

Energia térmica: Sistemas de vapor, aquecimento e refrigeração

As empresas deverão relatar as emissões decorrentes da compra e uso desses produtos energéticos da mesma maneira que para a eletricidade: de acordo com um método baseado em localização e no mercado se os instrumentos contratuais usados atenderem aos Critérios de Qualidade do Escopo 2 apropriados para as transações de gás. Esses podem ser o mesmo total onde são usadas transferências de energia em linha direta [Padrão de Escopo 2 do Protocolo de GEE].

Energia térmica autogerada

Se a energia é gerada internamente (por exemplo, in loco) e consumida para a produção do produto estudado, os dados primários do sistema de geração de energia devem ser usados para calcular o PCF do produto. Os dados primários tanto para atividade quanto para as emissões diretas devem ser coletados por meio de uma abordagem de baixo para cima.

A energia térmica também pode ser gerada como um co-produto de um processo químico (por exemplo, excesso de vapor). Veja o capítulo 5.2.9 para obter mais orientações sobre como contabilizar as emissões de energia e outros co-produtos.

Energia térmica adquirida

Se a empresa relatora adquire energia térmica, os fatores de emissão de GEE de um produto energético específico do fornecedor devem ser usados (abordagem baseada no mercado).

Um método baseado no mercado reflete as emissões de eletricidade que as empresas propositalmente escolheram (ou a falta de escolha). Deriva os fatores de emissão de instrumentos contratuais, que incluem qualquer tipo de contrato entre duas partes para a venda e compra de energia agrupada com atributos sobre a geração de energia, ou para reivindicações de atributos desagregados.

Se o provedor de energia não puder fornecer um fator de emissão GEE baseado no ciclo de vida para o produto energético, mas somente o fator de emissão CO₂e de emissões diretas (por exemplo, combustão), as emissões upstream dos combustíveis que entram na produção de energia precisam ser adicionadas. Nesse caso, o provedor de energia deve fornecer informações sobre os portadores de energia primária utilizados e sua participação. Os fatores de emissão GEE devem ser analisados com uma avaliação DQR seguindo este padrão.

Eletricidade

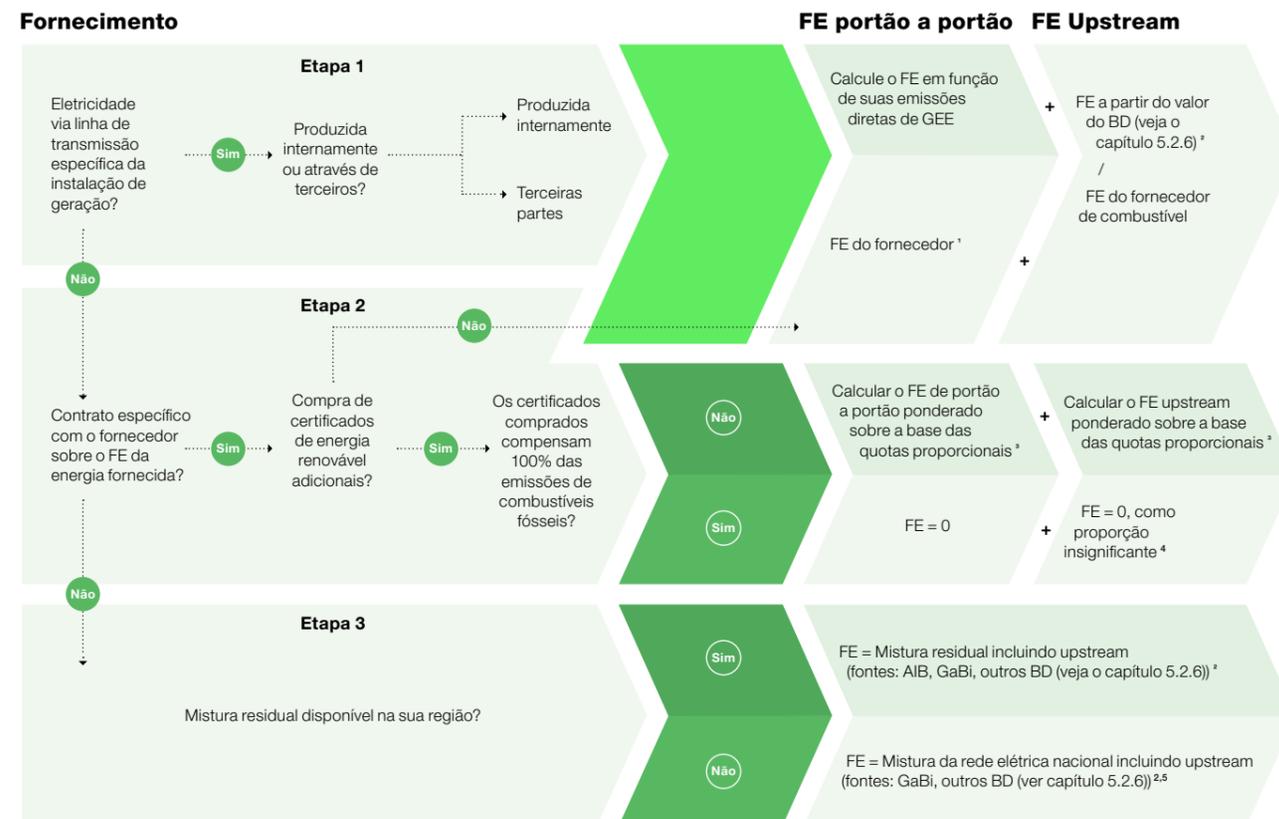
Para o uso no cálculo de PCF, as organizações devem calcular geralmente as emissões de eletricidade seguindo o método baseado no mercado (como explicado no Guia de Escopo 3 do Protocolo de GEE). A abordagem de contabilização da eletricidade utilizada deve ser abordada no relatório de PCF. Siga a árvore de decisão na Figura 5.5 para estabelecer suas opções de emissões GEE de eletricidade adquirida. Como mencionado anteriormente, o fator de emissão GEE total deve incluir emissões durante a geração de eletricidade (portão ao portão) e emissões upstream do sistema de abastecimento de energia primária. Para comodidade, é possível somar ambos os fatores para resultar em um fator GEE total se estes se referem à mesma unidade energética. A árvore de decisão é dividida em três etapas (que são adicionalmente explicadas abaixo com mais detalhes):

- Etapa 1: Eletricidade via uma linha de transmissão dedicada (baseada no mercado).
- Etapa 2: Eletricidade da rede (baseada na localização) ou contrato específico com o fornecedor sobre a matriz energética (baseada no mercado).
- Etapa 3: Mistura Residual (não há contrato específico com o fornecedor sobre a matriz energética ou sem dados específicos disponíveis).

Comece no canto superior esquerdo da etapa 1. Exceção: Se sua empresa vendeu certificados de atributos de energia para a eletricidade recebida através de um instrumento contratual para uma terceira parte, comece na etapa 3 (veja a figura 5.5).

Os fatores de emissão portão ao portão consideram as emissões dentro dos limites da empresa, excluindo todas as emissões upstream.

Figura 5.5 Árvore de decisão para a seleção de fatores de emissão adequados para a eletricidade de origem externa



- (1) Se o Fator de Emissão (FE) do fornecedor não estiver disponível, passe diretamente à etapa 3.
- (2) Se não houver acesso aos dados de EF Upstream, aplique 20% do valor da IEA e adicione ao FE portão a portão.
- (3) Depois de receber a matriz energética individual do seu fornecedor, multiplique os EFs correspondentes à sua fonte de energia pela sua participação proporcional da matriz energética, levando também em consideração as emissões fósseis parcialmente compensadas por certificados adquiridos (por exemplo, matriz energética: 20% de energia renovável (ER), 80% de energia fóssil (EF), certificados adquiridos: uma quantidade para compensar 50% das emissões de combustíveis = $EF_{Fornecedor} = 0,2 \times EF_{ER} + 0,8 \times 0,5 \times EF_{EF} + 0,8 \times 0,5 \times 0$).
- (4) Se o impacto estiver dentro do intervalo de corte (consulte o capítulo 5.2.3), aplique EF = 0. Caso contrário, use o valor do DB (GaBi ou outros DBs (veja o capítulo 5.2.6)).
- (5) Como alternativa, é possível implementar os dados AIE se forem adicionados os FE upstream dos bancos de dados (como o GaBi ou outros BD (veja o capítulo 5.2.6)).

Etapa 1: Verificar se a eletricidade chega através de uma linha de transmissão específica da usina geradora

Determinando o fator de emissão portão a portão

Se houver uma linha de transmissão dedicada entre a organização e a usina geradora de eletricidade e nenhum certificado (também conhecido como instrumentos contratuais) para essa eletricidade consumida tenha sido vendido para uma terceira parte, os fatores de emissão de GEE do fornecedor específico de eletricidade devem ser usados.

- Se a eletricidade é gerada internamente (por exemplo, eletricidade gerada in loco), os dados primários do sistema de geração de eletricidade devem ser usados para calcular a PCF do produto.
- Se a eletricidade for fornecida por uma terceira parte, pode-se usar um fator de emissão de GEE obtido de terceiros.

Se houver uma linha de transmissão dedicada entre a organização e a usina geradora de eletricidade e certificados de atribuição de energia tenham sido vendidos mediante instrumentos contratuais para uma terceira parte, a organização deve começar na etapa 3 da árvore de decisão.

Determinando o fator de emissão upstream

As emissões upstream de GEE adicionais (por exemplo, a partir da mineração e transporte de combustíveis até a instalação de geração de eletricidade) podem ser solicitadas aos fornecedores de combustíveis ou eletricidade ou calculadas a partir de valores de banco de dados (bancos de dados adequados se encontram no capítulo 5.2.6). Se a organização produz eletricidade internamente e decide calcular as emissões upstream de GEE a partir de valores de banco de dados, o consumo de combustível por unidade de eletricidade produzida serve como base. No caso de eletricidade proveniente de terceiros, é necessário a composição da matriz energética para o cálculo.

Etapa 2: Eletricidade da rede (contrato específico com o fornecedor sobre a matriz energética)

Determinando o fator de emissão portão a portão

Se a organização possuir um contrato específico com um fornecedor de eletricidade com um determinado fator de emissão GEE e não forem comprados mais certificados de atribuição de energia renovável, a organização deverá usar as emissões de GEE de um produto elétrico específico do fornecedor.

No caso de compra de mais certificados de energia renovável, a organização deve verificar se eles são suficientes para cobrir as emissões de combustíveis fósseis da eletricidade obtida. Se não, um fator de emissão proporcional portão ao portão para a eletricidade deve ser calculado com base na parcela restante que não é coberta pelos certificados. Se os certificados compensarem as emissões de combustíveis fósseis, o fator de emissão do portão ao portão pode ser definido como zero.

Saiba que, por meio do contrato, o fornecedor de eletricidade deve assegurar que seu produto seja rastreado para garantir que não haja dupla contagem de eletricidade renovável.

Determinando o fator de emissão upstream

As emissões de GEE upstream adicionais (como da mineração e transporte de combustíveis para a instalação de geração de eletricidade) podem ser requeridas aos fornecedores de eletricidade ou calculadas a partir de valores de banco de dados (para saber os bancos de dados apropriados, veja o capítulo 5.2.6). Se a organização decidir calcular as emissões de GEE upstream a partir de valores de banco de dados, a composição da matriz elétrica é necessária para o cálculo.

No caso da compra de mais certificados de energia renovável, a organização deve verificar se eles são suficientes para cobrir as emissões de combustíveis fósseis da eletricidade obtida. Se não, um fator de emissão upstream proporcional deve ser calculado com base na parcela restante que não é coberta pelos certificados. Se os certificados compensarem as emissões de combustíveis fósseis no fator portão ao portão, a organização deve determinar as emissões upstream do tipo de energia renovável aplicada por cálculo a partir de valores de banco de dados. As emissões upstream podem ser negligenciadas se forem insignificantes e, portanto, estiverem dentro dos critérios de corte (veja o capítulo 5.2.3). Para verificar isso, dados primários devem ser usados. Se eles não estiverem disponíveis, informações de dados secundários podem ser úteis para a verificação do critério de corte.

Etapa 3: mistura residual (sem contrato específico com o fornecedor sobre a matriz energética ou dados específicos não disponíveis)

Quando a informação sobre a eletricidade específica do fornecedor não estiver disponível ou os certificados de atributo de energia renovável foram vendidos para uma terceira parte, um fator de emissão de GEE residual deve ser usado (abordagem baseada no mercado). Este fator representa as emissões que permanecem após os certificados, contratos e fatores específicos do fornecedor terem sido reivindicados e removidos do cálculo. As organizações devem verificar bancos de dados (veja o capítulo 5.2.6) para misturas residuais disponíveis para sua região de atuação. Os valores do banco de dados são preferíveis se cobrirem um escopo da criação ao portão da fábrica. Em alternativa, as organizações que atuam na Europa podem usar misturas residuais de fontes como AIB [AIB 2021- European Residual Mix] para determinar seus fatores de emissão do portão ao portão. Se essa fonte for usada, os fatores de emissão upstream devem ser calculados com base na composição da matriz elétrica usando valores de banco de dados para os combustíveis. Se forem usadas as misturas AIB RES, as emissões upstream para a eletricidade devem ser calculadas com base nos combustíveis usados. As empresas que atuam em outras regiões devem verificar se há dados de mistura residual disponíveis (por exemplo, para algumas regiões dos EUA, as misturas residuais são publicadas, veja em [Green-e 2021- Taxa de Emissão de Mistura Residual]).

Se não houver dados de mistura residual, então, como última opção de qualidade, de acordo com o Guia de Escopo 2 do Protocolo de GEE [Padrões de Escopo 3 do Protocolo de GEE], as

misturas de rede nacional podem ser aplicadas. As organizações devem verificar bancos de dados (veja o capítulo 5.2.6) para fatores de emissão que cobrem uma delimitação do portão a portão. Se não houver valores de banco de dados disponíveis, as organizações podem usar dados da AIE como fatores de emissão do portão a portão. Se essa rota for escolhida, é imprescindível calcular os fatores de emissão upstream com base na composição da mistura da rede elétrica, aplicando valores de banco de dados para os combustíveis.

Leia mais sobre energia renovável

A Diretiva de Energia Renovável [EC-Renewable Energy Directive] define energia renovável ou "verde" como: "...energia de fontes não fósseis renováveis, como eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, térmica, hidrotérmica e energia oceânica, hidroeletricidade, biomassa, gás de aterro sanitário, gás de tratamento de efluentes e biogás".

É importante evitar a dupla contagem. De acordo com a norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], não há dupla contagem:

- onde o processo que usou apenas eletricidade e nenhum outro processo pode reivindicar os fatores de emissão de GEE específicos do gerador para essa eletricidade;
- onde a produção de energia elétrica específica do gerador não exerce influência sobre os fatores de emissão de GEE de qualquer outro processo ou organização [ISO 14067: 2018].

A compra e uso de eletricidade verde pode ser considerada no fator de emissão baseado no mercado, desde que os critérios do capítulo 6.4.9.4.4 da norma ISO 14067 sejam cumpridos [ISO 14067: 2018].

Se uma unidade estiver funcionando com 20% de certificados de 100% de energia renovável, a produção total pode ser reivindicada como renovável em 20%. Em alternativa, uma abordagem de equilíbrio de massa pode ser aplicada à eletricidade renovável ou descarbonizada. Neste caso, os mesmos princípios da cadeia de custódia de equilíbrio de massa (capítulo 5.2.10.5) para biomassa podem ser aplicados. A energia renovável adquirida para produtos específicos pode ser aplicada a esses produtos específicos.

Não devem ser usadas compensações no cálculo da energia renovável.

Os mesmos requisitos e disposições para Eletricidade Renovável são aplicáveis às outras formas de energia de origem renovável, incluindo Energia Térmica Renovável.

Outras observações:

- Se os processos dentro do sistema sob estudo estiverem em pequenos estados insulares em desenvolvimento (SIDS, como definido pela Organização das Nações Unidas), o PCF, ou PCF do berço ao portão da fábrica, também pode ser quantificada, usando instrumentos contratuais para esses processos, independentemente da interligação de rede.
- Os instrumentos contratuais são qualquer tipo de contrato entre duas partes para a venda e compra de energia com atributos sobre a geração de energia ou para reivindicações de atributos desagregados. Exemplo: os instrumentos contratuais podem incluir certificados de atributos de energia, certificados de energia renovável (REC), garantia de origem (GoOs) ou certificados de energia verde.
- As características de um gerador energético devem incluir o nome registrado da instalação, o nome dos proprietários, a natureza da energia gerada, a capacidade de geração e a energia renovável fornecida. Algumas características podem ser adicionadas para explicar a geração de eletricidade.

5.2.8.2 Matérias-primas

Entende-se por matérias-primas os materiais que são comprados e usados para produzir um produto. Elas podem ser de origem primária ou secundária. As matérias-primas secundárias incluem, por exemplo, material reciclado. Norma ISO 14040 [ISO 14040: 2006], veja o capítulo 5.2.8.4). As matérias-primas primárias são comumente chamadas de "materiais virgens".

De acordo com o Framework Pathfinder [Pathfinder Framework (PACT, desenvolvido pelo WBCSD)], as matérias-primas podem ser:

- Extraído diretamente pela empresa, por exemplo, atividades de mineração ou produção agrícola;
- abastecidas por fornecedores externos;
- manufatura terceirizada;
- vindas de processos de reciclagem.

Os produtos químicos geralmente são baseados em matérias-primas derivadas de petróleo e seus derivados. As matérias-primas fornecidas a uma máquina ou usina de processamento são definidas como matérias-primas.

O cálculo de PCF deve considerar todos os ciclos de vida das matérias-primas — desde a aquisição e pré-processamento de matérias-primas ou a geração direta a partir de recursos naturais (por exemplo, mineração) até a porta da fábrica. Inclui, ainda, a eliminação de resíduos gerados durante a produção de matérias-primas.

De acordo com o Framework Pathfinder [Pathfinder Framework (PACT, desenvolvido pelo WBCSD)], a compra de material se refere à extração de recursos do ambiente necessários para criar um produto. O pré-processamento refere-se ao refinamento de todos os recursos naturais e biogênicos adquiridos para que possam ser utilizados em uma unidade de produção. O transporte de e para locais de extração de recursos, instalações de pré-processamento e unidades de produção também devem ser incluídos.

Informações sobre matérias-primas adquiridas e matérias-primas usadas em uma reação química

Em reações químicas, as matérias-primas podem ser compradas ou usadas em diferentes locais ou diferentes plantas dentro de um local.

As proporções da rede de produção de produtos químicos e as combinações de consumo de matérias-primas devem ser definidas como base para os cálculos de PCF. As relações entre os produtos de diferentes fontes devem ser documentadas com uma lista de materiais (BOM) a partir de um sistema de relatórios. As relações intraempresariais entre todos os locais envolvidos de uma empresa podem ser integradas em uma rede de informações. Médias representativas das proporções da rede de produção (taxa percentual) devem ser geradas resolvendo e eliminando relações entre empresas. Para os cálculos, deve-se utilizar a lista de materiais consolidada. As proporções estão disponíveis para todas as matérias-primas necessárias em uma empresa e baseadas em um equilíbrio de oferta e demanda para cada produção/local/planta e informação da empresa. Para calcular as médias de insumos da mesma matéria-prima de diferentes fontes, uma abordagem de ponderação de massa ligada ao PCF das diferentes matérias-primas deve ser usado.

O cálculo da média pode basear-se em:

- Fonte externa (adquirida de fornecedor externo):
 - A matéria-prima é adquirida de um fornecedor externo.
 - Toda a matéria-prima comprada vem com um PCF. A informação sobre o PCF precisa ser obtida ou por meio de PCF específica oferecida pelo fornecedor com as matérias-primas, ou por meio de dados secundários sobre a matéria-prima (veja a seção 5.2.5 sobre requisitos para dados primários e secundários e a seção 5.2.6 sobre requisitos para fatores de emissão).
 - No caso de vários fornecedores de uma matéria-prima, o PCF das matérias-primas deve ser calculada em média pelo número de volumes adquiridos. Em alternativa, as matérias-primas específicas de um fornecedor podem ser divididas em linhas de produtos específicas com uma fundamentação documentada.
- Fonte da empresa:
 - O produto é fabricado segundo outra lista de materiais na mesma empresa.
 - Produto transferido entre empresas: o produto é adquirido com base em uma lista de materiais de outro local interno, ou mesmo de uma fábrica.
- Fontes mistas:
 - O produto é produzido segundo outra lista de materiais no mesmo local/planta interna, e/ou o produto provém de outro local/planta da empresa, e o produto é adquirido de um fornecedor externo [BASF SE [2021]].

A equação presente na seção 5.2.7 mostra uma equação básica para calcular as emissões de GEE (CO₂e) a partir de dados de atividade.

Os dados utilizados para as matérias-primas podem ser dados primários ou secundários (veja o capítulo 5.2.5). No capítulo 5.2.6 podem ser encontrados mais requisitos sobre fatores de emissão.

Atualmente, não há requisitos mínimos de qualidade de dados (veja o capítulo 5.2.11) para matérias-primas, a fim de atender a necessidade de um período de transição para o desenvolvimento de capacidade nas cadeias de fornecimento. É desejável que a TfS e as empresas-membros implementem requisitos mínimos de qualidade de dados no futuro.

5.2.8.3 Transporte

As emissões de GEE resultantes do transporte geralmente têm um impacto menor no PCF de um produto químico. No entanto, elas devem ser consideradas e verificadas se forem importantes para o PCF mediante um processo iterativo (veja também os critérios de corte no capítulo 5.2.3).

As seguintes atividades de transporte devem ser incluídas em um PCF do berço ao portão da fábrica:

- o transporte na cadeia de fornecimento como, por exemplo, o transporte de matérias-primas para a sede da empresa, ou transporte de uma matéria-prima de um fornecedor de nível 2 para um fornecedor de nível 1 (se ainda não tiver sido considerado);
- o transporte interno como, por exemplo, o transporte a um lugar de armazenamento interno como parte das atividades diretas de uma empresa, somente devem ser considerados se a contribuição para o PCF geral for significativa (veja o capítulo 5.2.3).

- O transporte de um produto intermediário de um local de produção a outro deve ser considerado, se relevante, de acordo com os critérios de corte.

As emissões de GEE do transporte externo não devem ser incluídas no PCF do berço ao portão da fábrica, mas calculadas e relatadas separadamente, se isto for solicitado pelos clientes.

Em geral, as emissões de GEE relativas ao ciclo de vida completo do combustível (ou seja, do well-to-whell)¹ devem ser consideradas no cálculo das emissões de transporte.

Os transportes podem ser realizados diretamente pela empresa relatora — por exemplo, em veículos próprios da empresa ou alugados — ou por fornecedores de serviços de transporte externos. Portanto, o método usado para calcular as emissões relativas ao transporte do produto depende, em grande parte, da disponibilidade de informações, como consumo de combustível, distância percorrida, modo de transporte ou características específicas da carga.

Nos seguintes parágrafos são fornecidas orientações sobre como calcular as emissões de transporte, dependendo do tipo de dados disponíveis (veja também a Figura 5.6), [Pathfinder Framework (PACT, desenvolvido pelo WBCSD)]. Esta orientação não está mais disponível na versão atualizada do Pathfinder Framework.

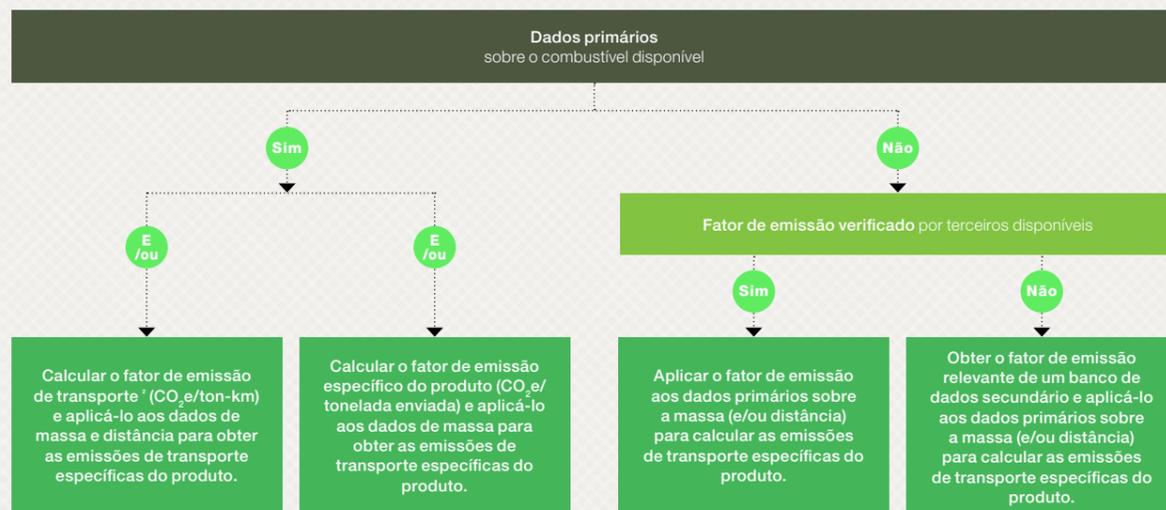
- Se existe disponibilidade de dados primários sobre o uso de combustível, estes devem ser usados para calcular as emissões relativas ao transporte do produto, com base no modo de transporte real, distância e carga do veículo. Os dados de consumo de combustível devem cobrir toda a viagem de ida e volta, isto é, incluir todo o combustível associado às viagens completas, parcialmente carregadas

e vazias, quando relevante. A atribuição dessas emissões deve ser baseada na massa do produto. Em casos onde o transporte é limitado pelo volume (massa da carga completa é menor que a capacidade de carga do caminhão), a alocação deve ser baseada no volume.

- Quando não se dispõe de dados primários, mas os dados específicos de emissões de transporte do produto foram compartilhados por uma terceira parte que opera o transporte, estes dados devem ser usados e incluídos no cálculo de PCF.
- Quando uma empresa não dispõe de dados primários sobre o uso de combustível nem de acesso às emissões específicas de transporte do produto, os dados primários de massa e a distância mais adequada devem ser usados para o cálculo das emissões. O fator de emissão relevante por tipo de transporte (expresso em CO₂e por tonelada-km) fornecido, por exemplo, pelo fornecedor de serviços de transporte, deve ser aplicado a estes dados para calcular as emissões específicas do produto. Se não se dispõe de nenhum fator de emissão, deve-se consultar os bancos de dados secundários pertinentes para obter o fator de emissão necessário (veja a seção 5.2.6 para os bancos de dados apropriados ou [GLEC Framework]).

NOTA: as emissões de GEE de aeronaves têm impactos climáticos adicionais em certas circunstâncias em altitudes elevadas devido às reações físicas e químicas com a atmosfera. Para obter mais informações sobre as emissões de GEE de aeronaves, veja as Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa e o Relatório Especial do IPCC sobre Aviação.

Figura 5.6 Passos para calcular as emissões do transporte de produtos [Pathfinder Framework (PACT, desenvolvido pelo WBCSD)]



(1) O conceito "well-to-whell" inclui as emissões de GEE relativas à produção, distribuição e combustão de combustível.
 (2) Os fatores de emissão são sempre relativos ao modo e ao tipo de transporte.

Análise do impacto do transporte: exemplo de transporte por caminhão

Os conjuntos de dados sobre o transporte por caminhão são em tkm (tonelada*km) e refletem o impacto ambiental para 1 tonelada (t) de produto que é transportado por 1 km em um caminhão com uma carga determinada. A carga de transporte (= massa máxima permitida) é indicada no conjunto de dados. Por exemplo, um caminhão de 28-32 t tem uma carga útil de 22 t; o conjunto de dados ACV para 1 tkm (completamente carregado) expressa o impacto ambiental para 1 t de produto que é transportado por 1 km em um caminhão de 22 t de carga. As emissões de transporte são atribuídas em função da massa do produto transportado e apenas se obtém uma parcela de 1/22 das emissões totais do caminhão. Quando a carga transportada é menor que a capacidade de carga máxima (por exemplo, 10 t), o impacto ambiental para 1 t de produto é afetado de duas maneiras. Em primeiro lugar, o caminhão tem menor consumo de combustível por carga total transportada (que não se leva em consideração por razões de simplificação) e, em segundo lugar, seu impacto ambiental é atribuído pela carga transportada (por exemplo, 1/10 t). Quando a massa total de uma carga total é menor que a capacidade de carga do caminhão (por exemplo, 10 t), o transporte do produto pode ser considerado limitado pelo volume. Neste caso, o impacto ambiental deve ser calculado usando a massa real carregada. Se for conhecido que se trata de transportes de retorno vazios, o impacto das emissões de transporte de ida e volta deve ser considerado e atribuído ao produto transportado. Para o transporte de retorno vazio, um fator de emissão reduzido pode ser considerado em comparação com a carga útil total.

Considerando um fator de carga médio de 0,5 toneladas líquidas por tonelada bruta. Pode-se concluir que a proporção de km/veículos vazios no transporte de longa distância segue sendo significativamente maior para o transporte ferroviário, em comparação com o rodoviário. O maior número de km/veículos vazios nas ferrovias pode ser parcialmente atribuído às características dos bens transportados.

Logo, presumimos menores diferenças para mercadorias a granel e de grande volume, e fazemos as seguintes suposições:

- a carga máxima é alcançada para o veículo carregado/km com mercadorias a granel. Os veículos vazios/km adicionais são estimados na faixa de 60% da carga máxima para o transporte rodoviário e 80% da carga máxima para transporte ferroviário;
- o fator de carga, relativo ao peso do veículo carregado/km com mercadorias volumosas, é estimado na faixa de 30% da carga máxima para transporte rodoviário e ferroviário. O fator de viagem em vazio é estimado em 10% para transporte rodoviário e 20% para transporte ferroviário relacionado à carga máxima. Estas suposições levam em conta a maior flexibilidade do transporte rodoviário, bem como a adequação geral do transportador para outras mercadorias no transporte de ida e volta.

A EcoTransIT World oferece uma calculadora de emissões de gases de efeito estufa e de gases de escape em conformidade com a norma EN 16258 e o GLEC Framework [EcoTransIT-Calculadora de Emissões de Gases de Efeito Estufa].

A norma ISO 14083, que está em fase de desenvolvimento, irá fornecer mais orientação sobre o transporte. Devem ser reportadas todas as suposições e pontos de cortes considerando o transporte. Além disso, o Conselho Global de Emissões de Logística (GLEC) desenvolveu o GLEC Framework, uma metodologia globalmente reconhecida para cálculo e relatório

harmonizado da pegada logística de GEE em toda a cadeia de fornecimento multimodal [Conselho Global de Emissões Logísticas (GLEC)].

5.2.8.4 Tratamento e reciclagem de resíduos

A fabricação de produtos químicos muitas vezes implica a geração de materiais residuais, incluindo sólidos, líquidos, gases e efluentes.

Um resíduo é qualquer substância ou objeto que o titular descarta ou tem a intenção de descartar segundo a Diretiva de Quadro de Resíduos da União Europeia [EU Waste Framework Directive]. Os resíduos não possuem valor econômico.

Um coproduto é um produto fabricado em um processo de saída múltipla incidental à produção de produtos que são intencionalmente fabricados e têm o maior valor econômico em tal processo. Os coprodutos possuem valor econômico e devem ser considerados para cálculos de PCF. Veja o capítulo 5.2.9 para obter orientação sobre como contabilizar coprodutos valiosos.

Este capítulo oferece orientação sobre o cálculo das cargas e os benefícios dos processos de tratamento e reciclagem de resíduos, o que é relevante para o cálculo de PCF em três casos:

- tratamento dos resíduos gerados pelas operações relacionadas com a fabricação de produtos;
- o uso da energia que é recuperada da incineração de resíduos para a fabricação de produtos;
- a utilização de materiais secundários reciclados na fabricação do produto.
- As etapas preparatórias e as atividades de apoio para todos os tratamentos de resíduos, como coleta, transporte, triagem, desmantelamento ou fragmentação, devem ser consideradas e incluídas no cálculo de PCF seguindo as diretrizes descritas abaixo.

Devido ao limite do berço ao portão da fábrica do cálculo de PCF dentro deste Guia, as emissões decorrentes do uso e do final de vida do próprio produto não devem ser incluídas no cálculo de PCF. Se os materiais são usados para o produto como matérias-primas em uma abordagem circular, estes devem ser considerados seguindo os capítulos relevantes deste Guia.

Para a consideração do carbono biogênico, veja o capítulo 5.2.10.1.

Fontes dos fatores de emissão:

- Sempre que possível, as empresas devem utilizar fatores de emissão do tratamento de resíduos baseados em dados primários.
 - Se os resíduos são tratados pela empresa que os gera, o fator de emissão deverá ser calculado a partir de dados primários internos.
 - Se os resíduos forem enviados a um terceiro para tratamento, o provedor de tratamento deverá calcular as suas emissões de tratamento de resíduos, desenvolver fatores de emissão e verificá-los e comunicá-los à empresa que gerou os resíduos. Os fatores de emissão do tratamento por terceiros devem ser calculados baseados na abordagem da TfS.

(1) Consulte a Diretiva de Quadro de Resíduos (2008/98/CE) para conhecer os requisitos de definição de coprodutos.

- Se não é possível obter fatores de emissão primários, devem ser usados os fatores de emissão secundários, de acordo com a seguinte hierarquia:

- os fatores de emissão devem ser estimados a partir das informações disponíveis sobre a composição dos resíduos e a tecnologia de processo, e os parâmetros da tecnologia de tratamento aplicada. O cálculo deve ser baseado na abordagem da TFS;

- se isto não for possível, os fatores de emissão devem ser obtidos de bancos de dados secundários aceitos (capítulo 5.2.6);

- caso não haja dados disponíveis, no anexo são mostradas algumas propostas para desenvolver proxies para aterros sanitários e tratamento de efluentes.

Orientações para calcular fatores de emissão para tratamento e descarte de resíduos

As emissões provenientes do tratamento de resíduos não reciclados gerados durante a produção devem ser atribuídas ao produto principal ou coprodutos e, logo, devem ser refletidas no PCF. Visto que o resíduo é considerado uma saída sem valor econômico, nenhuma emissão de produção é atribuída ao resíduo efetivo gerado durante a produção.

As operações típicas de tratamento de resíduos incluem atividades de eliminação, como:

- aterro sanitário;
- tratamento de efluentes;
- incineração sem recuperação de energia (veja o exemplo 1);
- tratamento de resíduos perigosos.

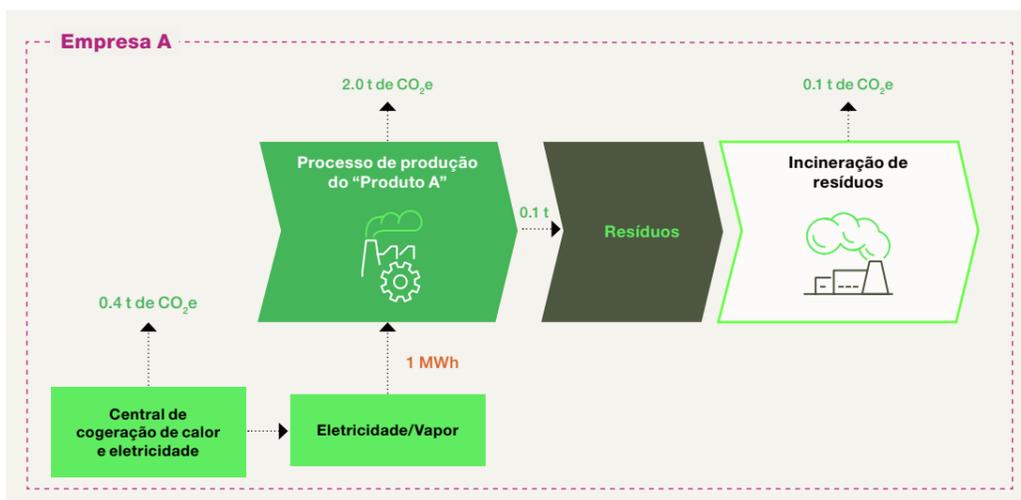
Em alguns casos, diferentes tipos de fluxos de resíduos são tratados juntos em uma única instalação de tratamento de resíduos, por exemplo, no caso de coincineração de fluxos de resíduos de alto e baixo poder calorífico ou tratamento de águas residuais para fluxos de efluentes com diferentes composições. Estes processos de tratamento de resíduos são multifuncionais, independentemente de incluir recuperação de energia. Se houver dados disponíveis, o impacto do processo de incineração deve ser atribuído aos diferentes tipos de resíduos seguindo a hierarquia de alocação para processos multifuncionais, conforme explicado no capítulo 5.2.9.

Exemplo 1: incineração de resíduos sem recuperação de energia

Resíduos do processo de fabricação do produto A são incinerados sem recuperação de energia (seja in loco ou por terceiros).

O impacto do processo de incineração deve ser calculado ou estimado com base nos requisitos descritos nesta diretriz. O fator de emissão resultante deve ser alocado ao PCF do produto A.

Figura 5.7 Incineração de resíduos sem recuperação de energia e sem aproveitamento da energia



$PCF_{\text{Produto A}} = 2.0 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0.4 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0.1 \text{ t de CO}_2\text{e/t} = 2.5 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$

Orientações sobre o cálculo dos fatores de emissão para o tratamento de resíduos com recuperação de energia

"A recuperação de energia a partir de resíduos é a conversão de materiais de resíduos não recicláveis em energia utilizável, como calor ou eletricidade, por meio de uma variedade de processos, incluindo combustão e outros processos para recuperar energia. Este processo costuma ser chamado de "conversão de resíduos em energia" [EPA].

O impacto do tratamento de resíduos com recuperação de energia deve ser incluído no inventário de ciclo de vida do produto e na delimitação do sistema, seguindo a abordagem de cálculo apresentada neste subcapítulo.

Os processos de reciclagem de materiais são aqueles processos que obtêm uma matéria-prima secundária a partir de um material de resíduo, que é posteriormente usada como material para fabricação de produtos. Tais processos são, por exemplo, a reciclagem química através de pirólise, destilação ou reciclagem mecânica. Abaixo, são apresentadas as orientações sobre o método de cálculo para reciclagem de materiais.

A reciclagem de materiais e o tratamento de resíduos com recuperação de energia são considerados atividades separadas e não iguais. Para reduzir as emissões de GEE, a indústria química deve se esforçar em manter o carbono em um ciclo fechado de materiais. Isso é alcançado principalmente por meio da redução da geração de resíduos e reciclagem de materiais dos resíduos restantes. A abordagem de atribuição de impacto deve ser projetada para incentivar ambos.

A incineração é a solução menos favorável porque se trata de uma destinação final. As diferentes abordagens de cálculo disponíveis para o tratamento de resíduos com recuperação de energia foram debatidas entre os membros do grupo TFS e ainda não houve consenso. Este documento, no estado atual, discute três abordagens, que são apresentadas com suas

vantagens e desvantagens abaixo (Tabela 5.4). Uma das três abordagens de alocação deve ser seguida. A escolha deve ser documentada e comunicada através das informações adicionais de PCF.

O debate para selecionar a orientação mais adequada neste capítulo continuará convidando outras partes interessadas para contribuir. O Guia será atualizado conforme as mudanças e consenso. A TFS também incentiva o desenvolvimento de soluções específicas para esses casos mediante, entre outras coisas, regras de categoria de produtos.

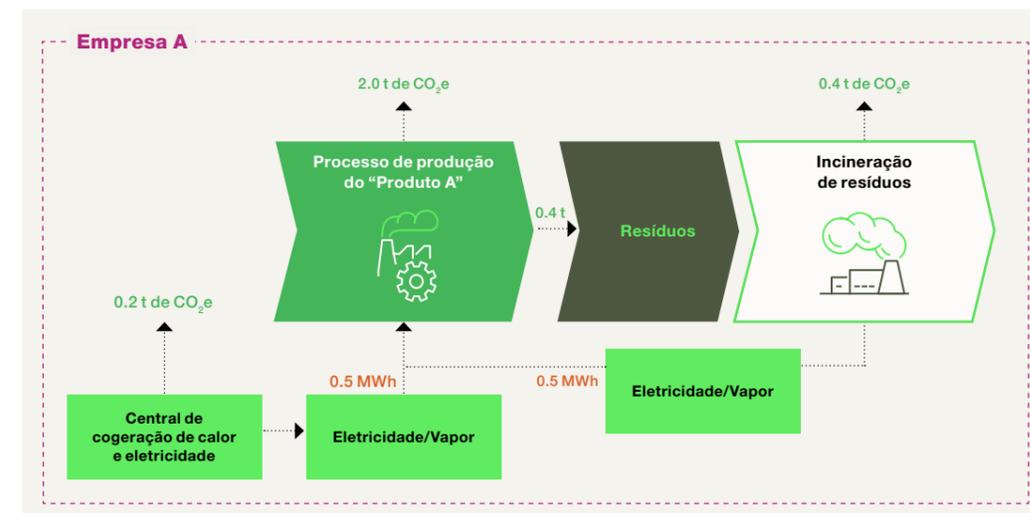
Recuperação de energia dentro dos limites de sistema de um produto

Se todos os processos relacionados à recuperação de energia a partir de resíduos estiverem incluídos nos limites do sistema, não é necessária uma alocação, ou todas as abordagens de alocação conduzem ao mesmo resultado. Este é o caso se a energia gerada for usada diretamente no processo do produto sob estudo. O impacto da incineração de resíduos deve ser incluído no PCF (veja o Exemplo 2). Esta reciclagem em circuito fechado significa que a energia reciclada diretamente não tem nenhum impacto ambiental adicional (= 0). O mesmo se aplica à reciclagem de materiais dentro dos limites de sistema, como explicado no subcapítulo abaixo.

Exemplo 2: incineração de resíduos com recuperação de energia dentro dos limites de sistema

Resíduos do processo de fabricação do produto A são incinerados com recuperação de energia in loco e sob controle operacional. A energia recuperada é utilizada no processo de produção do Produto A. Visto que a energia recuperada é usada dentro dos limites do sistema do Produto A, não é necessária nenhuma alocação. Todas as emissões de CO₂e do processo devem ser atribuídas ao produto A.

Figura 5.8 Incineração de resíduos com recuperação de energia dentro dos limites de sistema da empresa



$PCF_{\text{Produto A}} = 2.0 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0.2 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0.4 \text{ t de CO}_2\text{e/t} = 2.6 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$

Recuperação de energia fora dos limites de sistema de um produto

Os resíduos são parte do ciclo de vida de um sistema de produtos. Eles podem ser tratados com recuperação de energia, e esta energia pode ser usada em sistemas de produtos adicionais. Isso cria a necessidade de dividir o impacto do processo de tratamento e identificar a parte do impacto a ser acrescentada a cada sistema de produtos.

As seguintes regras gerais devem ser aplicadas:

1. sempre que possível e aplicável, a subdivisão do processo deve ser usada para dividir processos comuns para evitar a necessidade de alocação [Padrão de contabilidade e relatório do ciclo de vida dos produtos do Protocolo de GEE (2011)];

2. para o tratamento de resíduos com recuperação de energia, sempre que disponível, devem ser aplicados métodos de alocação em linha com as regras de categoria de produtos (PCR) publicadas e aceitas.
3. Se nenhum dos itens acima se aplicar, qualquer um dos três métodos de alocação listados abaixo deve ser aplicado. A escolha deve ser documentada e comunicada através das informações adicionais de PCF.

A tabela a seguir indica os três diferentes métodos e analisa suas vantagens e desvantagens. Qualquer um dos três métodos pode ser usado até que sejam produzidas novas atualizações após os debates em andamento através da TFS.

Tabela 5.4 Resumo das diferentes abordagens de avaliação

	Abordagem de corte também conhecida como abordagem do conteúdo reciclado	Abordagem de Corte Reverso também conhecida como alocação de resíduos	Substituição
Descrição	"Produtor de energia toma o controle" Toda a carga atribuída à energia gerada	"Quem polui, paga" Toda a carga atribuída ao processo de geração de resíduos	"Implicações para o mercado consideradas" As emissões da incineração são reduzidas por crédito para a energia substituída
Quem leva a carga?	Usuário(s) de energia	Gerador de resíduos	Usuário(s) de energia e gerador de resíduos
Quem recebe o benefício?	Gerador de resíduos	Usuário de energia	Usuário(s) de energia e gerador de resíduos
Prós	+ Incentiva o tratamento de resíduos com recuperação energética, em comparação ao que não tem + Alinhado com o Protocolo de GEE e o Pathfinder de WBCSD + Fácil de aplicar	+ Incentiva a redução de resíduos + Incentiva a recuperação energética a partir do tratamento de resíduos + Fácil de aplicar + Intercâmbio de dados simples (o gerador de resíduos fornece os dados sobre os resíduos)	+ Incentiva o tratamento de resíduos com recuperação energética, em comparação ao que não tem + Conformidade com o Protocolo de GEE e a norma ISO + Implementado comumente em bancos de dados ACV + Incentiva a redução de resíduos se não dispõe de mais energia renovável
Contras	- Sem incentivos para reciclagem de materiais em comparação com a recuperação de energia - Sem incentivos para reduzir os resíduos - Sem incentivos para o uso de energia, em comparação com as energias renováveis (fatores de emissão mais altos, em comparação com a melhor tecnologia) - Alguns bancos de dados ACV devem ser ajustados	- Desvia-se do Protocolo de GEE - Sem diferença no fator de emissão da energia, em comparação com as fontes renováveis - Menor incentivo para a redução energética - Alguns bancos de dados ACV devem ser ajustados	- O resultado depende em grande parte do sistema comparativo selecionado para a substituição - Um intercâmbio de dados complexos é necessário para a solução comparativa (dados de mercado) e é acordada entre o usuário de energia e o provedor de resíduos
Link para/ Implicações para os relatórios de emissões de GEE das empresas	Alinhado com os relatórios de GEE das empresas	É preciso ajustar os relatórios das empresas	As emissões substituídas devem ser relatadas separadamente

Seguindo a abordagem de corte (conhecida também como abordagem de conteúdo reciclado):

- o impacto das etapas preparatórias e atividades de apoio, como coleta, transporte, triagem, desmonte ou trituração, deve ser acrescentado aos resultados do inventário do sistema de produto que produz o produto secundário;
- os resíduos de entrada para o processo de recuperação energética devem ser tratados como livres de cargas. Cargas ou créditos associados a materiais de ciclos de vida anteriores ou posteriores não são considerados, ou seja, são "cortados";
- o impacto do processo de recuperação energética deve ser acrescentado aos resultados do inventário do produto que utiliza a energia.

Exemplo 3: recuperação energética com vários sistemas de produtos (abordagem de corte)

O resíduo de solvente orgânico do processo de fabricação do produto A é tratado em um processo de incineração de resíduos com recuperação energética in loco e sob controle operacional. A energia recuperada não é usada no processo de fabricação do produto A. É usada na fabricação do produto B.

Seguindo a abordagem de corte, o impacto do processo de tratamento de resíduos deve ser atribuído para o usuário da energia, o produto B. Nenhum impacto do processo de produção do produto A deve ser atribuído para o PCF do produto B. Se algum dos processos, como o processo de produção "Produto B", não for operado pela empresa A, mas operado por uma terceira parte, a mesma abordagem deve ser aplicada.

Seguindo a abordagem de corte reverso (abordagem de atribuição de resíduos)

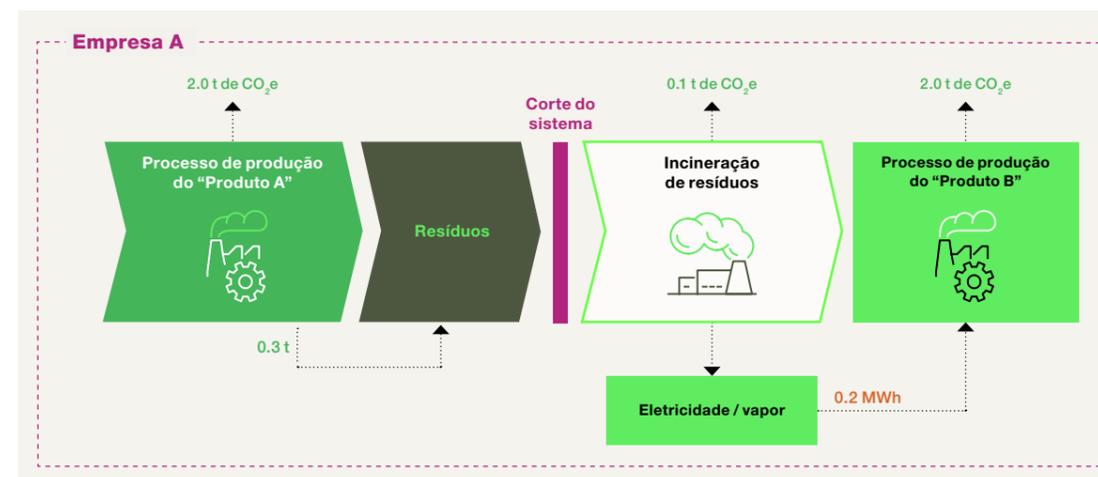
- O impacto das etapas preparatórias e atividades de apoio, como coleta, transporte, triagem, desmonte ou trituração, deve ser acrescentado aos resultados do inventário do sistema de produto que gera o resíduo;
- O impacto do processo de tratamento de resíduos com recuperação de energia (por exemplo, a incineração) deve ser acrescentado aos resultados do inventário do sistema de produto que gerou os resíduos tratados no processo.
- A energia recuperada do processo de conversão de resíduos para energia deve ser tratada como livre de cargas. As cargas ou créditos associados a ciclos de vida anteriores ou posteriores não são considerados, ou seja, são "cortados".

Exemplo 4: recuperação energética com vários sistemas de produtos (abordagem de corte reverso)

O resíduo de solvente orgânico do processo de fabricação do produto A é processado por uma terceira parte em um processo de recuperação energética. A energia recuperada não é usada no processo de fabricação do produto A, mas, sim, na fabricação do produto B.

Seguindo a abordagem de corte reverso, o impacto do processo de incineração de resíduos deve ser atribuído ao gerador do resíduo, o produto A. A energia deve ser considerada livre de cargas.

Figura 5.9 Recuperação energética a partir da incineração de resíduos com a aplicação da abordagem de corte.

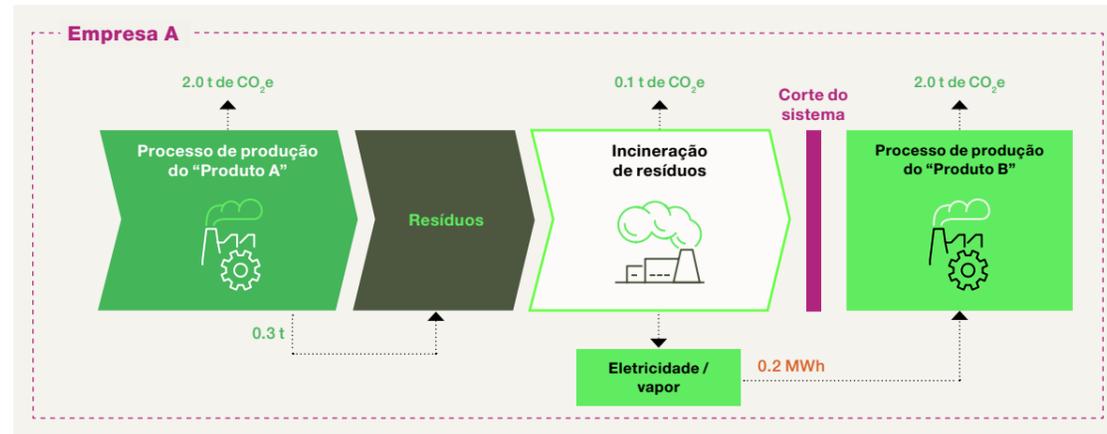


$$PCF_{\text{Produto A}} = 2.0 \text{ t de CO}_2\text{e} / \text{t}$$

$$PCF_{\text{Produto B}} = 2.0 \text{ t de CO}_2\text{e} / \text{t} + 0.1 \text{ t de CO}_2\text{e} / \text{t} = 2.1 \text{ t de CO}_2\text{e} / \text{t}$$

$$PCF_{\text{Energia}} = 0.1 \text{ t de CO}_2\text{e} / 0.2 \text{ MWh} = 0.5 \text{ t de CO}_2\text{e} / \text{MWh}$$

Figura 5.10 Recuperação energética a partir da incineração de resíduos com a aplicação da abordagem de corte reverso.



$PCF_{\text{Produto A}} = 2.0 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0.1 \text{ t de CO}_2\text{e/t} = 2.1 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$
 $PCF_{\text{Produto B}} = 2.0 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$
 $PCF_{\text{Energia}} = 0 \text{ t de CO}_2\text{e/ MWh}$

Seguindo a abordagem de substituição:

A abordagem de substituição é um método para distribuir os impactos de um processo multifuncional (como tratamento de resíduos com recuperação energética) entre o sistema de geração de resíduos e o sistema utilizador de energia. Seguindo a abordagem de substituição, isso é alcançado ao incluir um sistema de referência para a produção de energia. Seguindo esta abordagem:

- O impacto das etapas preparatórias e atividades de apoio, como coleta, transporte, triagem, desmonte ou trituração, deve ser acrescentado aos resultados do inventário do sistema de produto que gera o resíduo.
- A energia recuperada do processo de recuperação (como a incineração) deve receber um PCF que representa o impacto da produção de energia de referência (como o vapor de gás natural obtido de uma usina de cogeração).

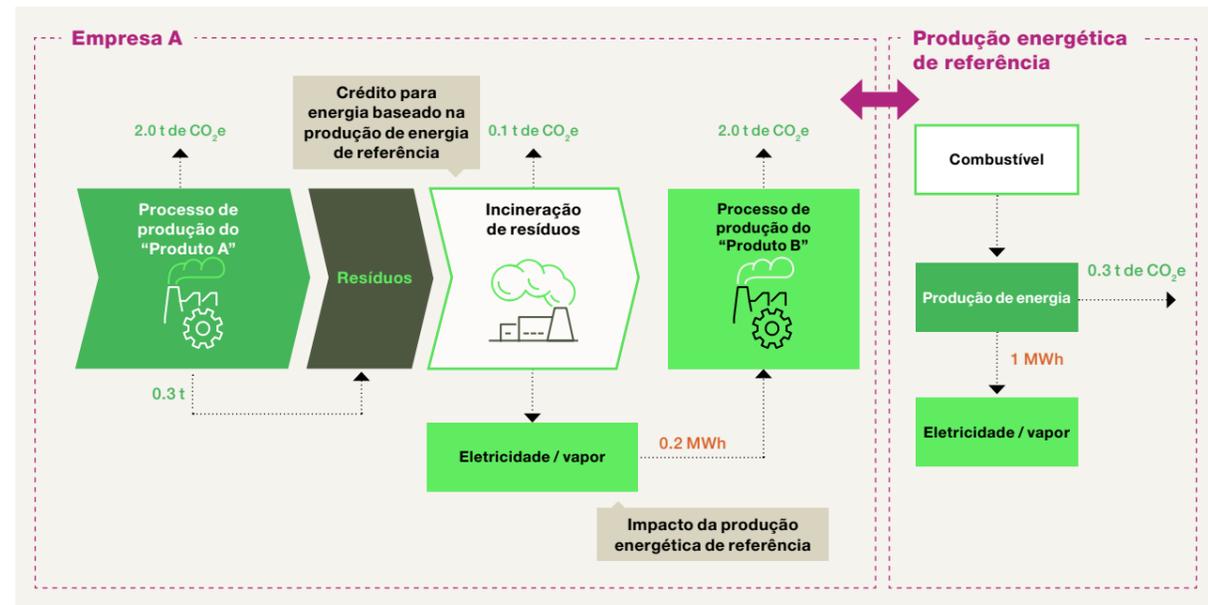
Este impacto deve ser acrescentado ao sistema de produtos que usam a energia. O sistema de produto que usa a energia não recebe nenhum benefício do tratamento de resíduos com recuperação de energia.

- O impacto do processo de recuperação (por exemplo, incineração) deve ser acrescentado aos sistemas geradores de resíduos. Deve ser subtraído um crédito pela quantidade de energia recuperada utilizando o impacto da produção de energia de referência.

Exemplo 5: recuperação energética com vários sistemas de produtos (abordagem de substituição)

O processo de produção do produto A gera um resíduo (como resíduo de solvente). Esse resíduo é incinerado com recuperação energética. A energia é usada na produção do produto B. Como referência, a energia pode ser produzida por incineração de um combustível primário.

Figura 5.11 Recuperação energética a partir da incineração de resíduos com aplicação da abordagem de substituição



$PCF_{\text{Produto A}} = 2.0 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0.1 \text{ t de CO}_2\text{e/t} - 0.2 \text{ de MWh} * 0.3 \text{ t de CO}_2\text{e/MWh} = 2.04 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$
 $PCF_{\text{Produto B}} = 2.0 \text{ t de CO}_2\text{e/t} + 0.2 \text{ MWh} * 0.3 \text{ t de CO}_2\text{e/MWh} = 2.06 \text{ t de CO}_2\text{e/t}$
 $PCF_{\text{Energia de Referência}} = 0.3 \text{ t CO}_2\text{e/ 1 MWh}$

Exemplo 6: recuperação energética em uma rede térmica (comparação das três abordagens)

Para uma comparação das diferentes abordagens, este exemplo é calculado seguindo as três abordagens discutidas neste capítulo. O exemplo mostra um esquema simplificado de uma possível rede de produção em uma cadeia de valor. Os diferentes valores de PCF para o vapor e os produtos calculados com as diferentes abordagens são mostrados na Tabela 5.5.

A empresa A produz o produto A. Os resíduos gerados na produção do produto A são incinerados com recuperação energética. Além do vapor gerado pela incineração de resíduos com recuperação de energia, a rede de vapor é formada por uma usina de cogeração e uma incineração de resíduos municipais que incinera o produto C no final de sua vida útil com recuperação energética. Tanto a empresa A quanto a B usam vapor na produção de seus produtos. 1 t de produto A e 1 t de Produto B são produzidos no sistema. 1 t de produto C é tratado no final de sua vida útil.

Figura 5.12 Exemplo de sistema interligado com recuperação energética tanto de resíduos de produção quanto de resíduos municipais

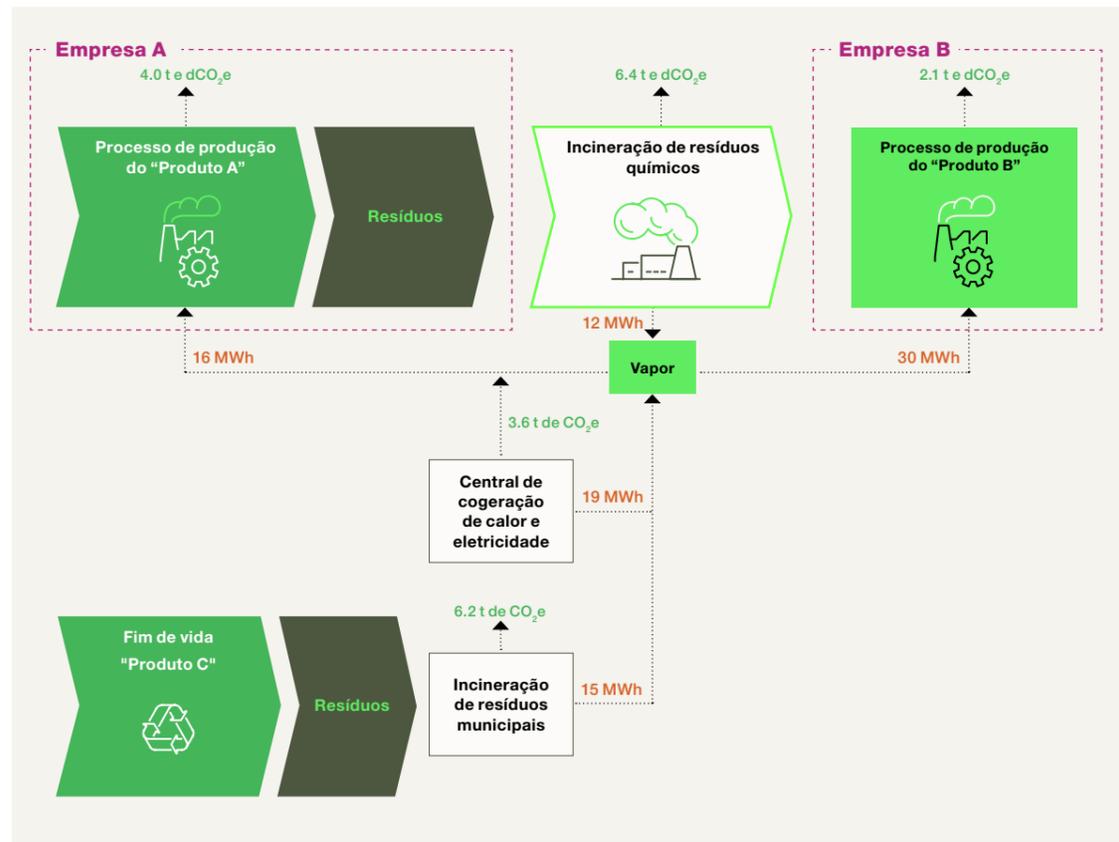


Tabela 5.5 Cálculo de PCF para o exemplo da Figura 6 segundo as diferentes abordagens de avaliação

Unidade: t de CO ₂ e/kg (materiais) t de CO ₂ e/MWh (vapor)	Abordagem de corte	Abordagem de corte reverso	Abordagem de substituição	
Vapor	PCF (vapor, central de cogeração)	3.6 / 19 = 0.19	3.6 / 19 = 0.19	3.6 / 19 = 0.19
	PCF (vapor, incineração de resíduos químicos)	6.4 / 12 = 0.53		0.19 = PCF (vapor, central de cogeração)
	PCF (vapor, incineração de resíduos municipais)	6.2 / 15 = 0.41		0.19 = PCF (vapor, central de cogeração)
	PCF (vapor, total)	$(3.6 + 6.2 + 6.4) / (19 + 15 + 12) = 0.35$	$3.6 / (19 + 15 + 12) = 0.078$	0.19 = PCF (vapor, central de cogeração)
Produto A	Emissões diretas do processo	4.0	4.0	4.0
	Emissões da incineração de resíduos		6.40	6.40
	Emissões de vapor	16 * 0.35 = 5.63	16 * 0.078 = 1.25	16 * 0.19 = 3.04
	Crédito de vapor			12 * 0.19 = 2.28
	PCF (Produto A)	9.63	11.65	11.16
Produto B	Emissões diretas do processo	2.10	2.10	2.10
	Emissões da incineração de resíduos			
	Emissões de vapor	30 * 0.35 = 10.56	30 * 0.078 = 2.34	30 * 0.19 = 5.70
	PCF (Produto B)	12.66	4.44	7.80
Produto C	Emissões de final de vida (EoL)		6.20	$6.2 - 15 * 0.19 = 3.35$

Orientação sobre o cálculo dos fatores de emissão para a reciclagem de materiais

Os processos de reciclagem de materiais são processos que obtêm um material secundário a partir de um material residual que, posteriormente, é usado como matéria-prima para a fabricação de produtos. Esses processos incluem a reciclagem química através da pirólise, destilação de materiais ou reciclagem mecânica. O impacto da reciclagem de materiais deve ser incluído no inventário de ciclo de vida do produto e na delimitação do sistema, seguindo a abordagem de cálculo apresentada neste subcapítulo.

Reciclagem dentro dos limites do sistema de um produto

Se todos os processos relacionados à reciclagem a partir de resíduos forem incluídos no limite do sistema, não são necessárias considerações específicas. O impacto do processo de reciclagem deve ser incluído no PCF. Esta abordagem é indicada para o tratamento de resíduos com recuperação de energia no exemplo 2.

Reciclagem fora dos limites de sistema de um produto

Os materiais industriais também podem ser reciclados ao longo de uma cadeia de valor. O material de resíduo faz parte do ciclo de vida de um sistema de produto e é reutilizado ou reciclado como uma matéria-prima secundária em um novo sistema de produto. Isto cria a necessidade de dividir o impacto dos processos relacionados à reciclagem, pois eles podem ser compartilhados entre dois ciclos de vida de produtos diferentes.

Para reduzir a emissão de GEE, a indústria química deve se esforçar para manter o carbono em um ciclo fechado de material. Isto é alcançado principalmente através da redução da geração de resíduos e reciclagem de materiais dos resíduos restantes. A abordagem de atribuição de impacto deve ser projetada para incentivar ambos.

As diferentes abordagens de cálculo disponíveis foram debatidas entre os membros do grupo da TFS e ainda não houve consenso. O debate para selecionar a orientação mais adequada neste capítulo continuará, convidando outras partes interessadas a contribuir. O Guia será atualizado no devido tempo para refletir as mudanças e consensos. A TFS também fomenta o desenvolvimento de soluções específicas para esses casos, através, entre outras coisas, de regras de categoria de produtos.

As normas para as ACV dos produtos e os relatórios de sustentabilidade das empresas atualmente não estão harmonizadas e não abordam completamente o efeito que podem ter os PCF para a orientação de tecnologias importantes com potencial para descarbonizar a indústria química, como a reciclagem química. As metodologias a seguir são uma proposta da indústria química para orientar essas tecnologias, mas ainda não estão harmonizadas com as normas existentes, incluindo o Protocolo de GEE.

A seguinte seção se concentra na avaliação da reciclagem de resíduos pós-consumo. Os fluxos de resíduos pós-industriais de alta qualidade e/ou alto valor que serão reciclados e, logo, usados em outra aplicação, que devem ser avaliados como subprodutos seguindo as orientações da seção 5.2.9. Isto não deve interferir na classificação de resíduos de acordo com as regulamentações legais.

Tecnologias de reciclagem que consomem muita energia (por exemplo, a reciclagem química) são usadas para reciclar fluxos de resíduos que não podem ser reciclados através de outros métodos (por exemplo, reciclagem mecânica devido a motivos técnicos e econômicos). Exemplos disso são vários tipos de resíduos de plástico misturados após a etapa de triagem e separação de materiais que não podem ser lidos — por exemplo, na reciclagem mecânica. Se uma tecnologia de reciclagem permite que os resíduos sejam usados como matérias-primas (evitando, assim, outras opções menos favoráveis no final da vida e mantendo o carbono no ciclo fechado), gera benefícios sociais na forma de redução de CO₂ e economia de recursos, e deve ser reconhecida, por consequência.

As seguintes regras gerais devem ser aplicadas:

- sempre que possível e aplicável, deve-se usar a subdivisão do processo para dividir os processos comuns para evitar a necessidade de alocação [Padrão de contabilidade de ciclo de vida de produto do Protocolo de GEE];
- para as matérias-primas secundárias derivadas de um processo de reciclagem, sempre que disponível, "métodos de alocação de acordo com as regras de categoria de produtos publicadas e aceitas (PRC) de processos análogos devem ser aplicados, por exemplo, "Plastics Europe" [Pathfinder Framework (PACT desenvolvido por WBCSD)].

3. Se nenhuma das opções acima se aplicar, devem ser consultadas as duas abordagens de cálculo apresentadas abaixo.

A primeira opção deve ser uma abordagem de corte devido aos requisitos do Protocolo de GEE [Padrão de contabilidade e relatório do ciclo de vida dos produtos do Protocolo de GEE] com requisitos adicionais de relatório. Ao fornecer um PCF do berço ao portão da fábrica, a cifra das emissões do final da vida útil também deve ser relatada.

Em casos específicos, é possível utilizar como uma opção alternativa uma abordagem de expansão do sistema upstream. Nesta abordagem, o PCF do berço ao portão da fábrica é fornecida considerando um crédito para o tratamento de resíduos evitados desde o primeiro ciclo de vida.

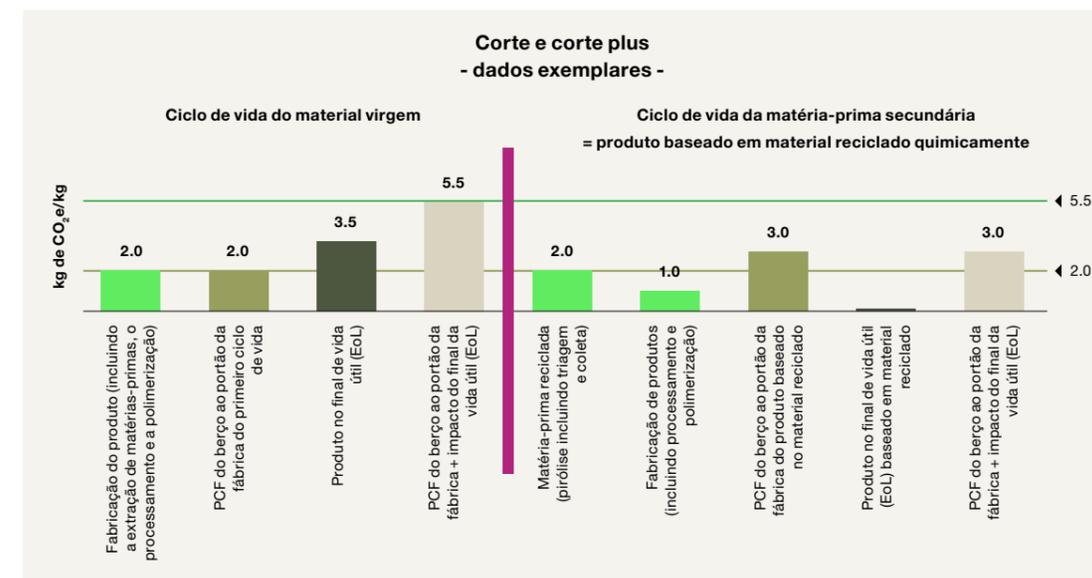
Ambos os métodos são explicados no texto a seguir, com exemplos.

Seguindo a abordagem de corte (conhecida também como abordagem de conteúdo reciclado):

- O impacto das etapas preparatórias e atividades de apoio, como coleta, transporte, triagem, desmonte ou trituração, deve ser acrescentado aos resultados do inventário do sistema de produto que produz o produto secundário.
- O resíduo de entrada para o processo de reciclagem deve ser tratado como livre de cargas. As cargas ou créditos associados a materiais de ciclos de vida anteriores ou posteriores não são considerados, ou seja, eles são "cortados".
- O impacto do processo de reciclagem deve ser adicionado aos resultados do inventário do produto que usa a matéria-prima secundária.
- Para o produto incluído no escopo, o PCF de todas as cargas deve ser relatado. Além disso, deve-se apresentar o impacto do final de sua vida útil (EoL) da alternativa virgem, em comparação com o produto reciclado. Trata-se de um PCF específico, que cobre também os impactos do final de vida útil (EoL). Com esta abordagem, os benefícios da reciclagem de materiais podem ser mostrados, mas estão além do escopo do berço ao portão da fábrica.

Os detalhes desta abordagem de cálculo são apresentados no exemplo 3 deste capítulo.

Figura 5.13 Exemplo de corte e informação adicional



A informação padrão para o corte é a seguinte: PCF do material virgem (primeiro ciclo de vida do berço ao portão da fábrica) = 2.0 kg de CO₂e/kg PCF material secundário (primeiro ciclo de vida do berço ao portão da fábrica) = 3.0 kg de CO₂e/kg Informação adicional: PCF produto virgem incl. o impacto do final de vida útil (EoL) = 5.5 kg de CO₂e/kg PCF material secundário incl. o impacto do final de vida útil (EoL) = 3.0 kg de CO₂e/kg

Abordagem de corte e informação adicional - dados exemplares

A tecnologia de fim de vida útil (EoL) assumida neste exemplo para o material virgem foi a incineração na Europa, com base no conteúdo C (carbono) do material virgem. Todo o impacto da incineração foi atribuído ao fim de vida útil (EoL), incluindo a substituição da energia recuperada. Se não houver mais informações sobre o fim de vida do material virgem, deve-se considerar a combinação de tecnologias de descarte do país de origem.

Esta abordagem é semelhante à abordagem de corte explicada no Protocolo de GEE. Através das informações adicionais do corte plus, o benefício do material reciclado em comparação com um material virgem torna-se evidente.

Seguindo a abordagem de Expansão do Sistema Upstream (USE):

Em situações excepcionais, os benefícios de um material reciclado podem ser apresentados usando a abordagem de "Expansão do Sistema Upstream (USE)" [BASF (2020)]. Esses casos excepcionais devem cumprir todos os critérios abaixo:

- mostrar um benefício social na forma de redução de emissões globais de GEE, em comparação com outros métodos de tratamento relevantes disponíveis.
- ser uma nova tecnologia com alta probabilidade de melhoria das eficiências após o escalonamento comercial;
- assegurar o uso de dados regularmente atualizados, de acordo com o Guia da TFS.
- Se o mercado para os tratamentos de resíduos alternativos for conhecido, os requisitos devem ser claramente definidos.
- A abordagem de substituição compatível com a norma ISO é aplicada; é conhecido o uso exato do resíduo.
- A substituição só deve ser aplicada se o tratamento alternativo substituir diretamente o descarte final e, portanto, o processo é reduzido pela provisão do

- Os dados sobre o impacto do processo de produção alternativo precisam ser obtidos para calcular o PCF do produto alternativo e compará-lo ao sistema sob estudo.
- Uma descrição clara do processo de seleção da opção de fim de vida útil (EoL) substituída pela reciclagem química deve ser documentada.

As cargas derivadas da coleta, classificação, fase de reciclagem (por exemplo, pirólise) e tratamento posterior do produto final (por exemplo, quebra) são contabilizadas para o material secundário, assim como a carga do processo de reciclagem. Todas as cargas devem ser relatadas. Além disso, pode-se deduzir o crédito do impacto de fim de vida útil (EoL) substituído. Como base para as estimativas de impacto de fim de vida útil (EoL), a combinação de tecnologias de descarte do país de origem deve ser considerada se não houver mais informações disponíveis sobre o fim de vida útil do material virgem.

Em um segundo passo, é necessário identificar as emissões do cenário hipotético (o que teria acontecido com os resíduos se não fossem usados para reciclagem). No caso da reciclagem química, os fluxos de resíduos usados são difíceis de reciclar, caso contrário, teriam sido incinerados. As emissões do cenário hipotético precisam ser calculadas, por exemplo, incineração de plásticos mistos com recuperação de energia usando tecnologias comumente disponíveis na região definida [Padrão de contabilidade e relatório do ciclo de vida dos produtos do Protocolo de GEE (2011)].

O PCF final dos produtos reciclados quimicamente resulta das cargas da reciclagem deduzidas pelas economias do cenário hipotético, pois a tecnologia beneficia as economias sociais de CO₂ ao substituir a opção de tratamento de resíduos menos favoráveis.

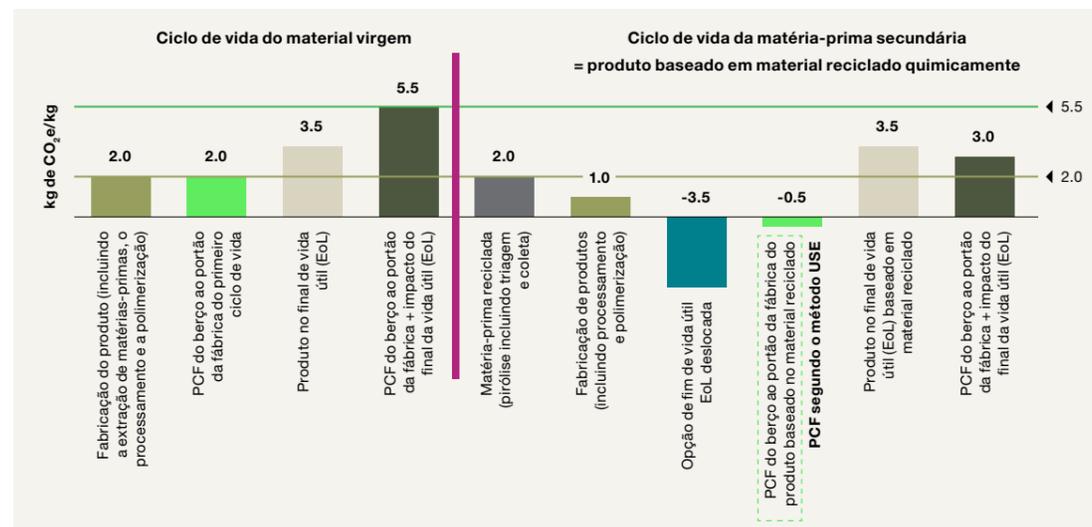
Com esta abordagem, os benefícios da reciclagem de materiais podem ser apresentados, mas estão além do escopo "do berço ao portão da fábrica".

Exemplo de USE

PCF material virgem (primeiro ciclo de vida do berço ao portão da fábrica) = 2.0 kg de CO₂e/kg PCF matéria-prima secundária (do berço ao portão da fábrica baseada em material reciclado) = - 0.5kg de CO₂e/kg

Informação adicional:
PCF produto virgem incluindo o impacto do fim de vida útil (EoL) = 5.5 kg de CO₂e/kg
PCF matéria-prima secundária incluindo o impacto do fim de vida útil (EoL) = 3.0 kg de CO₂e/kg

Figura 5.14 Abordagem USE - dados exemplares



Dependendo das abordagens usadas, a contabilidade corporativa nas categorias 3.1 e 3.12 pode diferir como explicado na descrição dos relatórios corporativos da TFS.

Esta abordagem é diferente da abordagem existente no Protocolo de GEE. Os resultados do método USE incluem considerações além da "berço ao portão da fábrica". A obtenção de um PCF a partir daí pode ser abordada em um processo de alinhamento com as partes interessadas. A contabilização das emissões no fim da vida útil ao longo da cadeia de valor, entre os recicladores e usuários do material deve ser parte deste processo.

5.2.8.5 Emissões diretas

As emissões diretas são aquelas procedentes de processos pertencentes ou controlados pela empresa, oriundas de:

- reações químicas;
- tratamento de resíduos com ou sem uso de energia (por exemplo, sinalizadores);
- incineração de combustíveis e resíduos em unidades de processamento.

As emissões diretas devem ser calculadas determinando a quantidade de GEE emitida com base na estequiometria, equilíbrio de massa ou dados medidos. As emissões devem, então, ser multiplicadas pelo respectivo potencial de aquecimento global (GWP) para calcular o fator de emissão como CO₂eq por unidade declarada. Quando relevante, as emissões diretas de CO₂e fósseis e biogênicas devem ser relatadas separadamente de acordo com as orientações no capítulo 5.2.10.1.

5.2.9 Processos de produção múltipla

Este capítulo trata sobre a atribuição de entradas e emissões em situações de saída múltipla, isto é, quando um processo gera mais de um produto, chamados de coprodutos. O termo coproduto também inclui produtos energéticos, como vapor ou eletricidade, ou qualquer outro produto com um valor econômico definido, como um combustível residual. Neste sentido, entende-se por energia, a energia direta procedente, por exemplo, de reações exotérmicas [Pathfinder Framework (PACT, desenvolvido pelo WBCSD)]. Os materiais de resíduo que vão diretamente para um descarte final, como uma incineração ou aterro sanitário, não são coprodutos, pois não possuem valor econômico e, portanto, devem ser excluídos da atribuição de cargas ambientais do processo de produção múltipla. A geração de energia a partir da incineração de resíduos é apresentada no capítulo de tratamento de resíduos.

Ao se basear nas hierarquias apresentadas no Padrão de contabilidade e relatório do ciclo de vida dos produtos do Protocolo de GEE, as normas ISO 14040:2006, ISO 14044:2006, ISO 14067:2018, no Pathfinder Framework do WBCSD e nas recomendações da Comissão Europeia de Pegada Ambiental, os seguintes passos devem ser aplicados para atribuir impactos em situações de produção múltipla (veja a Figura 5.15):

1) As situações de produção múltipla devem ser evitadas usando a subdivisão do processo, sempre que possível. O processo comum deve ser dividido em subprocessos que produzem separadamente os coprodutos. A subdivisão do processo pode ser realizada através da medição de linhas de processo específicas e/ou usando modelos de engenharia para modelar as entradas e saídas do processo [Padrão de contabilidade e relatório do ciclo de vida dos produtos do Protocolo de GEE].

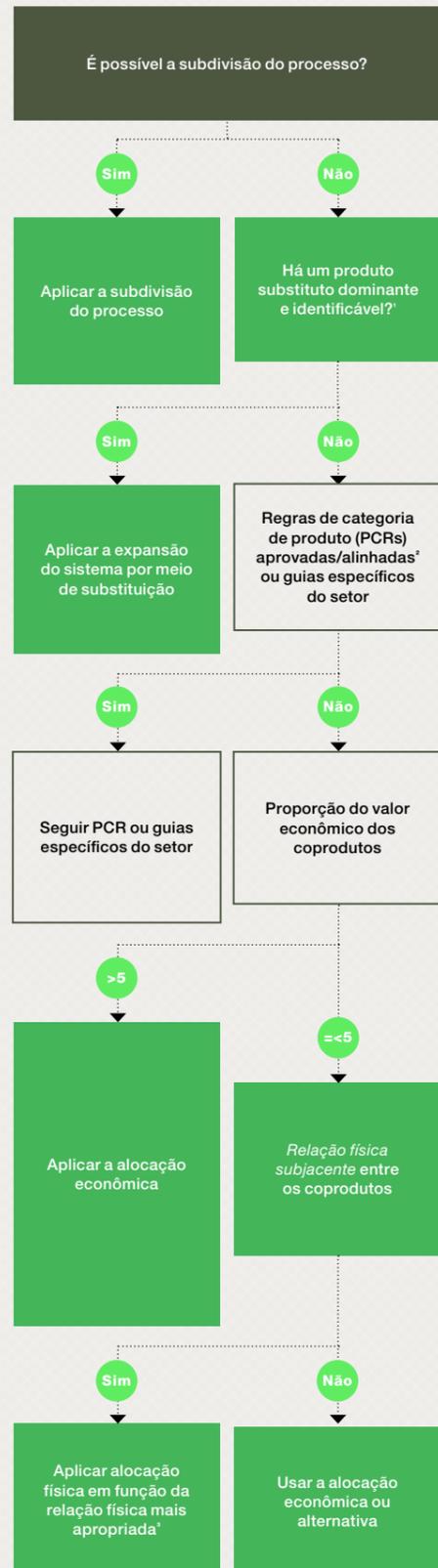
2) Se a situação de produção múltipla não puder ser evitada pela subdivisão, será aplicada uma expansão do sistema. A expansão do sistema refere-se à inclusão dos coprodutos no limite do sistema e à comunicação dos resultados de PCF para o sistema expandido [GUIA - PAP: 2012]. A expansão do sistema e a substituição podem ser um meio de evitar a atribuição. O sistema de produtos que é substituído pelo coproduto é integrado ao sistema de produtos sob estudo. Na prática, os coprodutos são comparados com outros produtos substituíveis e as cargas ambientais associadas aos produtos substituídos são subtraídas do sistema de produtos sob estudo [ISO 14044: 2006]. A expansão do sistema por substituição (mais adiante referida como "substituição") é aceitável somente se a unidade declarada permanecer como definida no capítulo 5.1.3.

A substituição, como descrita no capítulo 5.2.9.1, pode ser aplicada para atribuir impactos a coprodutos em situações de produção múltipla se todas as seguintes condições forem atendidas:

- Os coprodutos são gerados no processo adicionalmente, mas não são os produtos principais do processo. Os produtos principais são definidos como produtos para os quais a produção é operada e otimizada no processo. Além disso, os valores econômicos dos produtos principais geralmente são significativamente superiores do que os dos coprodutos.
 - O coproduto substitui diretamente um produto alternativo com um processo de produção específico no mercado. A produção deste produto alternativo é reduzida graças ao fornecimento do coproduto.
 - Os dados sobre o impacto do processo de produção alternativo estão disponíveis para o cálculo de PCF do produto alternativo.
 - Existe um consenso para uma rota de produção do produto deslocado acordado pela TFS. Nota: A TFS manterá e publicará uma lista positiva de processos e produtos.
- 3) A abordagem descrita em regras de categoria de produtos publicadas e aceitas (PCR) ou projetos de associações da indústria, quando disponíveis, para sistemas de produtos correspondentes, deve ser aplicada (veja a seção 5.2.4 sobre os padrões utilizados). Quando mais de uma RCP existir para um produto ou categoria de produtos, a prioridade deve ser dada às regras de alocação, conforme explicado no capítulo 5.2.9.

4) Em todos os demais casos, as empresas devem atribuir o impacto aos coprodutos seguindo as regras de alocação presentes no capítulo 5.2.9.3. A abordagem aplicada para resolver a multifuncionalidade sempre deve ser estipulada e justificada. A TFS irá se alinhar com WBCSD e Catena X na hierarquia de alocação e, portanto, a abordagem de alocação descrita em uma PCR pode ser priorizada antes da expansão do sistema e substituição. Como já recebeu uma pontuação muito alta, a PCR prevalecerá sobre outras abordagens.

Figura 5.15 Árvore de tomada de decisão para apresentar as regras de alocação e reduzir a carga de avaliação downstream [Pathfinder Framework (PACT, desenvolvido pelo WBCSD)]

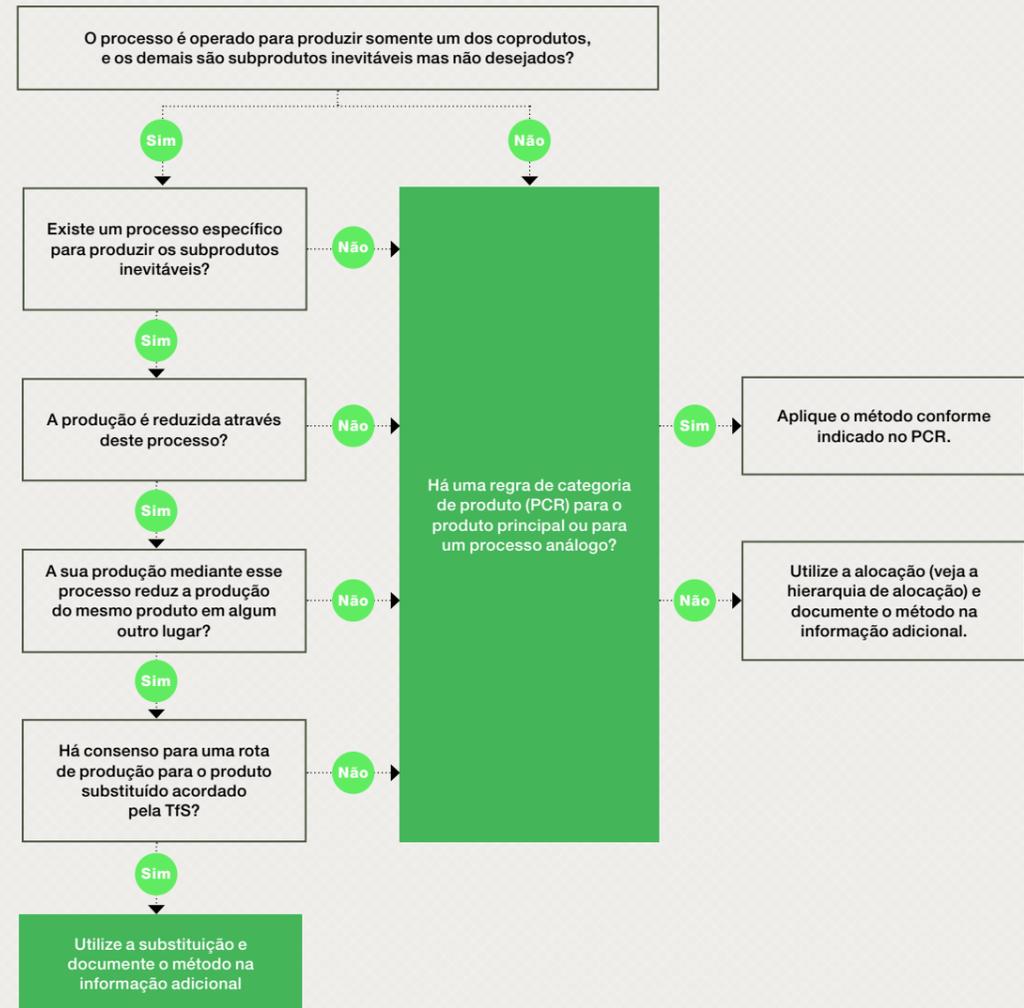


5.2.9.1 Substituição

Na substituição, os coprodutos do processo são comparados a produtos alternativos similares, e as cargas ambientais associadas aos produtos alternativos são subtraídas do sistema de produtos sob estudo para obter o impacto do produto principal do processo de produção (veja a Figura 5.17) [ISO 14044: 2006]. O uso da substituição como um meio para evitar alocação requer conhecimento do mercado para os coprodutos. Para garantir que uma abordagem de substituição compatível com a norma ISO seja aplicada, é necessário conhecer o uso exato do coproduto. A substituição só deve ser aplicada se o coproduto, que não deve ser o principal produto, substituir diretamente o produto alternativo no mercado e, portanto, a produção desse produto alternativo é reduzida com o fornecimento do coproduto. É necessário obter dados sobre o impacto do processo de produção alternativo para calcular o PCF do produto alternativo e subtraí-lo do sistema sob estudo. Se um coproduto e o processo alternativo substituído atenderem a todos os requisitos mencionados anteriormente, eles podem ser considerados para adoção na lista positiva da TfS. Uma descrição clara do processo para selecionar o produto alternativo substituído pelo coproduto deve ser documentada. Coprodutos energéticos, como combustíveis residuais ou vapor excedente, devem ser tratados por substituição se esses coprodutos substituírem produtos que teriam sido gerados de outra forma a partir de uma fonte de energia primária. Veja uma explicação mais detalhada no exemplo abaixo.

(1) A expansão do sistema através da substituição só deve ser usada se houver um produto substituído dominante e identificável e uma rota de produção para o produto substituído com base no consenso do setor.
 (2) Os guias específicos do setor ou PCR devem ser usados se aprovados e requeridos como padrões drop-in pela TfS para a indústria química, pela Catena-X para outros setores fornecedores da indústria automotiva ou pelo Pathfinder do WBCSD para setores distintos aos abrangidos pela TfS e Catena-X.
 (3) Em caso de dúvida, deve-se priorizar a alocação de massa, mas há casos em que outros fatores de alocação podem ser mais apropriados (por exemplo, volume para gases, conteúdo energético para energia).

Figura 5.16 Árvore de decisões para a aplicação da substituição, PCR e atribuição

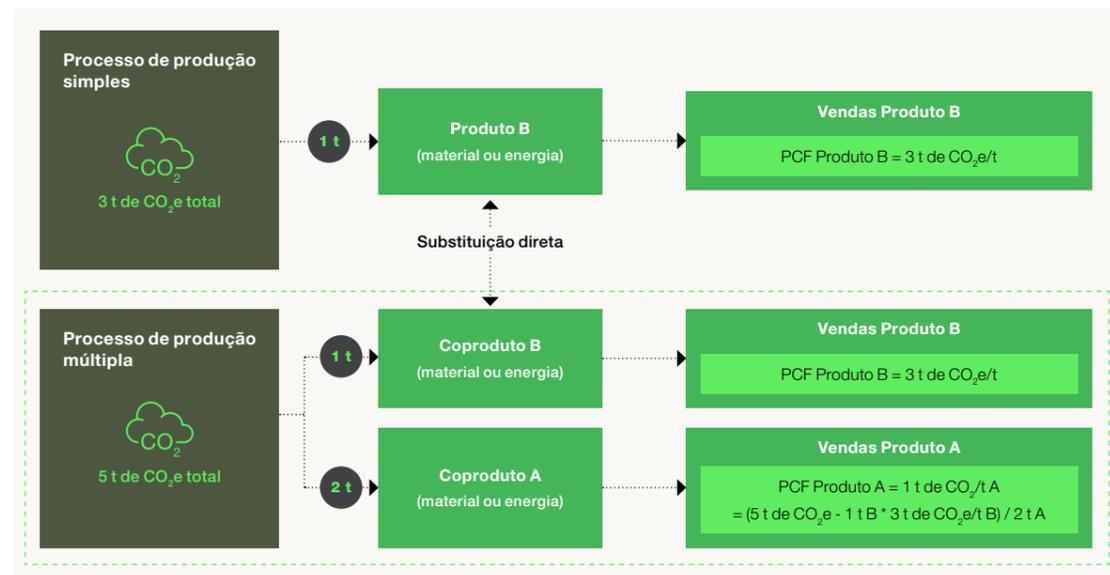


5.2.9.2 Exemplos de Substituição

No exemplo, tanto o coproduto A quanto o coproduto B são produzidos como coprodutos do mesmo processo. O processo produz 2 t de coproduto A e 1 t de coproduto B com emissões de CO₂e associadas de 5 t de CO₂e (veja a figura 5.16). A subdivisão do processo não é possível e não existe uma regra de categoria de produto. O processo é operado e otimizado para produzir o coproduto A como produto principal. O coproduto B é coproduzido inevitavelmente e é considerado um subproduto. O coproduto B é o mesmo que o produto B derivado de um processo de produção simples e substitui o produto B (material ou energia) de um processo de produção simples.

No mercado, o coproduto B substitui diretamente um produto alternativo B, produzido por meio de um processo com um impacto de 3 t de CO₂e/1 t de produto B. Esse impacto é agora assumido para o coproduto B do sistema estudado. Como o processo sob estudo produz 1 t de produto B dentro dos limites do sistema, o impacto do processo alternativo substituído pode ser subtraído do impacto total do processo. Como resultado, 2 t de coproduto A têm um impacto de (5-3) t de CO₂e = 2 t de CO₂e. De consequência, o coproduto A tem uma PCF de 1 t de CO₂e/t coproduto A.

Figura 5.17 Substituição e sua modelagem dos processos de produção múltipla



5.2.9.3 Regras de alocação

Se entende por alocação, a divisão de processos de produção múltipla em processos unitários de produção simples usando critérios físicos, econômicos ou outros, por meio da participação dos fluxos de entrada e saída de um processo ou sistema de produtos entre o sistema de produtos sob estudo e um ou mais outros sistemas de produtos. Quando as saídas incluem tanto coprodutos quanto resíduos, as entradas e saídas devem ser alocadas somente aos coprodutos.

Existem diferentes métodos de alocação aplicáveis para o caso de um processo de produção múltipla. A norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018] distingue entre a alocação baseada nas relações físicas subjacentes entre os produtos e coprodutos, como massa, volume ou conteúdo energético, e alocação econômica — onde a relação física é a escolha preferencial. Além disso, os materiais de entrada, como químicos, podem ser alocados pela estequiometria aos produtos de acordo com a reação química e a conectividade elementar.

As seguintes regras gerais devem ser aplicadas:

Se não for possível evitar a situação de produção múltipla, as emissões devem ser divididas entre os coprodutos de maneira precisa e coerente. Isso é fundamental para a qualidade de um PCF. As regras de alocação devem seguir a hierarquia apresentada na figura 5.15. [Pathfinder Framework (PACT, desenvolvido pelo WBCSD)]:

- a) Os métodos de atribuição em conformidade com as regras publicadas e aceites de categorias de produtos (PCR) de processos análogos serão aplicados quando disponíveis (ver 5.2.4 Normas utilizadas). Quando existir mais do que um PCR para um produto ou categoria de produto, será dada prioridade às regras de atribuição aceites pela TfS numa lista publicada ou na PCR indicada:
 - a. Legislação regional vigente.
 - b. PCRs de associações operacionais mundiais.
 - c. PCRs de associações que operam regionalmente. (por exemplo, Plastics Europe).
 - d. PCR de programas EPD.

b) A orientação do WBCSD Chemicals [WBCSD Chemicals LCA Guidance (2014)] utilizou a aplicação do valor econômico dos co-produtos como critério para decidir entre a alocação física e a alocação econômica em primeiro lugar. O critério para a alocação econômica foi também adotado pelo projeto Pathfinder e alinhado com a TfS (Figura 5.15). Os fatores de alocação econômica devem ser calculados com base em preços de mercado estáveis, como média anual ou ao longo de vários anos em caso de flutuações elevadas (por exemplo >100%) dos preços até à média das flutuações elevadas dos preços, influenciando o resultado de um processo de alocação baseado em valores econômicos como preços [BASF SE (2021)]. Se os preços de mercado não estiverem disponíveis, podem ser aplicados outros fatores econômicos.

Se a participação de um coproduto for muito pequena (em massa ou volume <= 1%), ela pode ser desconsiderada na decisão sobre o método de alocação (veja também o Capítulo 5.2.3 para as regras sobre critérios de corte). Se houver mais de dois coprodutos, use o valor mais alto e o mais baixo de todos os coprodutos para determinar a relação de valor.

As exceções às regras de alocação indicadas anteriormente são possíveis somente em raras ocasiões, como:

1. O dióxido de carbono capturado e utilizado como insumo em outro processo deve ser tratado separadamente (veja o capítulo 5.2.10.3 sobre a Captura & Utilização de Carbono).
2. se o hidrogênio é um coproduto, a alocação por valor calorífico deve ser aplicada devido ao baixo peso molecular do hidrogênio. Exemplo: processo para a produção de gás de síntese que gera CO e hidrogênio; ambos são gases e produtos valiosos. Se o hidrogênio é um coproduto em um processo de produção múltipla, a alocação por massa não deve ser aplicada devido ao baixo peso molecular do hidrogênio.

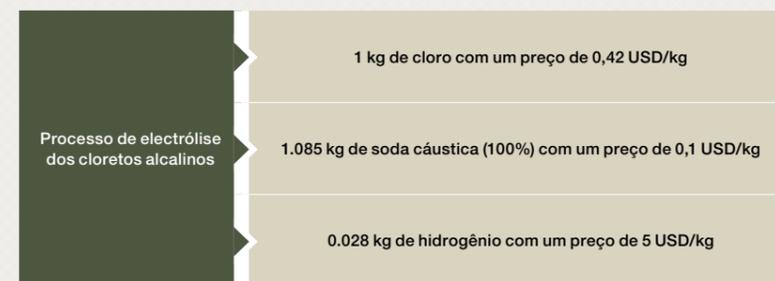
A abordagem aplicada para resolver situações de produção múltipla deve sempre ser indicada e justificada, e a soma das entradas e saídas alocadas de um processo unitário deve ser igual às entradas e saídas do processo unitário antes da alocação.

5.2.9.4 Exemplos de alocação

O procedimento de alocação tem um impacto importante no resultado de PCF, como pode ser visto a seguir no exemplo da eletrólise dos cloretos alcalinos, um processo de produção múltipla que gera cloro, soda cáustica e

hidrogênio (veja a Figura 5.18). Portanto, é necessário haver uma abordagem uniforme para lidar com situações de produção múltipla para todos os tipos possíveis de produto e coprodutos para gerar resultados coerentes e comparáveis.

Figura 5.18 Produtos de um processo de eletrólise dos cloretos alcalinos



Cabe salientar que existe um documento de associação para a Eletrólise Cloro-Alcalina, e as diferentes abordagens de alocação apresentadas são apenas exemplos ilustrativos.

Alocação baseada na massa

Este tipo de alocação é a distribuição de acordo com a massa, medida em termos de massa total (veja a Tabela 5.6).

Tabela 5.6 Exemplo de cálculo para alocação com base na massa

Definição	Massa [kg/kg de cloro]	Proporção de impacto
Cloro	1.00	47%
Soda cáustica (100%)	1.085	51%
Hidrogênio	0.028	2%
Soma		100%

Alocação estequiométrica ou elementar

As proporções estequiométricas das reações químicas podem ser usadas como base para a alocação. Esta abordagem é útil se os fluxos de massa não refletissem a realidade elemental dos coprodutos. Esta alocação pode ser usada para materiais de entrada que tenham uma conectividade química apenas com determinados

produtos, e não com todos os coprodutos. A alocação estequiométrica ou elementar pode ser combinada, por exemplo, com a alocação de massa para outras matérias-primas, energia, resíduos, emissões, etc. (veja a Tabela 5.7).

Tabela 5.7 Exemplo de cálculo para a alocação estequiométrica ou elementar

Definição	Massa molar [g/mol]	Relação estequiométrica com NaCl	Proporção de impacto de NaCl
Cloro, Cl ₂	70.9	0.5	60.7%
Soda cáustica, NaOH (100%)	40	1	39.3%
Hidrogênio, H ₂	2		0%
Soma			100%

Proporção de impacto do NaCl = massa molar do produto * fator estequiométrico do produto / massa molar de NaCl.

Alocação econômica

A alocação econômica se refere ao valor econômico dos produtos no local (por exemplo, na planta) e no estado (por exemplo, sem limpar) e a quantidade proporcionada pelo processo multifuncional. Um preço de mercado específico é atribuído a cada produto (veja a Tabela 5.8).

Se houver grandes flutuações de preços, deve-se calcular uma média de preços ao longo de vários anos para reduzir essas flutuações. Se disponíveis e adequados, os preços mais recentes devem ser usados.

Tabela 5.8 Exemplo de cálculo para a alocação econômica

Definição	Valor [USD/kg]	Massa [kg/kg de cloro]	Valor x Massa [USD]	Proporção de impacto
Cloro	0.42	1.00	0.42	63%
Soda cáustica (100%)	0.10	1.085	0.1085	16%
Hidrogênio	5.00	0.028	0.14	21%
Soma			0.6685	100%

Em casos onde o produto não é vendido ou é difícil determinar os preços de mercado (por exemplo, produtos intermediários que são usados internamente, cloro para PVC), outras abordagens podem ser usadas, como uma combinação de custos de produção e preço de mercado do produto processado ou faturamento.

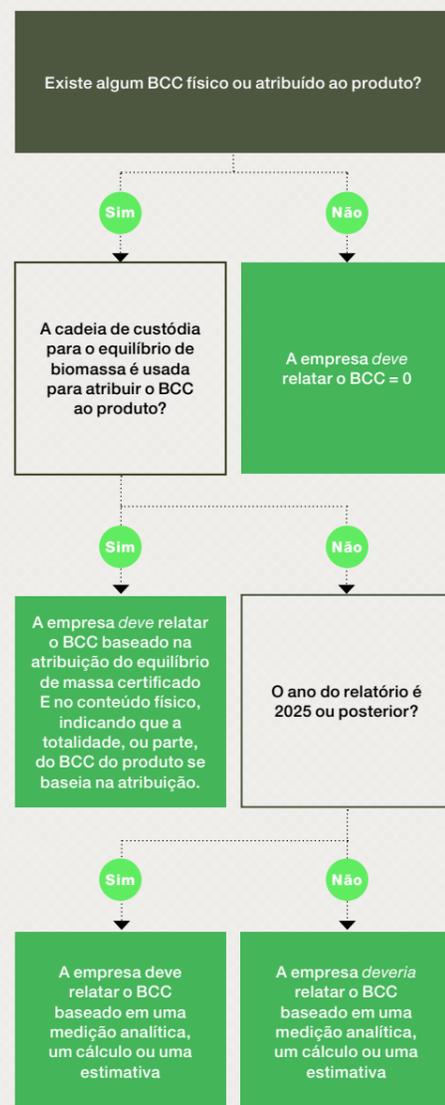
Resumo dos exemplos de cálculo com uma alocação de produção múltipla

Tabela 5.9 Exemplos gerais de abordagens de alocação e regras de cálculo

Caso de exemplo	Regra de cálculo de PCF aplicável "como fazê-lo"
A Eletrólise Cloro-Alcalina entrega, além do cloro, principalmente hidrogênio e hidróxido de sódio; coprodutos energéticos, como o vapor, não são gerados.	Siga a árvore de decisões acima: aplique o esquema de alocação como especificado no PCR de [Eurochlor [2022]]. A entrada de cloreto de sódio é alocada mediante estequiometria a todos os produtos que contêm átomos de sódio ou cloro (ou ambos): cloro, hidróxido de sódio, hipoclorito de sódio e sulfato de sódio. A entrada de ácido sulfúrico é alocada unicamente à produção de cloro, já que é usada para a secagem do mesmo. As emissões de hidrogênio são alocadas unicamente à produção de hidrogênio, já que se referem às perdas deste gás na atmosfera. As emissões de cloro gasoso são alocadas unicamente à produção de cloro, já que se referem às fugas deste gás na atmosfera. A eletricidade, o vapor e todas as demais entradas e saídas são alocadas por massa a todos os produtos de valor, para as soluções ao conteúdo em massa da molécula ativa.
O processo de craqueamento a vapor converte as matérias-primas de hidrocarbonetos fósseis (principalmente etano, GLP, nafta ou gásóleo) em vários produtos principais, como etileno e propileno, benzeno, butadieno e hidrogênio. O processo também produz outros químicos, como acetileno, buteno, tolueno e xileno.	Este complexo processo para uma avaliação de ciclo de vida (ACV) requer algumas abordagens específicas para um cálculo preciso. Por isso, foi desenvolvido um PCR da Plastics Europe ¹ para harmonizar a abordagem. O PCR distingue, por definição, entre os chamados "produtos principais" (etileno, propileno, benzeno, butadieno, hidrogênio, tolueno, xileno e butenos) e os "produtos adicionais" (todos os demais produtos). É definido que a matéria-prima utilizada deve ser alocada na base de massa para todos os produtos do craqueamento a vapor. A demanda de energia e as emissões devem ser alocadas exclusivamente em função da massa dos "produtos principais".
A produção de formaldeído a partir do metanol gera, além de formaldeído, vapor em excesso, que é usado em outra planta de produção situada no mesmo local da empresa relatora. O vapor substitui o vapor gerado em uma usina de cogeração in loco, baseada em gás natural.	O processo de produção de formaldeído gera um coproduto que só é usado para recuperação energética. Seguindo a árvore de decisão e suas exceções, a questão da alocação pode ser resolvida por meio da expansão e substituição do sistema. Isso significa que o impacto CO ₂ e das entradas e saídas do processo são completamente alocados ao produto principal. Ao mesmo tempo, no entanto, o processo recebe créditos de CO ₂ e correspondentes ao impacto de CO ₂ e do vapor gerado na usina de cogeração in loco, baseada em gás natural. Quando o vapor de resíduo é usado como insumo em outro processo de produção, este carrega a carga de CO ₂ e do vapor gerado na usina de cogeração baseada em gás natural. Deste modo, o equilíbrio de CO ₂ é fechado e o processo de geração de vapor é recompensado, já que produz um produto que substitui outro que seria produzido de outra forma.
Gases atmosféricos como o nitrogênio, oxigênio, argônio e outros gases inertes são produzidos através de um processo conhecido como separação de ar. Neste processo, o ar atmosférico é separado em seus componentes primários por meio de uma destilação fracionada. As unidades criogênicas de separação de ar (ASUs) são construídas para fornecer nitrogênio ou oxigênio e frequentemente coproduzem argônio. Deste processo podem ser obtidos gases de alta pureza. Gases raros como neônio, criptônio e xênonio podem ser isolados com a destilação de ar usando pelo menos duas colunas de destilação.	Seguindo a árvore de decisões mostrada anteriormente: não existe um PCR, a comparação dos valores econômicos dos coprodutos (= preços) resulta em uma proporção de > 5. [Preço Produto 1 (máximo) / preço Produto 2 (mínimo) > 5]. O impacto de CO ₂ e dos fluxos de entrada e saída deve ser alocado com base em uma abordagem de alocação econômica. Se os valores econômicos dos coprodutos (= preços) resultarem em uma proporção de =< 5, as alocações deverão ser baseadas em relações físicas. Em um processo típico de destilação que é aplicado para separar, por exemplo, diferentes substâncias químicas com pontos distintos de ebulição, os pontos de ebulição podem ser usados como base para a alocação. Pontos de ebulição mais altos têm cargas maiores, pois é preciso mais energia para destilar os produtos.
Este tipo de destilação pode ser transferido para quase todas as demais destilações que são usadas muitas vezes na indústria química. O processo é aplicado para a separação de diferentes frações de produtos químicos e para a purificação dos mesmos.	

(1) Recomendação da Plastics Europe sobre a alocação do craqueamento a vapor. Plastic Europe - Stream Cracker Allocation

Figura 5.19 Árvore de decisões para o Relatório do Conteúdo Biogênico (BCC) de um Produto'



Outros requisitos:

A empresa deve indicar se o BCC tem uma base física ou se baseia em uma atribuição.

O BCC deve ser corrigido depois de qualquer alocação econômica aplicada na cadeia de fornecimento.

5.2.10 Normas e requisitos adicionais

5.2.10.1 Abordagem para considerar o carbono biogênico no PCF

"Durante a fotossíntese, as plantas absorvem o carbono (em forma de CO₂) da atmosfera e o armazenam no tecido vegetal. Até que este carbono seja devolvido para a atmosfera, ele permanece nas reservas de carbono. O carbono pode permanecer em algumas dessas reservas por longos períodos, às vezes por séculos. Um aumento nas reservas de carbono armazenado nesses depósitos representa uma remoção líquida de carbono da atmosfera. Como os materiais de base biológica provêm de plantas, o mesmo ocorre para eles." [Padrão Corporativo do Protocolo de GEE]

Os requisitos deste guia estão alinhados com os requisitos estabelecidos na norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018].

Segundo a norma ISO 14067, **as remoções biogênicas derivadas da absorção de CO₂** durante o crescimento da biomassa devem ser incluídas no cálculo de PCF. Além disso, todas as emissões biogênicas (por exemplo, emissões de metano provenientes da aplicação de esterco, etc.) e outras emissões provenientes dos processos relevantes, como o cultivo, produção e colheita de biomassa, devem ser incluídas no cálculo de PCF [ISO 14067: 2018].

As remoções de CO₂ em biomassa devem ser representadas no cálculo de PCF como -1 kg de CO₂/kg de CO₂ ao entrar no sistema de produto, enquanto as emissões biogênicas de CO₂ devem ser representadas como +1 kg de CO₂e/kg de carbono biogênico [ISO 14067: 2018]. Conforme mencionado no Capítulo 5.3.2, o PCF, que considera as emissões biogênicas e as remoções, deve ser relatada como **PCF (incluindo a remoção de CO₂ biogênico)**.

Deve-se notar que outros sistemas (especificamente o sistema da Comissão Europeia sobre a Pegada Ambiental dos Produtos (PEF 2021)) tratam as emissões e remoções biogênicas de maneira diferente. A PEF não considera nem as emissões quanto as remoções de CO₂ biogênico (abordagem 0/0) até o momento, mas as emissões de CH₄ biogênico. Além disso, a metodologia da PEF considera as emissões e as remoções de CO₂ biogênico como neutras, independentemente do seu tratamento no final de sua vida útil. Para usos de curto prazo de materiais com incineração, esta abordagem é idêntica à abordagem que considera a absorção de carbono biogênico e as emissões subsequentes da incineração. Para atender aos requisitos da PEF e do atual Protocolo de GEE, deve ser relatado o **"PCF (excluindo remoção de CO₂ biogênico)"**, que não considera as remoções biogênicas, mas todas as emissões biogênicas e fósseis. As emissões biogênicas contêm as emissões de CH₄ que são derivadas do C de base biológica e convertido em metano e transferido para CO₂e. As emissões de N₂O derivadas de materiais de base biológica também são expressas em CO₂e. Se N₂O for emitido a partir do uso de um fertilizante baseado em materiais fósseis, está ligado ao CO₂e fóssil.

O próximo guia do Protocolo GEE sobre o setor de terras anulará todas as normas existentes do Protocolo de GEE em termos de emissões biogênicas e requisitos de contabilidade. A TFS vai atualizar este Guia se a versão final for publicada.

"Dado que o escopo de PCF (incluindo as remoções biogênicas) dentro deste guia é limitado a uma consideração da berço ao portão da fábrica, o conteúdo total de carbono e o conteúdo de carbono biogênico do material também devem ser relatados ao lado de PCF (incluindo as remoções biogênicas) visando fechar o balanço de carbono biogênico em cálculos downstream, ou no fim de vida, que não fazem parte do escopo deste documento [BASF SE (BASF)]."

[ISO 14067: 2018]. A Figura 5.19 apresenta uma árvore de decisão para o relatório de conteúdo de carbono biogênico (BCC).

Por carbono biogênico entende-se o carbono que deriva da biomassa. A biomassa se refere ao material de origem biológica e inclui tanto matéria orgânica viva quanto morta, como árvores, plantações, gramíneas, serrapilheira, algas, animais, esterco e resíduos de origem biológica. Neste documento, a turfa é excluída da definição de biomassa [ISO 14067: 2018]. No contexto dos produtos, o carbono derivado da biomassa contido em um produto é chamado de conteúdo de carbono biogênico do produto [ISO 14067: 2018]. O BCC pode estar presente em produtos devido à sua presença física ou à sua atribuição no equilíbrio de biomassa. Se for usado o equilíbrio de biomassa, medidas devem ser tomadas para evitar a dupla contagem, especialmente no caso de produtos que não recebem BCC atribuído.

Se o conteúdo de carbono biogênico do produto for menor que 5% da massa do produto, a declaração de conteúdo de carbono biogênico pode ser omitida ([EN15804 + A2 2019: 46]).

Abaixo, é apresentado um exemplo de como calcular e relatar as remoções biogênica e o conteúdo de carbono para o etanol de base biológica.

- Índice de carbono no etanol (peso molecular do carbono / peso molecular total do etanol) = (24 g/mol / 46 g/mol) = 52,17% Índice de C no etanol.
- 1 kg de etanol contém 521,7 g de C.
- Como o índice de carbono biogênico equivale a 100%, o índice de C biogênico também é de 521,7 g de C/kg.
- A remoção biogênica é de 521,7 g de C/kg * 44/12 (conversão de carbono em dióxido de carbono) = 1.913 g de CO₂/kg de etanol.

Quando o etanol é incinerado, por exemplo, em um processo de fim de vida útil (EoL), essa quantidade de CO₂ será liberada como emissão'. Se o etanol for usado como precursor para um produto químico e esse produto for aplicado a longo prazo, a contribuição do etanol é negativa. O novo GHG Protocol Land Sector and Removal Guidance tem uma nova abordagem sobre como contabilizar as emissões adiadas das reservas de carbono de produtos. O Guia da TFS será adaptado se o documento mencionado for publicado.

Na tabela 5.10 é apresentado um exemplo de como relatar as emissões de etanol de base biológica.

Tabela 5.10 Cálculo e relatório dos resultados de PCF com materiais biogênicos incluídos

Exemplo de cálculo simplificado: para 1 kg de etanol	Conforme a norma ISO 14067: 2018; Padrão de contabilidade e relatório do ciclo de vida dos Produtos do Protocolo GEE	De acordo com a metodologia PAP 2021
Carbono biogênico nos produtos (kg de C biogênico/kg de etanol)	0.521	0.521
Remoções equivalentes de carbono biogênico do produto, expressas em dióxido de carbono (kg de CO₂/kg de etanol)	-1.9	0.0
Remoções globais equivalentes de carbono biogênico, expressas em dióxido de carbono (kg de CO₂/kg de etanol)	-2.334	0.0
Emissões derivadas do uso da terra e da mudança direta do uso da terra (kg de CO₂e/kg de etanol)	0.2	0.2
De qual é a mudança direta do uso da terra (kg de CO₂e/kg de etanol)	0.1	0.1
Emissões, biogênicas (kg de CO₂e/kg de etanol)	0.8 (0,4 de Metano)	0.4 (Metano)
Emissões fósseis (kg de CO₂e/kg de etanol (resultado líquido das emissões e remoções fósseis)	2.0	2.0
Emissões do berço ao portão da fábrica (kg de CO₂ por kg de etanol)	- 2.334 + 0.2 + 0.8 + 2.0 = 0.67	0.0 + 0.2 + 0.4 + 2.0 = 2.6

(1) Durante a modelagem do fim de vida útil (EoL), por exemplo, quando a biomassa é usada como fonte de energia para um processo, o carbono biogênico no produto deve ser liberado da mesma forma que o carbono fóssil, em função da tecnologia de fim de vida útil específica (por exemplo, considerando a conversão em todos os gases relevantes com base em carbono (CO₂, CO, CH₄)). Deve ser comprovado que o equilíbrio de carbono seja fechado (as remoções equivalem às emissões).

- Emissões de metano biogênico e remoções de CO₂ correspondentes:
0,4 kg de CO₂e / kg de etanol
- 0,4 / Metano de fator PAG (30 kg / kg de metano = 0,013 kg de metano / kg de etanol
- 0,013 kg de metano = (0,013/16) * 44 = 0,04 kg de CO₂ absorvido
- Absorção adicional por emissão biogênico de CO₂
0,4 kg de CO₂e / kg de etanol
- Absorção total de CO₂:
-1,9 kg de CO₂ - 0,04 kg de CO₂ - 0,4 kg de CO₂
= -2,34 kg de CO₂

Segundo a norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], o carbono biogênico nos produtos, as emissões e remoções de GEE fósseis e biogênicos devem ser relatadas. As emissões e remoções de GEE derivadas do uso da terra também devem ser relatadas.

Em alguns casos, por exemplo, quando é aplicada a alocação, os fluxos de carbono podem não representar a realidade física em termos de índice de C. Para evitar cálculos enganosos ou incorretos, deve-se aplicar uma correção de carbono no final dos cálculos da PCF. Deve-se garantir que o índice de carbono biogênico no produto seja igual à soma da remoção biogênica de CO₂ e das emissões biogênicas de CO₂ e metano. Se não for este o caso (por exemplo, devido à alocação em algum ponto da cadeia de valor), então, o valor da remoção de CO₂ biogênico deve ser ajustado.

Deste modo, as informações mostradas na Tabela 5.10 devem ser relatadas e transferidas para o destinatário separadamente (veja também o capítulo 5.3). Ademais, devem ser adicionadas informações sobre o índice de carbono:

- Índice de carbono biogênico: 0,5217 kg de C / kg de etanol.
- Índice total de carbono: 0,5217 kg de C / kg de etanol (= índice de carbono biogênico de 0,5217 kg de C / kg de produto + índice de carbono fóssil de 0 kg de C / kg de produto).

Para o cálculo da matéria-prima na seção 5.2.8.2, as cifras totais segundo a norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018] devem ser usadas. Os resultados para o cálculo de produto incluem as remoções biogênicas na entrada. As remoções de carbono biogênico devem ser relatadas, em adição. Isto permitirá o cálculo de um PCF correta em função do tratamento de fim de vida útil do usuário final do produto.

Ao considerar as remoções biogênicas de carbono em produtos por um determinado período, deve-se avaliar o impacto do momento das emissões e remoções de GEE. [ISO 14067: 2018]

Segundo a norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], as emissões e remoções de GEE derivadas da etapa de uso e/ou de fim de vida útil sejam produzidas ao longo de mais de 10 anos (se não especificado de outra forma na PRC relevante), após o produto ser colocado em uso, a taxa de emissões e remoções de GEE em relação ao ano de produção do produto deve ser especificada no inventário do ciclo de vida. O impacto do ritmo das emissões e remoções de GEE do sistema de produto (expresso em CO₂e), se calculado, deve ser documentado separadamente no inventário [ISO 14067: 2018].

O índice de carbono biogênico da embalagem (se considerado no PCF) deve ser excluído ou relatado separadamente para um cálculo preciso do impacto do fim da vida útil.

A biomassa usada para a produção química deve ser de alta qualidade e deve ser produzida considerando aspectos de alto nível de sustentabilidade. Os seguintes requisitos devem ser aplicados para o uso da cadeia de custódia de massa na determinação de PCF:

- A biomassa usada deve seguir um padrão de certificação transparente e a conformidade com a certificação deve ser apurada por uma parte independente e qualificada.
 - O sistema de certificação deve estabelecer regras claras sobre a cadeia de custódia, requisitos de rastreabilidade, limites definidos, diretrizes para campanhas de marketing, incluir medidas de segurança contra contagem dupla em qualquer sentido e identificar o tipo de matéria-prima sustentável ao longo da cadeia de fornecimento.
 - Alguns exemplos de sistemas de certificação aceitáveis são: ISCC PLUS, REDcert2, UL ECVF 2809, RSB Advanced Materials, FSC, RSPO ou equivalente.

- A ACV do processo de produção em que ocorre a atribuição do equilíbrio de massa pode ser revisada por uma parte independente e declarada em conformidade com a norma ISO 14044 [ISO 14044: 2006] ou ISO 14067 [ISO 14067: 2018]. O estudo deve documentar como o fluxo de material e as atribuições foram calculados.

Por exemplo, os critérios de sustentabilidade da UE são ampliados para cobrir a biomassa usada para aquecimento, refrigeração e geração de eletricidade na Diretiva [UE] 2018/2001 revisada. Os países da UE tiveram que transpor as novas normas até 30 de junho de 2021, e os esquemas voluntários precisam ajustar as abordagens de certificação para atender aos novos requisitos.

Para que um regime seja reconhecido pela Comissão Europeia, este deve preencher critérios, tais como:

- os produtores de matérias-primas cumprem os critérios de sustentabilidade da Diretiva Revisada de Energia Renovável e sua legislação implementadora;
- as informações sobre as características de sustentabilidade podem ser rastreadas até a origem da matéria-prima;
- todas as informações estão devidamente documentadas;
- as empresas são auditadas antes de começarem a participar do regime e auditorias retroativas ocorrem regularmente;
- os auditores possuem habilidades necessárias, genéricas e específicas, de auditoria, em relação aos critérios do regime;
- a decisão de reconhecer um regime voluntário geralmente tem um período de validade legal de 5 anos.

Se for usada uma matéria-prima mista contendo menos de 100% de materiais biogênicos, o conteúdo biogênico deve ser calculado em função da participação de materiais de base biológica e relatado apropriadamente. A outra parte de materiais está ligada ao carbono fóssil.

Se um cálculo compatível com a metodologia PEF for solicitado, as cifras da PEF devem ser usadas.

Tabela 5.11 dLUC and iLUC [ISO 14067: 2018]

Alteração direta da utilização do solo (dLUC)	Alteração direta da utilização do solo (iLUC); opcional
<p>Alteração no uso humano do solo dentro dos limites relevantes, o que conduz a uma modificação nas reservas de carbono do solo e da biomassa.</p> <p>Por exemplo, a mata primária é transformada em terrenos agrícolas ou pastos.</p> <p>As emissões de GEE e as remoções associadas a estas alterações do uso de referência do solo para o uso do solo em avaliação têm de ser abordadas e devem ser incluídas no cálculo de PCF.</p>	<p>Alteração no uso do solo, que é consequência da alteração direta do uso do solo, mas que acontece fora do limite relevante.</p> <p>Por exemplo, alteração no uso de terrenos agrícolas para a produção de alimentos ao uso de terrenos agrícolas para a produção de matérias-primas químicas de base biológica, deslocando, assim, a produção de alimentos fora dos limites.</p>

5.2.10.2 Emissões pela alteração do uso do solo

A alteração de uso de terra (LUC, na sigla em inglês) refere-se a uma mudança de uso do solo (pode ser um habitat natural, como uma mata primária, ou também um terreno agrícola) para outro uso do solo (na maioria das vezes, para o "uso ou gestão humana da terra"). Como resultado da alteração do uso do solo, ocorrem emissões e remoções de GEE, devido a mudanças nas reservas de carbono do solo e da biomassa, acima e abaixo do solo, que não são resultado de mudanças na gestão do terreno [ISO 14067: 2018]. Mudanças na gestão do terreno dentro da mesma categoria de uso do solo não são consideradas alteração de uso do solo (por exemplo, terreno agrícola para terreno agrícola). A alteração do uso da terra pode ser classificada como alteração do uso do solo direto ou indireto (Tabela 5.11):

De acordo com a norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], as emissões e remoções de GEE produzidas devido ao dLUC devem ser incluídas no cálculo de PCF e devem ser declaradas separadamente na documentação [ISO 14067: 2018]. As emissões e remoções de GEE como resultado do iLUC podem ser consideradas para sua inclusão e — se calculadas — devem ser documentadas separadamente [ISO 14067: 2018].

As **emissões e remoções de GEE** produzidas devido ao dLUC nas **últimas décadas** (frequentemente se utiliza o período de 20 anos do nível 1 do IPCC) devem ser avaliadas de acordo com métodos internacionalmente reconhecidos, como **as Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa** [IPCC- Diretrizes para Inventários de GEE].

Se for usada uma abordagem específica (por exemplo, com base em dados de local, regional ou nacional), os dados devem ser baseados em um estudo verificado, um estudo revisado por pares ou **evidências científicas** similares e devem ser documentados no relatório de estudo de PCF [ISO 14067: 2018].

Se um produto é 100% de origem fóssil, incluindo todos os precursores relevantes, essa categoria é de baixa relevância e pode ser desconsiderada na avaliação e deve ser relatada como "não aplicável".

5.2.10.3 Emissões evitadas e compensações

Definição de emissões evitadas

Nesta norma, as emissões evitadas são quantificadas como reduções de emissões causadas indiretamente pelo produto ou processo estudado ou por respostas do mercado ao produto ou processo estudado que acontecem no ciclo de vida do produto estudado. As emissões evitadas não devem ser subtraídas dos resultados totais do inventário de PCF.

Para mais informações sobre as emissões evitadas, consulte o Guia do WRI sobre emissões evitadas [Estimating and Reporting the Comparative Emissions Impacts of Products], [Padrão de Contabilidade e Relatório do Ciclo de Vida dos Produtos do Protocolo de GEE], [ICCA - Addressing the Avoided Emission Challenge [2017]] ou [WBCSD - SOS 1.5], previsto para ser lançado no final de 2022.

Definição de compensações de emissões

"As compensações das emissões são créditos de emissão (na forma de negociação de emissões ou financiamento de projetos de redução de emissões) que uma empresa compra para compensar o impacto das emissões do produto estudado. Empresas normalmente usam as compensações por uma destas duas razões: para atingir uma meta de redução que eles não conseguem alcançar somente com reduções, ou para declarar um produto como neutro em carbono" [Padrão de Contabilidade e Relatório do Ciclo de vida dos Produtos do Protocolo de GEE].

As compensações das emissões não devem ser subtraídas do resultado total do inventário de PCF. No entanto, se uma empresa deseja adquirir compensações para seu inventário de produtos, deve fornecer informações sobre as compensações separadamente do resultado de PCF. Para que essas compensações sejam fornecidas separadamente como informação adicional, a empresa deve: adquirir compensações para as quais os benefícios de emissão de GEE são quantificados seguindo metodologias de contabilidade de projetos de mitigação de GEE aceitas internacionalmente (por exemplo, o Protocolo para a Contabilidade de Projetos de Redução do Protocolo de GEE); contabilizar unicamente as compensações de nível de produto para evitar a dupla contagem das compensações de nível corporativo [Padrão de Contabilidade e Relatório do Ciclo de Vida dos Produtos do Protocolo de GEE].

Definição de remoção de emissões

O sequestro ou absorção de emissões de GEE da atmosfera costuma acontecer quando o CO₂ é absorvido por materiais biogênicos durante a fotossíntese.

Tabela 5.12 Exemplos de emissões evitadas por compensação

Caso de exemplo	Regra de cálculo de PCF aplicável	Informação adicional voluntária para a compensação de emissão
A empresa adquire créditos de emissão de um projeto de reflorestamento para compensar 50% de PCF calculado.	O PCF se mantém a mesmo que a calculado.	A compensação de 50% das emissões pode ser fornecida separadamente dos resultados do inventário.
A empresa adquire créditos de emissão de uma instalação de captura e armazenamento de carbono de outra empresa para compensar 30% do PCF calculado.	O PCF permanece o mesmo que o calculado. A redução de GEE por CCS não pode ser considerada como redução de emissão no PCF, já que o CCS não faz parte do sistema do produto.	A compensação de 30% das emissões pode ser fornecida separadamente dos resultados do inventário.

Já que existem desenvolvimentos em direção a novas normas ISO, alguns aspectos podem ser abordados de forma diferente. No nível da ISO, há uma nova norma em desenvolvimento, a ISO 14068 "Neutralidade Climática". Também foi iniciada uma abordagem de "Net Zero" da ISO com as Diretrizes orientadoras para "Net Zero" (IWAR 42). Estas atividades podem iniciar novos aspectos de cálculo e implementação de PCF em cálculos específicos. Este Guia será atualizado em conformidade quando forem publicadas estas normas e novos requisitos precisarem ser abordados.

5.2.10.4 Captura de carbono seguida de armazenamento e utilização

A "Captura de Carbono" refere-se aos processos onde o CO₂ é separado de fontes industriais e relacionadas à energia ou capturado tecnicamente da atmosfera. Este Guia se refere unicamente à captura de CO₂ na fonte de emissões. As tecnologias de captura direta de ar estão fora do escopo deste subcapítulo. Para outras tecnologias de captura de outras fontes de carbono (por exemplo, CH₄), são necessárias mais definições.

O CCS (Captura e Armazenamento de Carbono, ou, mais precisamente, captura e armazenamento de CO₂) refere-se à separação do CO₂ e à sua injeção em uma formação geológica, resultando em um isolamento a longo prazo da atmosfera.

"Longo prazo" significa o período mínimo necessário para ser considerado uma opção de mitigação das mudanças climáticas efetiva e segura para o meio ambiente [ISO 27917:2017], [ISO Guide 84:2020].

Tabela 5.13 Exemplos de CCS

Caso de exemplo (Veja a figura 5.20)	Regra de cálculo de PCF aplicável	Informação adicional voluntária para a compensação de emissão
A empresa instala uma unidade de captura de carbono e garante o armazenamento permanente e completo de 0,6 toneladas de CO ₂ (CAC).	A captura de 0,6 toneladas de CO ₂ deve ser considerada. O resultado líquido de PCF deve incluir as emissões armazenadas de 0,6 toneladas, assim como as emissões liberadas pela captura, o transporte e o armazenamento (Veja a figura 5.20).	Os valores absolutos das emissões liberadas e emissões armazenadas podem ser relatados individualmente.

O CCU (captura e utilização de CO₂) refere-se aos processos técnicos onde o CO₂ separado é transformado em produtos valiosos. Em contraste com a CCS, o armazenamento de CO₂ em CCU é apenas temporário. As emissões podem ser atrasadas e, assim, não contribuem para as mudanças climáticas durante o período de armazenamento [Müller, Kätelhön et al (2020)].

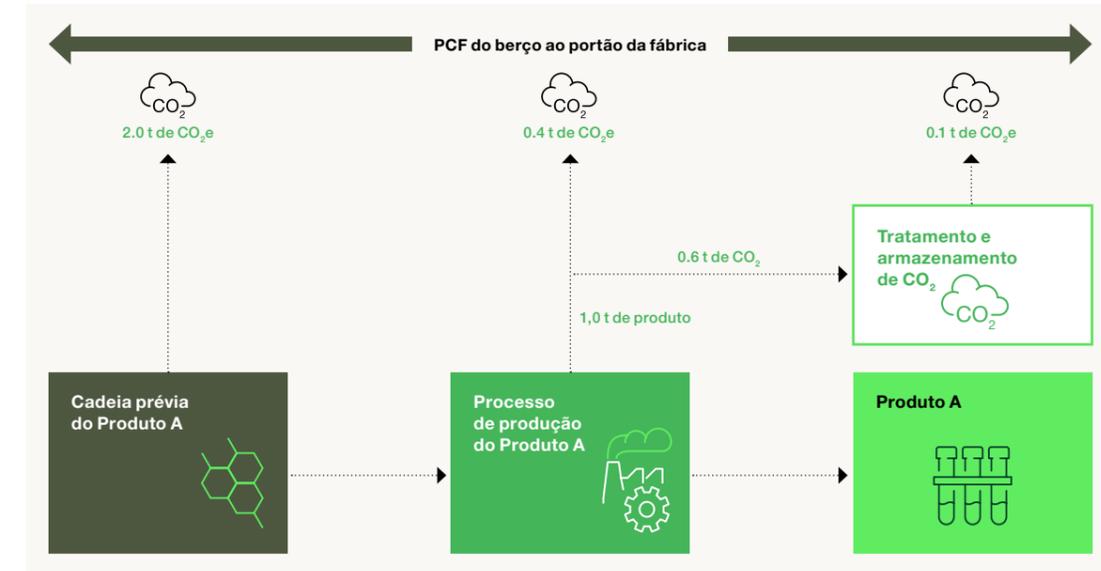
A CC se refere apenas às fontes de emissão industriais, enquanto processos biológicos, onde o CO₂ também é armazenado (ou sequestrado), como uma plantação de árvores, não estão cobertos pela terminologia.

Captura e armazenamento de carbono

A CCS pode ser incluída no cálculo de PCF se um armazenamento permanente e completo em instalações de armazenamento for garantido. As tecnologias de armazenamento permanente são caracterizadas por um risco muito baixo de reversão física do processo de armazenamento. O Fórum Econômico Mundial oferece uma visão geral abrangente das tecnologias de armazenamento. O resultado líquido das emissões de GEE, das emissões de GEE armazenadas e da tecnologia de armazenamento implementada deve ser documentado. Os montantes individuais de GEE emitidos (por exemplo, através da captura, transporte e armazenamento) e de GEE armazenados podem ser relatados separadamente [BASF SE (2021)].

A CCS só pode ser incluída no PCF se a tecnologia da CCS estiver ativa sempre que o produto estiver sendo produzido.

Figura 5.20 Exemplo de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS) supondo um armazenamento de 0,6 t de CO₂ por tonelada do produto A



PCF (Produto A) = 2,0 t de CO₂e / t + 0,4 t de CO₂e / t + 0,1 t de CO₂e / t = 2,5 t de CO₂e / t

Sem a Captura e Armazenamento de Carbono, a emissão do "Processo de Produção do Produto A" seria de 1 t de CO₂e, o que resultaria em uma emissão total de 3,0 t de CO₂e. Com o CCS, a emissão do "Processo de Produção do Produto A" é reduzida a 0,4 t. Para tratamento e armazenamento, 0,1 t de CO₂e são emitidos; portanto, a emissão líquida total de CO₂e é de 2,5 t de CO₂e (2,0 t + 0,4 t + 0,1 t).

- PCF líquido incluindo CCS (Produto A) a ser reportado: 2,5 t CO₂e.
- Informação adicional voluntária sobre a CAC: 0,6 t de CO₂ (capturado e armazenado).
- Informação adicional voluntária sobre as emissões de GEE liberadas: 0,4 t (processo) e 0,1 t (tratamento).

Captura e utilização do carbono

As normas para os ACVs dos produtos ainda não estão harmonizadas e não abordam plenamente o efeito indutor de PCFs para tecnologias importantes com potencial para descarbonizar a indústria química, como a captura e utilização de carbono e a reciclagem química. Portanto, as seguintes metodologias são uma proposta da indústria química para direcionar essas tecnologias, mas ainda não estão harmonizadas com todas as normas, incluindo o Protocolo de GEE.

O CO₂ capturado é um produto da transformação humana; por consequência, o CO₂ é um fluxo técnico e uma matéria-prima química para a utilização de CO₂. Quando o CO₂ é capturado e utilizado, a hierarquia de alocação ISO- e TFS deve ser usada, o que significa que, se a situação de produção múltipla não puder ser evitada por subdivisão, uma ampliação de sistema ou alocação deve ser aplicada seguindo o método indicado nas regras de categoria de produtos (PRC) publicadas e aceitas ou projetos de Associações Industriais, se disponíveis, para os sistemas de produtos correspondentes (veja o capítulo 5.2.9). Ambas as abordagens não seriam favoráveis para uma tecnologia tão nova, como mostrada e explicada no capítulo seguinte. Assim, a TFS decidiu estabelecer uma abordagem alternativa a ser discutida e considerada.

As fontes de CO₂ podem ser tanto a captura direta do ar (DAC) quanto fontes pontuais (processos industriais, como a produção de amônia). Para ambas as fontes, a transição tecnológica de captura e uso de CO₂ para produtos químicos é impulsionada pelos usuários de CO₂; para fontes pontuais, também é impulsionada pela fonte de CO₂. A decisão sobre as fontes de CO₂ e os usuários de CO₂ só pode ser orientada mediante uma metodologia de avaliação que reflita a relação entre o produto principal e o CO₂.

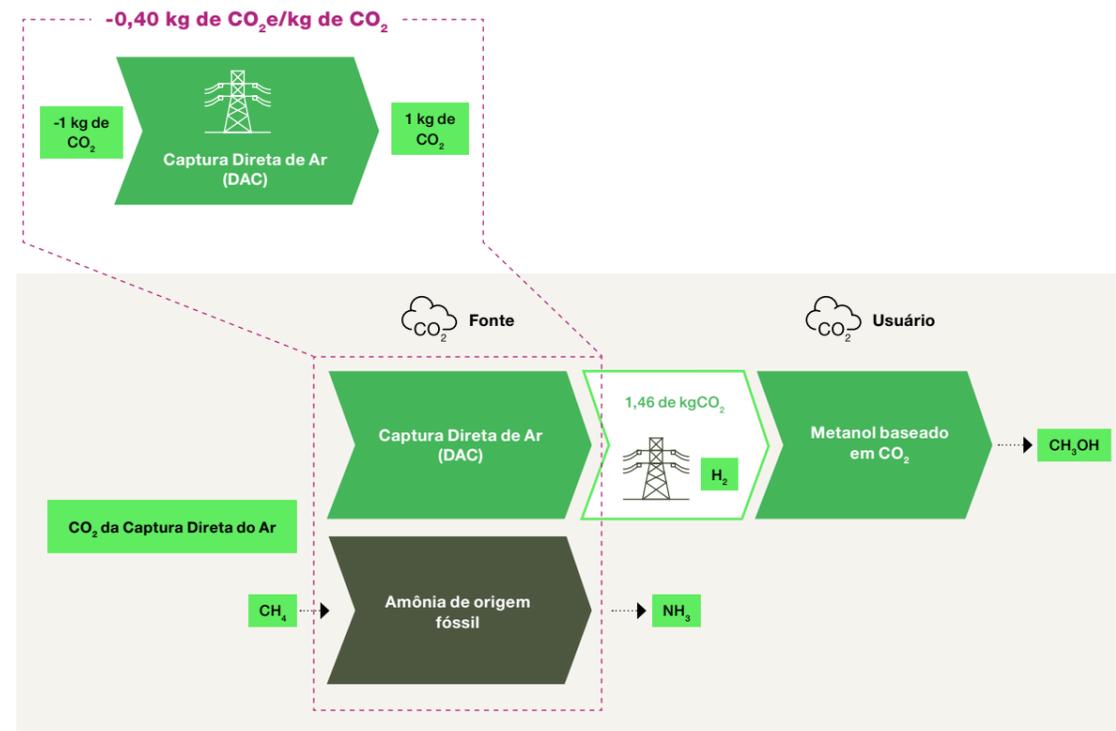
A partir dos dados exemplares apresentados na tabela 5.14, os impactos de diferentes metodologias de avaliação foram calculados para uma fábrica de amônia (como fonte pontual) e uma produção de metanol (usuária de CO₂), assim como uma fonte de CO₂ de referência proveniente da captura direta do ar (DAC).

A Figura 5.21 contempla os resultados deste cálculo "do berço ao portão da fábrica" para o metanol baseado em CO₂ com duas fontes diferentes de CO₂: Captura Direta do Ar (DAC) e uma fonte pontual industrial, uma fábrica de amônia. No exemplo de cálculo para a DAC (veja a Figura 5.21 e a Tabela 5.14), 1 kg de CO₂ é capturado através da DAC. O PCF total relacionada à captura de CO₂ e a DAC corresponde, neste exemplo, a 0,60 kg de CO₂e/kg de CO₂. Incluindo a remoção de 1 kg de CO₂, o PCF total para o CO₂ capturado é de -0,40 kg de CO₂e por kg de CO₂. O cálculo considera por kg de CO₂ capturado: 2,52 MJ de eletricidade, 11,9 MJ de calor fornecido via bomba de calor, o que corresponde a uma demanda de eletricidade de 4,74 MJ (COP suposto da bomba de calor de 2,51), e 0,02 kg de CO₂e para contabilizar

perdas de adsorvente. No exemplo anterior, um fator de emissão de CO₂e para eletricidade de 0,08 kg de CO₂e/MJ foi utilizado.

No cenário 1) "Sem sistema de produção múltipla", o processo de produção de metanol usa 1,46 kg de CO₂ da DAC para produzir 1 kg CH₃OH. Como apresentado na Figura 5.21, levando em conta todas as emissões decorrentes da produção do metanol e da matéria-prima H₂, a PCF total do metanol baseado em CO₂ proveniente da DAC corresponde a 2,57 kg de CO₂e por kg CH₃OH. Quando a DAC é usada e, portanto, não há captura na fábrica de amônia, a produção de amônia leva a uma PCF de 1,98 kg de CO₂e por kg de NH₃ (Tabela 5.15).

Figura 5.21 Cenário DAC - O CO₂ é capturado via DAC e transformado em metanol. Não há captura de CO₂ na fábrica de amônia (Tabela 5.15 coluna 1)



1 kg de NH₃ + 1 kg de CH₃OH = 4,55 kg de CO₂e

Tabela 5.14 Resultados de PCF usando a abordagem "Sem saída múltipla"

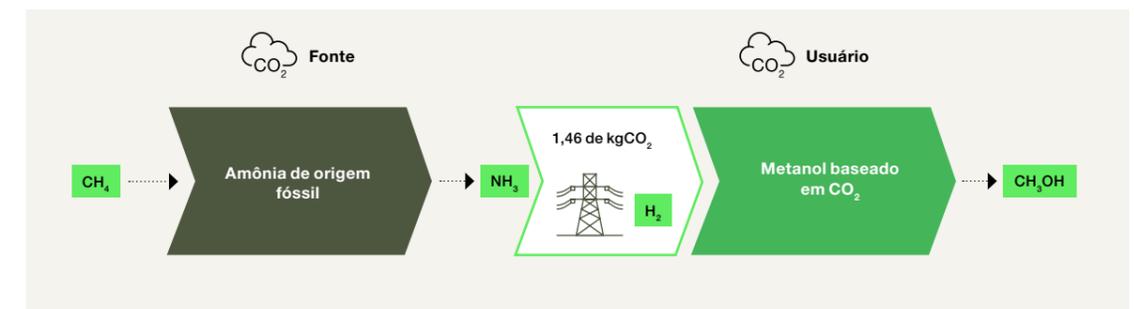
Unidade: kg de CO ₂ eq	PCF da amônia como fonte de CO ₂ (1kg de NH ₃)	PCF do metanol como usuário de CO ₂ (1kg de CH ₃ OH)	Expansão do sistema (1kg de NH ₃ + 1kg de CH ₃ OH)
CO ₂ da DAC	1.98 (sem captura)	2.57	4.55

No caso da captura do CO₂ em uma fonte pontual, a abordagem de avaliação influencia os PCFs da amônia e do metanol. No exemplo de cálculo a seguir, as duas abordagens "expansão do sistema com substituição subsequente de uma fábrica de amônia" e "alocação econômica" foram aplicadas para mostrar o impacto das diferentes abordagens nos PCFs dos dois produtos e, assim, o efeito de direção.

No cenário 2) "Expansão do sistema: produção de amônia evitada sem captura", um crédito pelo não funcionamento de uma fábrica de amônia sem captura é usado para determinar o PCF do CO₂ capturado

a partir de uma planta de produção de amônia. Por esta abordagem, os 1,46 kg de CO₂ (necessário para produção de 1 kg de metanol) saíria da fábrica de amônia com um PCF de -0,97 kg de CO₂ por kg de CO₂ capturado (-CO₂ evitado + Emissões da captura = -1 kg de CO₂ eq por kg + 0,03 kg de CO₂ por kg de CO₂). O PCF incentiva o uso de CO₂ (PCF do metanol proveniente da CUC correspondente a 1,73 kg de CO₂e/kg levando em consideração o PCF negativo para o CO₂); mas não incentiva o produtor do CO₂, o processo fóssil da produção de amônia. A produção de amônia com captura resultaria em uma PCF de 1,98 kg de CO₂e/kg NH₃ como no primeiro cenário sem captura.

Figura 5.22 CCU de fontes pontuais - efeitos de dois esquemas de alocação diferentes nos PCFs da Amônia e do Metanol (Tabela 5.15, colunas 2 e 3)

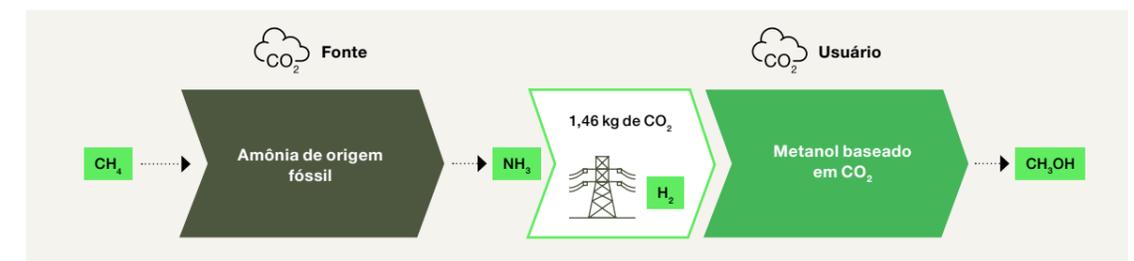


1 kg de NH₃ + 1 kg de CH₃OH = 3,71 kg de CO₂e

Para evitar este bloqueio fóssil e compartilhar incentivos entre ambos os processos (fonte de CO₂ e usuário de CO₂), a TFS favorece a aplicação da expansão do sistema com substituição da captura direta do ar (Tabela 5.15, coluna 4). Como apresentado no exemplo a seguir, o produtor de amônia pode reduzir o PCF da NH₃ para 1,14 kg de CO₂e/kg NH₃. O PCF do metanol seria de 2,57 kg de CO₂e/kg CH₃OH, o que é comparável ao cenário DAC e se situa no intervalo médio entre a expansão do sistema com a substituição

da planta de produção de amônia (1,73 kg de CO₂e/kg de CH₃OH) e a alocação econômica (3,25 kg de CO₂e/kg CH₃OH). A emissão total do sistema é conservada em 3,71 kg de CO₂e/(kg CH₃OH + kg de NH₃) como nas outras abordagens. Há uma divisão de incentivos entre os dois produtos. A abordagem e a lógica da expansão do sistema com substituição da captura direta do ar são explicados no próximo capítulo.

Figura 5.23 CCU de fontes pontuais - metodologia proposta de alocação: Expansão do sistema com captura direta do ar evitada (Tabela 5.14, colunas 2 e 3)



1 kg de NH₃ + 1 kg de CH₃OH = 3,71 kg de CO₂e

A captura de CO₂ a partir de fontes pontuais é, em geral, menos intensiva em emissões do que a captura direta do ar, devido às suas altas concentrações de CO₂. A abordagem de avaliação para este tópico específico deve direcionar a demanda de CO₂ para o fornecimento de CO₂ com emissões mínimas (a partir de fontes pontuais). Portanto, o uso de CO₂ proveniente de fontes pontuais deve se beneficiar ao evitar a captura direta do ar, aplicando uma expansão do sistema com a substituição upstream da fonte alternativa de CO₂ DAC. Consequentemente, a separação do CO₂ das fontes pontuais de CO₂ e o uso posterior na produção de químicos também deve ser beneficiado, pois, caso contrário, o CO₂ será emitido ou transferido para o armazenamento. A fonte pontual de CO₂ (por exemplo, uma fábrica de amônia) e o usuário de CO₂ aplicariam a seguinte lógica de cálculo:

O usuário de CO₂ (aqui: planta de produção de metanol) aplica o PCF de CO₂ proveniente da utilização do melhor processo de captura direta do ar operado na região da fonte pontual (neste exemplo: PCF CO₂ = -0,40 kg de CO₂ e/kg de CO₂ para a fonte DAC). Na Tabela 5.14, coluna 4, este crédito é recalculado com a quantidade de CO₂ usada (1,46 kg de CO₂)

e, portanto, corresponde a -0,58 kg de CO₂ e para a produção de metanol. A fonte de CO₂ (aqui: planta de produção de amônia) recebe o crédito de ser uma captura de CO₂ mais eficiente do que o processo de captura direta do ar. O PCF para a amônia seria reduzida pelo crédito de CO₂ derivado da fonte pontual (em comparação com a DAC), ou seja, aqui:

PCF da amônia com captura/DAC evitada =
Soma de emissões da fábrica de amônia - (PCF DAC evitada * CO₂ - Produto da fábrica de amônia).

No exemplo, isto equivale a:

Total por 1 kg de NH₃ + 1,46 kg de CO₂: Emissões da Amônia: 1,58 kg de CO₂ - 1,46 kg de CO₂ = 0,12 kg de CO₂.
PCF da Amônia = (0,36 + 0,08 + 0,12) - (-0,58 kg de CO₂e)
= 1,14 kg de CO₂e por kg NH₃

Total por 1 kg de CH₃OH: PCF do Metanol = (2,94 + 0,09 + 0,12) + (-0,58 kg de CO₂e)
= 2,57 kg de CO₂e por kg de CH₃OH

O cálculo de PCF para processos de CCU deve ser feito de acordo com o Guia da TFS, usando a expansão do sistema com a DAC evitada. Para o cálculo de PCF do CO₂ capturado, deve ser considerada a seguinte demanda energética: 2,52 MJ de eletricidade por kg de CO₂ capturado e 4,74 MJ de eletricidade utilizados para fornecer calor a baixa temperatura (>100°C) através de uma bomba de calor [Deutz 2021]. Além disso, 0,02 kg de CO₂e por kg de CO₂ capturado deve ser considerado para contabilizar as perdas de adsorvente durante a captura do ar. Observe que, nos exemplos anteriores, foi utilizado um fator de emissão de CO₂e para eletricidade de 80 g de CO₂e por MJ de eletricidade. Este fator deve ser ajustado para refletir a combinação de consumo de eletricidade do país onde o produtor de CO₂ se encontra. Deve ser usada a seguinte fórmula: PCF de 1 kg de CO₂ capturado = 0,02 kg de CO₂e + (2,52 MJ + 4,74 MJ) * fator de emissão específico de eletricidade - 1 kg de CO₂.

Deve-se observar que, em bancos de dados de ACV, os inventários dos sistemas de produção múltipla são frequentemente modelados de maneira diferente seguindo princípios divergentes de alocação (por exemplo, alocação física versus alocação econômica) ou expansão do sistema seguida de substituição. Portanto, ao selecionar conjuntos de dados secundários, é necessário assegurar que eles estejam de acordo com os princípios de alocação definidos neste Guia. Se estes dados não estiverem disponíveis, devem ser desenvolvidos com os provedores do banco de dados, se possível, para alcançar a harmonização. Do contrário, o resultado do cálculo da PCF também dependerá de se foi usado um conjunto de dados específico de fornecedor de uma empresa do setor químico que segue os princípios deste Guia ou um conjunto de dados secundários. A abordagem de modelagem para sistemas com CCU (expansão dos sistemas com captura direta do ar evitada) sugerida no Guia ainda não está refletida nos bancos de dados de ACV existentes, o que causa a criação de resultados diferentes. Um relatório significativo que apresente a abordagem de cálculo também deve estar ligado às cifras para permitir a comparação entre as diferentes PCFs de produtos com CCU.

5.2.10.5 Cálculo de PCF dos produtos com equilíbrio de massa

O equilíbrio de massa é uma cadeia de custódia utilizada em várias indústrias em que não é prático manter uma separação física de materiais sustentáveis e convencionais durante o processamento. O equilíbrio de massa facilita a transição para uma economia sustentável e circular, ao possibilitar o coprocessamento eficiente de materiais alternativos em ativos existentes de grande escala e cadeias de fornecimento complexas. Os materiais alternativos podem ser, por exemplo, matérias-primas de base biológica, mas também outros insumos, como as matérias-primas recicladas quimicamente, de resíduos ou materiais baseados em CO₂. O equilíbrio de massa é especialmente importante para muitas empresas da indústria química que estão em transição para o uso de resíduos plásticos e materiais de base biológica, como matérias-primas para reduzir o uso de materiais virgens de origem fóssil e ajudar a solucionar o dilema mundial dos resíduos plásticos com a reciclagem molecular. O equilíbrio de massa requer um vínculo físico entre os materiais de entrada e saída e, portanto, é diferente de outras abordagens mais indiretas de cadeia de custódia, como "Book and Claim".

O equilíbrio de massa garante que a quantidade de material de saída seja equilibrada com (não supere) a entrada de material e esteja adequadamente ajustada para rendimentos e fatores de conversão.

O coprocessamento de matérias-primas alternativas e convencionais na produção resulta em materiais de origem mista, que não se distinguem em termos de composição ou propriedades técnicas. O equilíbrio de massa permite atribuir o conteúdo alternativo a produtos individuais para criar valor a partir do uso de insumos alternativos. Ativos integrados de grande porte não podem ser imediatamente transformados, e o equilíbrio de massa fornece uma ponte crítica.

A abordagem matemática para calcular o PCF dos processos em que ocorre atribuição de equilíbrio de massa está fora do alcance deste Guia, pois é diferente para os distintos tipos de processos químicos. É necessário um guia industrial, uma regra de categoria de produto ou um padrão internacional para a implementação do equilíbrio de massa na ACV. Não é possível estabelecer uma abordagem padrão neste Guia da TFS para este tema complexo e emergente. É necessário desenvolver normas adicionais sobre a inclusão da cadeia de custódia na ACV.

Os seguintes requisitos se aplicam ao uso da cadeia de custódia para o equilíbrio de massa na determinação de PCF

- O equilíbrio de massa deve seguir um padrão de certificação transparente e a sua conformidade deve ser verificada por uma terceira parte independente e qualificada.
 - O sistema de certificação deve estabelecer regras claras sobre a cadeia de custódia, requisitos de rastreabilidade, limites definidos, diretrizes para as campanhas de marketing, incluir medidas de proteção contra a dupla contagem, e identificar o tipo de matéria-prima sustentável ao longo da cadeia de fornecimento.
- A ACV do processo de produção em que ocorre a atribuição do equilíbrio de massa deve estar de acordo com a norma ISO 14044 [ISO 14044: 2006]. O estudo deve documentar como foram calculados os fluxos de materiais e atribuições.

No caso das matérias-primas atribuídas bio ou biocirculares, a captação biogênica pode ser considerada, mas a dupla contagem deve ser evitada (por exemplo, a captação biogênica deve ser alocada de forma estequiométrica para o material de base biológica e os possíveis fluxos de resíduos biológicos). Portanto, é necessário prestar muita atenção ao alocar o carbono biogênico ou atribuído à biomassa. Para refletir também os produtos com equilíbrio de massa, o termo "conteúdo de carbono biogênico" deve ser ampliado para conteúdo de carbono biogênico/carbono biogênico atribuído (de acordo com a abordagem do equilíbrio de massa).

Como um exemplo publicado, Jeswani [Jeswani et al [2019]] explicou uma metodologia para integrar a abordagem de equilíbrio de massa na ACV para aplicações de biomassa no setor químico usando pirólise seguida de craqueamento a vapor. O conceito se adequa aos requisitos da norma ISO 14044 [ISO 14044: 2006] e pode ser implementado às aplicações de equilíbrio de massa usando matérias-primas de base biológica (equilíbrio de biomassa) ou matérias-primas recicladas (equilíbrio de massa circular). O número de matérias-primas sustentáveis necessárias para substituir os insumos fósseis é calculado através da análise do fluxo de material. O inventário de ciclo de vida dos produtos com conteúdo sustentável atribuído (mediante equilíbrio de massa) é determinado em função dos índices de conversão relativos às diferentes matérias-primas e dos valores químicos dos produtos resultantes.

5.2.11 Qualidade e compartilhamento de dados primários

5.2.11.1 Proporção de dados primários

Para tornar visível a proporção dos dados primários nos cálculos de PCF, é necessário determinar (e compartilhar) a proporção de dados primários (PDS) em cada conjunto de dados [Pathfinder Framework (PACT desenvolvido por WBCSD)]. Isto pode ser feito calculando a proporção (%) do impacto total de GEE (CO₂ eq) que é obtido a partir do uso de dados primários no limite do sistema do berço ao portão da fábrica (veja a Fórmula 2). Consulte o glossário para definições de dados primários e secundários.

Tabela 5.15 Resumo das hipóteses de cálculo

		1) Sem sistema de produção múltipla	2) Expansão do sistema: produção de amônia evitada sem captura	3) Alocação baseada no valor econômico	4) Fonte pontual da planta de produção de amônia (DAC evitada)
		em kg de CO ₂ e			
Captura Direta do Ar	CO ₂ capturado (em kg de CO ₂)	1.00	-	-	-
	Contribuição de eletricidade direta	0.20	-	-	-
	Contribuição de eletricidade para aquecimento	0.38	-	-	-
	Contribuição para as perdas de amina	0.02			
	Por kg de CO₂	-0.40¹	-	-	-
Produção de amônia	CO ₂ capturado (em kg de CO ₂)	0	1.46	1.46	1.46
	PCF do CO ₂ capturado (por kg de CO ₂)		-0.97	0.07	-0.40
	Contribuição do CO ₂ capturado (por 1,46 kg de CO ₂)	-	-	-	-0.58
	Contribuição na produção de matéria-prima	0.36	0.36	0.29 ²	0.36
	Contribuição do consumo de eletricidade	0.04	0.04	0.07 ²	0.08
	Contribuição de emissões diretas	1.58	1.58	0.10 ²	0.12
	Saídas	1 kg de NH ₃		1kg de NH ₃ + 1,46kg de CO ₂	
	Por saídas	1.98	1.98	0.46²	1.14
Produção de metanol baseado em CO₂	Entrada de CO ₂	1.46	1.46	1.46	1.46
	PCF do CO ₂ capturado (kg de CO ₂ eq / (kg de CO ₂))	-0.40	-0.97	0.07 ²	-0.40
	Contribuição na produção de matéria-prima - CO ₂	-0.58	-1.42	0.1 ²	-0.58
	Contribuição na produção de matéria-prima - H ₂	2.94	2.94	2.94	2.94
	Contribuição de emissões diretas	0.09	0.09	0.09	0.09
	Contribuição no consumo de energia	0.12	0.12	0.12	0.12
	Saídas	1 kg de CH ₃ OH		1 kg de CH ₃ OH	
	Por saída	2.57	1.73	3.25	2.57
	Por (1 kg de NH₃ + 1 kg de CH₃OH)	4.55	3.71	3.71	3.71

(1) PCF do CO₂ reduzido pela captura de energia, que precisa ser considerada
(2) Preço da Amônia (380 euros/tonelada) e preço do CO₂ (60 euros/tonelada) baseado nas emissões alocadas economicamente. Fonte: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2020/ee/d0ee01530j>

Fórmula 3: Abordagem de cálculo da PDS

$$\frac{\text{Parte de PCF baseada em dados primários (CO}_2\text{e)}}{\text{PCF (CO}_2\text{e)}} = \text{PDS}_{\text{PCF}}(\%)$$

O ideal seria dispor da proporção de dados primários dos fluxos de entradas relevantes obtidos de fornecedores upstream (nível 1). Se sim, a PDS de PCF deve ser calculada usando uma abordagem de média atribuída à PCF das entradas de material e energia. Se não, todos os membros da cadeia de fornecimento são incentivados a participar desse esforço, pois a proporção de dados primários só pode ser determinada com precisão se a informação correspondente à maioria das entradas for oferecida pelos respectivos fornecedores.

Para fazer isso, os PDS individuais recebidos do fornecedor (componentes externos das PDS) — e de outros componentes (outros componentes das PDS), por exemplo, as entradas de energia ou emissões diretas da produção — devem ser multiplicadas por sua respectiva contribuição relativa (em %) ao PCF. Todas as PDS ponderadas (componentes ponderados da PDS) devem, então, ser somadas para obter uma PDS global (resultado da PDS). Para contribuir no aumento da transparência sobre o uso de dados primários, informações sobre a PDS devem ser compartilhadas nas fases de downstream (nível 1) juntamente com o PCF. A inclusão de uma explicação sobre a proporção de dados primários é, portanto, fomentada, com o objetivo de auxiliar as empresas a se apoiarem mutuamente para o aumento da quantidade de dados primários que circulam pelo sistema e garantirem PCFs mais precisas, se a qualidade dos dados for, além disso, muito boa (Figura 5.24). A abordagem geral é apresentada na Figura 5.25.

Figura 5.24 Cálculo das proporções de dados primários de dois componentes

Cálculo da PDS

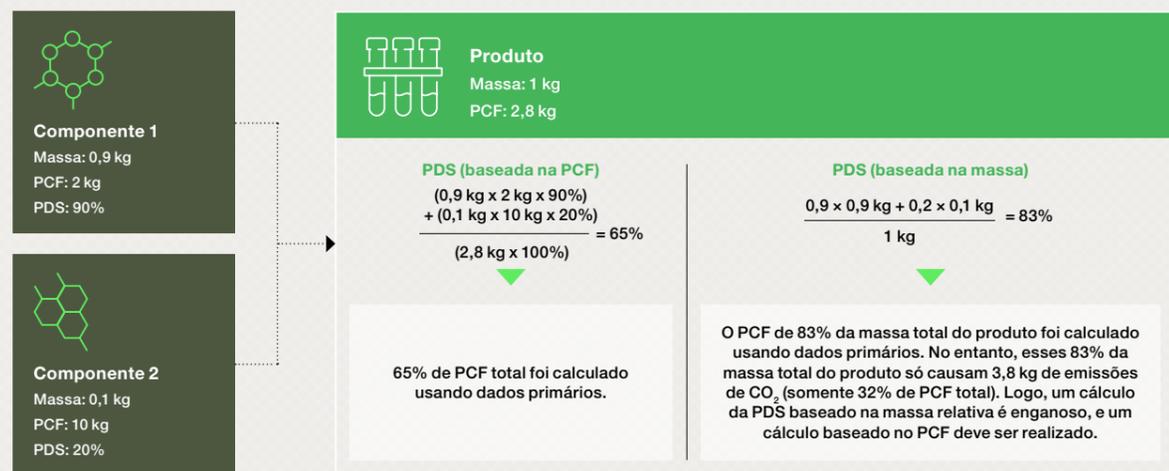
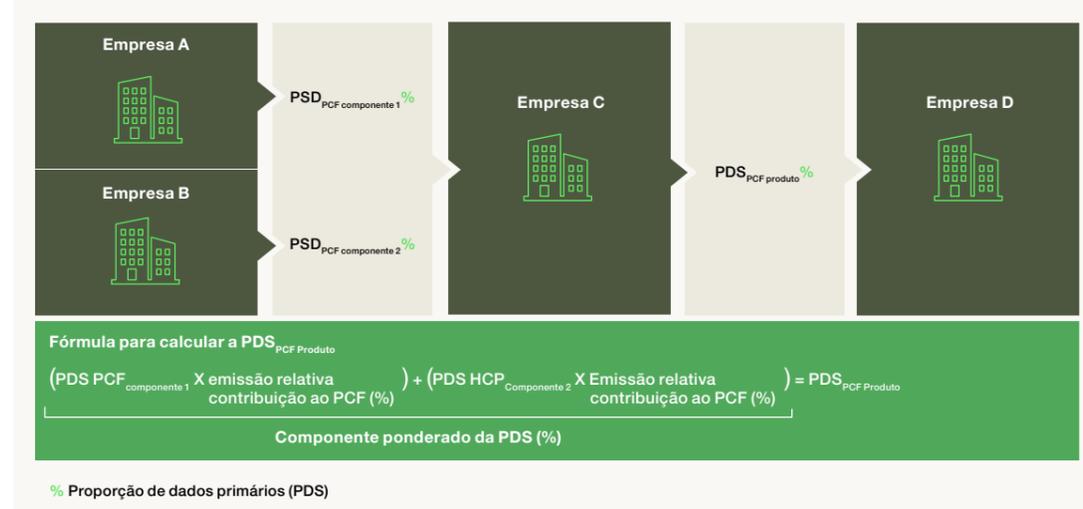


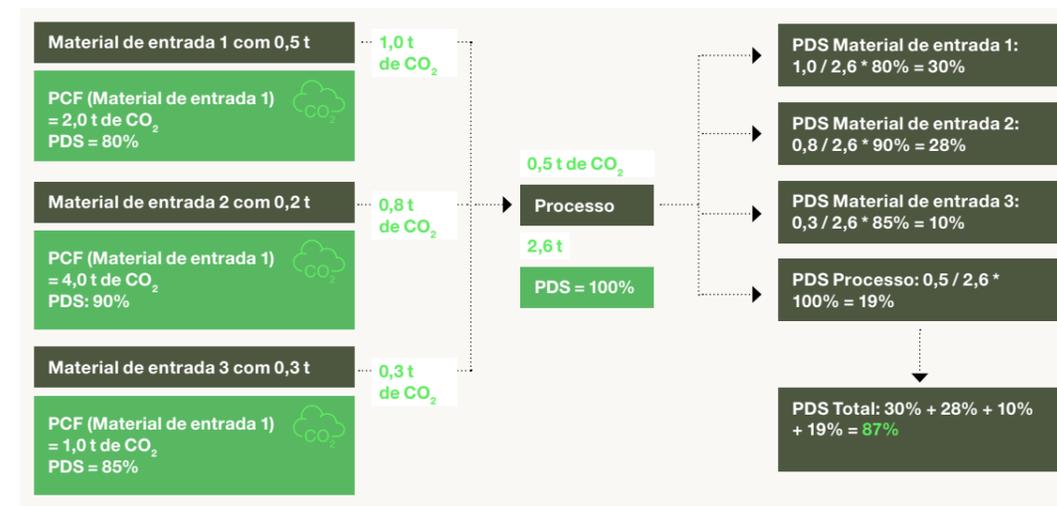
Figura 5.25 Cálculo da proporção de dados primários de um PCF [Pathfinder Framework (PACT desenvolvido por WBCSD)]



Na Figura 5.26 é apresentado um exemplo com a aplicação dos passos detalhados na geração de uma PDS para um PCF de um produto. Uma proporção de dados primários só deve ser atribuída se ambos os dados de atividade (por exemplo, quantidade em kWh) e as informações sobre o

fator de emissão são derivados de fontes primárias. Se uma destas duas informações provém de dados secundários, toda a PDS para este processo unitário é qualificada como dados secundários.

Figura 5.26 Cálculo da proporção de dados primários para um PCF; exemplo:



Em geral, um conjunto de dados primários só pode ser classificado como primário se os dados de atividade (fonte de dados) e o fator de emissão (fonte FE) são informações primárias. Se apenas um dos dois fatores

do cálculo da PDS for secundário, a classificação total para esta contribuição é classificada como secundária e será implementada, consequentemente, no cálculo da PDS. Na Tabela 5.16 é fornecido um exemplo.

Tabela 5.16 Exemplo de cálculo da PDS para fontes de dados primários e secundários

Material	Dados de entrada (kWh)	Fonte de dados	FE (kg de CO ₂ e)	Fonte de FE	kg de CO ₂ e	% PCF	PDS total
A	10,435	Primária	0.19	Primária	1,983	42%	42%
B	10,000	Secundária	0.18	Secundária	1,800	38%	0%
C	5,000	Primária	0.18	Secundária	900	19%	0%
4,683							42%

5.2.11.2 Classificação de qualidade dos dados (DQR)

Durante o processo de coleta de dados, as empresas devem avaliar a qualidade dos dados de atividade, fatores de emissão e/ou dados sobre as emissões diretas utilizando os indicadores de qualidade de dados.

Se existirem dados de qualidade superiores aos disponíveis em bancos de dados secundários (por exemplo, fatores de emissão internos para combustíveis) e estes são usados para cálculos, a adequação destes dados internos deve ser revisada e relatada em uma DQR seguindo os critérios indicados neste capítulo. Os dados obtidos de bancos de dados verificados sobre os fatores de emissão (veja o capítulo 5.2.6) também devem ser relatados em uma DQR, abordando sua representatividade, relevância e correta aplicação ao produto em questão. O cálculo e o relatório de uma DQR serão obrigatórios somente a partir de 2025 para dar às empresas tempo suficiente para se prepararem para tal. Até então, é recomendado fazê-lo de forma voluntária.

A norma estabelece cinco indicadores de qualidade de dados que devem ser utilizados na avaliação da qualidade de dados. Eles são apresentados abaixo e resumidos na Tabela 5.18.

- **Representatividade tecnológica:** o grau em que os dados refletem a(s) tecnologia(s) real(is) usada(s) no processo.
- **Representatividade geográfica:** o grau em que os dados refletem a localização geográfica real dos processos dentro dos limites do inventário (por exemplo, país ou local).
- **Representatividade temporal:** o grau em que os dados refletem o tempo real (por exemplo, o ano) ou a antiguidade do processo.
- **Integridade:** o grau em que os dados são estatisticamente representativos dos locais em que se realiza o processo.
- **Confiabilidade:** o grau em que as fontes, os métodos de coleta de dados e os procedimentos de verificação utilizados para obter os dados.

A avaliação da qualidade dos dados, durante a coleta dos mesmos, permite às empresas realizar melhorias na qualidade dos dados de forma mais eficiente do que quando a avaliação da qualidade é feita após a finalização da coleta.

O Framework Pathfinder exige que apenas as entradas que representam mais de 5% do total de PCF passem pela avaliação da qualidade de dados, o que reduz a carga de trabalho da geração dos fatores de DQR. A TFS também recomenda esta abordagem (Tabela 5.17).

Tabela 5.17 Indicadores da qualidade de dados do Protocolo de GEE

Indicador	Descrição	Relação com a qualidade dos dados
Representatividade tecnológica	O grau em que os dados refletem a(s) tecnologia(s) real(is) usada(s).	As empresas devem selecionar dados que sejam tecnologicamente específicos.
Representatividade temporal	O grau em que os dados refletem o tempo real (por exemplo, o ano) ou a antiguidade da atividade.	As empresas devem selecionar dados que sejam temporalmente específicos.
Representatividade geográfica	O grau em que os dados refletem a localização geográfica real da atividade (por exemplo, o país ou o local).	As empresas devem selecionar dados que sejam geograficamente específicos.
Integridade	O grau em que os dados são estatisticamente representativos da atividade relevante. A integridade inclui a porcentagem de lugares para os quais os dados estão disponíveis e são utilizados a partir do número total que se referem a uma atividade específica. A integridade também aborda as flutuações sazonais e outras flutuações normais nos dados.	As empresas devem selecionar dados que sejam completos.
Confiabilidade	O grau de confiabilidade das fontes, os métodos de coleta de dados e os procedimentos de verificação ^{1,2} utilizados para obter os dados.	As empresas devem selecionar dados que sejam confiáveis.

(1) Adaptado de B.P. Weidema e M.S. Wesnaes, "Data quality management for life cycle inventories - an example of using data quality indicators", Journal of Cleaner Production, 4 n° 3-4 (1996): 167-174.
(2) Dados verificados: a verificação pode ser feita de várias formas, por exemplo, por verificação in loco, por recálculo, por equilíbrio de massa ou por verificações cruzadas com outras fontes.

Tabela 5.18 Avaliação da qualidade dos dados utilizada na TfS e [Pathfinder Framework (PACT powered by WBCSD)]

DQI	1 - Boa	2 - Suficiente	3 - Baixa
Tecnologia	Mesma tecnologia	Tecnologia similar (baseada em dados secundários)	Tecnologia diferente ou desconhecida
Tempo	Dados do ano do relatório	Dados de menos de 5 anos	Dados de mais de 5 anos
Geografia	Mesmo país ou subdivisão do país	Mesma região ou subregião	Global ou desconhecida
Integridade	Todos os locais relevantes para o período especificado	<50% dos locais durante o período especificado ou >50% dos locais durante um período mais curto	Menos de 50% dos locais durante o período de tempo mais curto ou desconhecido
Confiabilidade	Dados de atividade medidos	Dados de atividade baseados parcialmente em suposições	Estimativa não qualificada

A avaliação da qualidade dos dados baseada na Tabela 5.14 pode ser usada para obter informações mais quantitativas em forma de uma Classificação de Qualidade de Dados (DQR) para dar aos usuários dos dados uma melhor impressão da qualidade geral dos dados e do resultado PCF.

Deve-se calcular e relatar a qualidade dos dados de cada PCF. O cálculo da qualidade dos dados deve ser baseado em cinco critérios de qualidade de dados (cada critério considerado de igual importância), onde TeR é a

Representatividade Tecnológica, TiR é a Representatividade Temporal, GeR é a Representatividade Geográfica, C é a integridade e R é a confiabilidade.

Os níveis de qualidade são expressos em três categorias, de 1 Boa, 2 Suficiente, 3 Baixa. A representatividade (tecnológica, geográfica e temporal) caracteriza o grau em que os processos e produtos selecionados retratam o sistema analisado, enquanto a integridade e confiabilidade abordam a qualidade do resultado de PCF gerado.

As contribuições dos materiais de entrada para o PCF do processo estão vinculadas com a DQR dos materiais de entrada. Quanto menor a pontuação da qualidade dos dados e quanto maior a participação de PCF total de um material de entrada, maior será o impacto desse material na pontuação _{global} da DQR.

	Produto 1	Produto 2
Por exemplo:		
Representatividade tecnológica (TeR):	2	3
Representatividade temporal (TiR):	1	3
Representatividade geográfica (GeR):	2	2
Integridade (C):	3	3
Confiabilidade (R):	2	3
Total	10	14
Processo DQR (Total / 5)	2	3

Na fórmula 4, é apresentada a agregação de todos os resultados individuais de todos os materiais de entrada upstream. A segunda linha mostra o cálculo geral de uma única DQR de um processo, baseada nos cinco critérios descritos anteriormente. Na linha 4, é mostrado como somar a DQR relacionada ao processo e a DQR upstream de acordo com a Figura 5.27.

Fórmula 4: cálculo geral dos índices de qualidade dos dados

$$DQR_{upstream} = (DQR_{Material\ de\ Entrada\ 1} * parte\ PCF\ total\ 1 + DQR_{Material\ de\ entrada\ 2} * parte\ PCF_{total}\ 2 + DQR_{Material\ de\ Entrada\ 3} * parte\ PCF_{total}\ 3 + DQR_{Material\ de\ Entrada\ n} * parte\ PCF_{total}\ n)$$

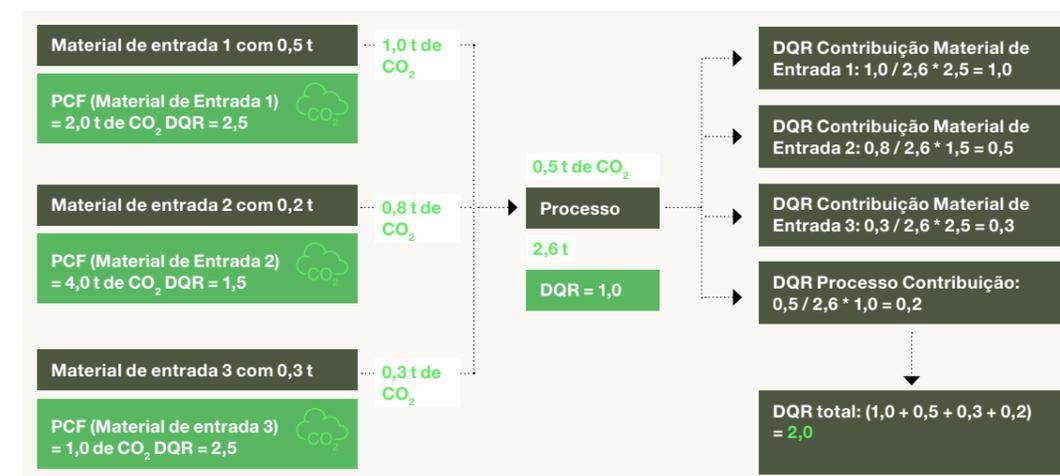
$$Processo\ DQR = (TeR + TiR + GeR + C + R) / 5$$

$$Contribuição\ do\ processo\ DQR = DQR_{Processo} * parte\ PCF_{total}\ do\ processo$$

$$DQR_{total} = (DQR_{upstream} + DQR_{processo\ contribuição})$$

A DQR _{total} deve ser calculada para a saída de, por exemplo, 1 kg ou 1 t de produto, conforme definido na unidade declarada.

Figura 5.27 Exemplo de DQR para um processo que inclui uma DRQ upstream (Fonte TfS)



Veja a Figura 5.27 para obter um exemplo. A DQR total para este processo é 2,0 e deverá ser relatada ao destinatário dos dados de PCF também depois de 2025. A DQR pode ser usada como entrada para uma ACV completa, permitindo o cálculo final de uma DQR completa. A DQR auxilia a interpretação dos dados de PCF e a identificação de potenciais de melhoria da qualidade dos dados sobre a PCF. Observe que a DQR do processo nem sempre é igual a 1, dependendo dos dados disponíveis. Um processo onde os dados primários podem ser gerados pode sempre ter uma baixa representatividade tecnológica ou temporal, resultando em pontuações inferiores a 1. Processos de propriedade da empresa devem ser avaliados da mesma forma que os processos upstream.

Melhorando a qualidade dos dados

A coleta de dados e a avaliação de sua qualidade é um processo iterativo para melhorar a qualidade geral dos dados do inventário de produtos. Se as fontes de dados são identificadas como de baixa qualidade usando os indicadores de qualidade de dados, as empresas devem, novamente, coletar dados [Padrão de contabilidade e relatório do ciclo de vida dos produtos do Protocolo de GEE].

As seguintes etapas são úteis para melhorar a qualidade dos dados:

1. identifique fontes de dados de baixa qualidade no inventário do produto utilizando os resultados da avaliação da qualidade dos dados. Fontes com dados de baixa qualidade que são identificadas como significativas para os resultados de PCF devem ter prioridade;
2. colete novos dados para as fontes de dados de baixa qualidade, à medida que os recursos permitirem;
3. avalie os novos dados. Se forem de qualidade superior aos dados originais, use-os em seu lugar. Se os dados não são de melhor qualidade, use os dados já existentes ou colete novos dados.
4. Repita, se necessário, e de acordo com os recursos disponíveis. Se as empresas mudarem as fontes de dados em inventários posteriores, devem avaliar se esta mudança gera a necessidade de atualizar o inventário base.

5.3 Verificação e relatório

Tabela 5.19 Exemplos de relatórios em diferentes abordagens de empresas

Caso de exemplo	Regra de cálculo de PCF aplicável	Informação adicional voluntária para a compensação de emissão
A empresa adquire créditos de emissão de um projeto de reflorestamento para compensar 50% de PCF calculado.	O PCF se mantém o mesmo que o calculado.	A compensação de 50% das emissões pode ser fornecida separadamente dos resultados do inventário.
A empresa adquire créditos de emissão de uma instalação de captura e armazenamento de carbono de outra empresa para compensar 30% de PCF calculado.	O PCF se mantém o mesmo que o calculado.	A compensação de 30% das emissões pode ser fornecida separadamente dos resultados do inventário.
A empresa adquire certificados de eletricidade renovável para compensar 100% do consumo elétrico de um determinado local, e como consequência, reduz a zero as emissões relacionadas à eletricidade de PCF.	O PCF é reduzido em função do potencial de redução do uso de eletricidade. As compensações não são levadas em conta como créditos.	A compensação das emissões pode ser fornecida separadamente dos resultados do inventário.
A empresa gera emissões diretas de CO₂ dentro de uma reação, que é capturado e vendido como um subproduto. (veja o capítulo 5.2.10.4).	O impacto do processo que captura o CO ₂ da atmosfera e o vende como um subproduto, deve ser adicionado aos resultados do inventário de PCF em função da quantidade de CO ₂ capturada e pode ser subtraído dos resultados do inventário do processo.	Em alternativa à subtração das emissões de CO ₂ capturadas e vendidas dos resultados do inventário, as emissões capturadas também podem ser oferecidas separadamente.

5.3.1 Verificação de cálculos de PCF / Garantia de qualidade

Uma **verificação** é definida como a confirmação, através da prestação de provas objetivas, de que os requisitos especificados foram cumpridos [ISO 9000: 2005]. Para alcançar a verificação, os cálculos devem ser conferidos em relação aos requisitos deste Guia e os resultados devem ser relatados.

Recomenda-se fortemente a verificação dos dados de PCF antes de compartilhá-los, para garantir dados de alta qualidade e confiáveis [Pathfinder Framework (PACT desenvolvido por WBCSD)]. Uma atualização significativa foi feita no capítulo de verificação e garantia dentro do Pathfinder Framework.

A Tfs não permite nenhuma verificação. Os tipos possíveis de verificação podem ser um especialista interno na ACV, uma verificação por terceiros - revisão de produto ou uma verificação por uma parte independente — revisão de abordagem sistemática. O tipo de verificação deve ser relatado juntamente com a PCF (veja o capítulo 5.3.2).

Se a verificação interna for feita, a afirmação da cifra de PCF sempre deve incluir que o PCF foi calculada de acordo com o Guia da Tfs, enquanto uma verificação por terceiros permite uma afirmação mais contundente (por exemplo, verificada com Tfs).

Qualquer tipo de verificação deve incluir uma dupla comprovação pelo especialista interno em ACV ou auditor externo sobre os seguintes aspectos:

- o objetivo e escopo e seus aspectos relacionados (veja o capítulo 5.1);
- as regras de cálculo (veja o capítulo 5.2);
- os limites do sistema (capítulo 5.1.2) e os critérios de corte (capítulo 5.2.3);
- a qualidade dos dados (veja o capítulo 5.2.5).

Uma verificação por parte de terceiros pode ser útil para cumprir estes requisitos. Isto pode ser feito em um nível de produto ou em uma verificação de abordagem sistemática, onde a metodologia da empresa para calcular o PCF coerente é verificada.

A **garantia de qualidade** é definida como parte da gestão da qualidade, focada em proporcionar confiança de que os requisitos de qualidade serão cumpridos. Neste sentido, a garantia de qualidade deve abordar se os resultados de PCF e a abordagem para alcançá-los cumprem os requisitos de alta qualidade além da qualidade de dados (adotado da [ISO 9000: 2005]).

A seguinte breve lista de verificação pode auxiliar o especialista em ACV a validar o PCF. Além do especialista em ACV, pessoas que podem ajudar na validação incluem especialistas em tecnologia, controladores, gerentes de plantas e gerentes de sites:

- confira o equilíbrio de massa geral (inclui as entradas de matérias-primas, saídas de produtos, resíduos e emissões ao ar e água);
- integridade das etapas do ciclo de vida;
- confira o equilíbrio elementar através de um cálculo estequiométrico;
- Confira se as emissões diretas são realistas, por exemplo, mediante o equilíbrio de carbono;
- Confira se o equilíbrio de carbono está fechado, considerando todas as entradas e equilibrando-as com as saídas para os produtos, emissões (ar, água, solo) e resíduos. Verifique se as emissões diretas relacionadas ao processo são plausíveis (equilíbrios de entrada e saída de carbono e nitrogênio);
- confira a agregação de dados, a limpeza de dados e a modelagem subjacente para calcular o inventário de produtos dos seus próprios conjuntos de dados;
- Confira se foram aplicadas as fórmulas de cálculo corretas;
- Confira o consumo dos serviços públicos (plausível?);
- confira os fatores de alocação (de acordo com o capítulo 5.2.9): a soma das entradas e saídas alocadas de um processo unitário é igual às entradas e saídas do processo unitário antes da alocação e os fatores de alocação sobre todos os coprodutos de um processo de produção múltipla somam 1;
- Comparação de CO₂e com cálculos próprios, o mesmo produto de outros locais/empresas, dados de ACV existentes, ACVs de outros bancos de dados terceiros;
- Confira se as emissões e absorções biogênicas são consideradas e relatadas corretamente (capítulo 5.2.10.1);
- Confira a idoneidade dos conjuntos de dados secundários selecionados para os dados upstream do Escopo 3:

- Confira se a tecnologia e a geografia representadas no ICV são apropriadas;
- confira se a aplicação de proxies é apropriada;
- Se os dados do fornecedor estiverem disponíveis, substitua o conjunto de dados;

- Confira se uma pontuação de qualidade de dados foi gerada e se esta é significativa;
- Confira a causa da presença de desvios significativos nos dados de referência da ACV;
- Análise de sensibilidade e comprovação de qualidade dos resultados: análises de sensibilidade com diferentes opções de modelagem (por exemplo, outro conjunto de dados para uma matéria-prima, outro método de alocação para o sistema de produto em primeiro plano) devem ser realizadas para testar a solidez do resultado;
- Uma variação de 10% do resultado de PCF, ao incluir ou excluir etapas do ciclo de vida, é uma variação que é principalmente aceita por profissionais, devido às incertezas inerentes, variabilidades de fatores ou conjuntos de dados usados em um cálculo de PCF. Qualquer decisão deve ser claramente informada no relatório de cálculo interno de PCF, e as razões e implicações para sua exclusão devem ser explicadas. O limite de significância deve ser informado e justificado.

Qualquer informação adicional disponível, como um relatório de PCF ou uma declaração de revisão crítica, pode ser acrescentada ou anexada para complementar e oferecer mais detalhes à informação [BASF SE (2021)].

Os resultados referidos no relatório de estudo de PCF podem ser usados nas comunicações de pegada [ISO 14026: 2017].

5.3.2 Informação a ser reportada com o PCF

Esta seção especifica os requisitos de informação a serem disponibilizados pelos fornecedores junto aos valores de PCF. Além do valor de PCF, é necessária uma informação adicional para auxiliar a interpretação e validação dos dados de PCF, bem como fornecer informações necessárias para quantificar os PCFs dos clientes mais adiante na cadeia de valor. O PCF cobre um impacto ambiental. Neste contexto, deve-se mencionar que não são possíveis declarações gerais sobre o desempenho ambiental do produto. Comparações de PCFs só são possíveis sob determinados critérios se todas as informações relevantes forem relatadas.

Os campos marcados como "obrigatórios" na tabela 5.20 ("sim") devem ser disponibilizados pelos fornecedores ao divulgar valores de PCF. Para permitir um período de transição e adaptação, alguns campos se tornarão obrigatórios até o final de 2025. A Tfs segue recomendando fortemente que seja relatada a maior quantidade de dados possível. Detalhes adicionais, atualmente não obrigatórios, também podem ser fornecidos se disponíveis para oferecer mais suporte. A norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018] explica os requisitos de relatórios que são refletidos na lista de atributos. Para que um estudo de PCF esteja totalmente conforme, devem ser abordados todos os requisitos de relatórios.

Tabela 5.20

Consultar Tfs PCF Data Model: How to report PCF data



Glossário

Abreviatura	Termo	Definição
	Dados de atividade	"Os dados de atividade são medidas quantificadas de um nível de atividade que resulta em emissões ou remoções de GEE". Estes dados podem ser medidos, modelados ou calculados. Há duas categorias de dados de atividade: dados de atividade de um processo e dados de atividade financeira. Os dados de atividade de um processo são medidas físicas de um processo que resulta em emissões ou remoções de GEE. Estes dados refletem as entradas e saídas físicas, e outros parâmetros do ciclo de vida do produto (por exemplo, energia, massa, volume, etc.). Já os dados de atividade financeira são medidas monetárias de um processo que resulta em emissões de GEE.
	Alocação	A divisão dos fluxos de entrada ou saída de um processo ou sistema de produto entre o sistema de produto estudado e um ou mais outros sistemas de produtos.
	Dados em segundo plano	Veja também dados secundários, que se referem a processos fora do controle operacional da empresa.
	Lista de materiais (BoM)	Uma lista estruturada de todos os componentes e suas quantidades, que compõem um conjunto ou produto.
	Índice de carbono biogênico	Fração de carbono proveniente da biomassa em um produto.
	Emissões biogênicas	Emissões de CO ₂ derivadas da combustão ou biodegradação de biomassa.
	Remoções biogênicas	O sequestro ou absorção de emissões de GEE da atmosfera costuma acontecer quando o CO ₂ é absorvido por materiais biogênicos durante a fotossíntese.
	Biomassa	Material de origem biológica, excluindo o material incorporado em formações geológicas e/ou fossilizado.
Número CAS	Número de Registro do Chemical Abstracts Service	Veja a Tabela 4.2
CCS	Captura e armazenamento de carbono	A CCS consiste na captura das emissões de dióxido de carbono (CO ₂) provenientes de processos industriais, como a produção de aço e cimento ou da queima de combustíveis fósseis na geração de eletricidade. Esse carbono é, então, transportado do local onde foi produzido, por navio ou em um gasoduto, e armazenado profundamente no subsolo em formações geológicas.
CCU	Captura e utilização do carbono	A captura e utilização de carbono (CCU) implica na captura do gás de efeito estufa CO ₂ de fontes pontuais ou do ar ambiente e sua posterior conversão em produtos valiosos.
PCF	Pegada de carbono de um produto	Veja Pegada de Carbono do Produto (PCF).
CFCs	Clorofluorcarbono	Veja a definição de Gás de Efeito Estufa.
CH ₄	Metano	Veja a definição de Gás de Efeito Estufa.
CMP	Produtos fabricados sob contrato	A fabricação sob contrato ocorre quando uma empresa transfere parte do processo de fabricação a uma empresa terceirizada, com o objetivo de reduzir os gastos de produção.
	Do berço ao portão da fábrica	Uma avaliação que inclui parte do ciclo de vida do produto, desde a aquisição de materiais até a produção do produto estudado e exclui as etapas de uso ou fim de vida.
	Da berço ao túmulo	Uma avaliação do berço ao túmulo contempla os impactos de cada etapa do ciclo de vida de um produto, desde o momento em que os recursos naturais são extraídos da terra e processados até cada etapa posterior de fabricação, transporte, uso do produto, reciclagem e, em última instância, o descarte.

(1) https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard_041613.pdf

Abreviatura	Termo	Definição
	Avaliação da conformidade	Demonstração de que os requisitos especificados relativos a um produto, processo, sistema, pessoa ou organização são cumpridos. Nota 1 à entrada: Adaptado da ISO/IEC 17000: 2004, definição 2.1. ISO/TS 14441:2013(en), 3.13.
	Combinação de consumo	Esta abordagem se concentra na produção nacional e nas importações que acontecem. Estas combinações podem ser dinâmicas para determinados produtos básicos (por exemplo, eletricidade) em um país/região específico.
CO ₂ e	Dióxido de Carbono Equivalente	O dióxido de carbono equivalente, ou CO ₂ e, é uma medida de métrica que representa todos os gases de efeito estufa, convertendo-os em uma quantidade equivalente de CO ₂ .
Método do C14	Datação por radiocarbono	Uma forma de datação radiométrica usada para apurar a idade de restos orgânicos em objetos antigos, como espécimes arqueológicos, com base na meia-vida do carbono-14 e uma comparação entre a proporção de carbono-12 para carbono-14 em uma amostra dos restos com a proporção conhecida em organismos vivos.
	Unidade declarada	Os produtos intermediários ou finais, isto é, os produtos que ainda serão processados para criar um produto final, podem ter várias funções com base em seu eventual uso final. Neste caso (e quando uma ACV não cobre o ciclo de vida completo), o termo unidade declarada — que costuma se referir à quantidade física de um produto, por exemplo, "1 litro de detergente líquido com 30% de teor de água" — deve ser usado em vez disso.
DUNS	Número de Duns e Bradstreet	O Número D-U-N-S da Dun & Bradstreet é um identificador único de nove dígitos para as empresas.
ECICS	Inventário Alfandegário Europeu de Substâncias Químicas	Veja a tabela 4.2
EEIO	Análise de entrada e saída estendida ambientalmente	A análise de entrada-saída ambientalmente estendida (EEIOA) é utilizada na contabilidade ambiental como uma ferramenta que reflete as estruturas de produção e consumo dentro de uma ou de várias economias.
EF	Pegada Ambiental	É uma medida de múltiplos critérios para calcular o desempenho ambiental de um produto, serviço ou organização baseada em uma abordagem de ciclo de vida.
EoL	Fim de vida	O fim da vida útil retrata o fim do ciclo de vida de um produto. Aqui, é possível distinguir entre métodos distintos de tratamento: reciclagem, aterro sanitário e incineração.
Sistema ERP	Sistema de planejamento de recursos empresariais	O planejamento de recursos da empresa é um sistema que auxilia na automatização e gerenciamento de processos empresariais nas áreas de finanças, fabricação, comércio varejista, cadeia de fornecimento, recursos humanos e operações.
UE	União Europeia	A União Europeia é uma união política e econômica supranacional de 27 Estados-membros localizados, principalmente, na Europa.
	Unidade funcional	Uma unidade funcional explica a função de um produto em questão. Por exemplo, no caso de um detergente para roupa, a unidade funcional poderia ser definida como "lavar 4,5 kg de tecido seco com a dosagem recomendada com água de dureza média". Entender a unidade funcional é essencial para comparabilidade entre produtos com a mesma função, pois fornece a referência à qual a entrada (materiais e energia) e a saída (como produtos, subprodutos, resíduos) são quantificadas.

Abreviatura	Termo	Definição
GEE	Gases de Efeito Estufa	Os gases de efeito estufa representam um grupo de gases que contribuem para o aquecimento global e alterações climáticas. O Protocolo de Kyoto, um acordo ambiental adotado por muitas das partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) em 1997 para conter o aquecimento global, hoje inclui sete gases de efeito estufa: Os gases não fluorados: <ul style="list-style-type: none"> • Dióxido de carbono (CO₂) • Metano (CH₄) • Óxido nitroso (N₂O) Os gases fluorados: <ul style="list-style-type: none"> • Hidrofluorcarbonetos (HFC) • Perfluorcarbonetos (PFC) • Hexafluoreto de enxofre (SF₆) • Trifluoreto de nitrogênio (NF₃) Convertê-los em equivalentes de dióxido de carbono (ou CO ₂) torna possível compará-los e definir suas contribuições individuais e totais para o aquecimento global.
Protocolo de GEE	Padrão do Protocolo de Gases de Efeito Estufa	Padrão Internacional sobre como calcular as emissões de Gases de Efeito Estufa.
GLO	Global	
GWP	Potencial de Aquecimento Global	O termo "Potencial de Aquecimento Global" é usado para descrever a potência relativa, molécula por molécula, de um gás de efeito estufa, levando em conta por quanto tempo ele permanece ativo na atmosfera.
HCFCs	Hidroclorofluorcarbono	Veja a definição de Gás de Efeito Estufa.
HEFs	Éteres fluorados	Produto químico líquido.
HFCs	Hidrofluorcarbonetos	Veja a definição de Gás de Efeito Estufa.
SH	Sistema Harmonizado de Descrição e Codificação de Mercadorias	Veja a Tabela 4.2
CEI (ou IEC, em inglês)	Comissão Eletrotécnica Internacional	Fundada em 1906, a CEI (Comissão Eletrotécnica Internacional) é a principal organização mundial para a preparação e publicação de padrões internacionais para todas as tecnologias elétricas, eletrônicas e relacionadas.
ILCD	Sistema Internacional de Dados de Referência sobre o Ciclo de Vida	O Sistema Internacional de Dados de Referência sobre o Ciclo de Vida é uma iniciativa desenvolvida pelo CCI (ou JRC, em inglês) e DG ENV desde 2005, com o objetivo de oferecer orientação e normas para maior coerência e garantia de qualidade na aplicação da ACV.
ISO	Organização Internacional de Padronização	A Organização Internacional de Padronização é uma organização de desenvolvimento de normas, composta por representantes de órgãos nacionais de normalização dos países-membros.
ISOPA	Associação Europeia de Produtores de Diisocianatos e Polióis	ISOPA é a associação comercial europeia de produtores de diisocianatos e polióis, os principais componentes básicos de poliuretanos.
ISO 14067: 2018	Norma ISO de gases de efeito estufa — Pegada de carbono de produtos — Requisitos e diretrizes para quantificação	A norma ISO 14067: 2018 especifica os princípios, requisitos e diretrizes para a quantificação e o relatório da pegada de carbono de um produto (PCF), de maneira coerente com os Padrões Internacionais de avaliação de ciclo de vida (ACV) [ISO 14040 [ISO 14040: 2006] e ISO 14044].
TI	Tecnologia da informação	

Abreviatura	Termo	Definição
kg	Quilograma	
kWh	Quilowatt-hora	
ACV	Análise do Ciclo de Vida	A compilação e análise das entradas, saídas e os impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo de seu ciclo de vida [ISO 1440: 2006].
ACV	Inventário do Ciclo de Vida	A fase da análise do ciclo de vida, que envolve a compilação e quantificação das entradas e saídas, para um produto ao longo de seu ciclo de vida [ISO 14040: 2006].
LCIA	Avaliação do impacto de ciclo de vida	A fase da análise do ciclo de vida, que busca entender e avaliar a magnitude e a importância dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida [ISO 14040: 2006].
NACE	Nomenclatura de Atividades Econômicas	NACE (Nomenclatura de Atividades Econômicas) é a classificação estatística europeia de atividades econômicas. É estabelecida por lei.
NF ₃	Trifluoreto de nitrogênio	Veja a definição de Gás de Efeito Estufa.
N ₂ O	Óxido nitroso	Veja a definição de Gás de Efeito Estufa.
OCF	Pegada de Carbono Organizacional	Pegada de Carbono de uma Organização.
	Dados primários	Algumas vezes também chamado de dados de atividade. Dados que se referem a processos dentro do controle operacional da empresa ou dados de processos específicos do ciclo de vida do produto. Um PCF parcial é considerado como um dado primário se a medição dos dados de atividade e a medida do fator de emissão se basearem em dados onde os geradores de dados têm acesso direto através de medições ou avaliações diretas, onde elas têm controle direto. "Dados relacionados a um produto ou atividade específica dentro da cadeia de valor da empresa. Estes dados podem ser na forma de dados de atividade, emissões ou fatores de emissão. Dados primários são específicos do local, da empresa (se houver múltiplos locais para o mesmo produto) ou específicos para a cadeia de fornecimento. Os dados primários podem ser obtidos mediante leituras de contadores, registros de compra, faturas de serviços públicos, modelos de engenharia, monitoramento direto, balanços de materiais ou produtos, estequiometria ou outros métodos para obter dados de processos específicos na cadeia de valor da empresa." [Path 2021:41]
PCF	Pegada de carbono de um produto	A Pegada de Carbono do Produto é o método mais consolidado para determinar o impacto climático de um produto, considerando o total de emissões de gases de efeito estufa (GEE) produzidas para fabricar um produto, expressas como equivalentes de dióxido de carbono. A PCF pode ser avaliada do berço ao portão da fábrica (PCF parcial) ou do berço ao túmulo (PCF total).
RCP	Regras de categoria de produto	Conjunto de normas, requisitos e diretrizes específicas para a elaboração de declarações ambientais do tipo III para uma ou mais categorias de produtos. [ISO 14025:2006]
PFC	Perfluorcarbonetos	Veja a definição de Gás de Efeito Estufa.
PFPE	Perfluoropolíéteres	Perfluoropolíéteres (PFPE) são um grupo de plásticos, geralmente líquidos ou pastosos à temperatura ambiente, que são fluoropolímeros compostos de fluoreto, carbono e oxigênio.
PRODCOM	Production Communautaire (Produção Comunitária)	Veja a tabela 4.1
	Combinação de produção	Esta abordagem se concentra nas rotas de produção nacional e em tecnologias aplicadas no país/região específico e é escalonada individualmente em função do volume de produção real da rota de produção correspondente. Esta combinação é geralmente menos dinâmica.

Abreviatura	Termo	Definição
	Remoção	O sequestro ou absorção de emissões de GEE da atmosfera, costuma acontecer quando o CO ₂ é absorvido por materiais biogênicos durante a fotossíntese.
	Dados secundários	Veja também dados de segundo plano. Dados que se referem a processos fora do controle operacional da empresa ou dados de processos que não provêm de processos específicos do ciclo de vida do produto. "Dados que não provêm de atividades específicas dentro da cadeia de valor da empresa, mas de bancos de dados, com base em médias, relatórios científicos ou outras fontes." [Path 2021:41]
SF ₆	Hexafluoreto de enxofre	Veja a definição de Gás de Efeito Estufa.
SIC	Classificação Padrão da Indústria	A Classificação Padrão da Indústria (SIC) é um sistema de classificação de quatro dígitos, que classifica as indústrias em função das atividades empresariais.
SMILES	Sistema Simplificado de Registro de Linhas Moleculares	Veja a Tabela 4.2.
	Expansão do sistema	Expandindo o sistema de produtos para incluir as funções adicionais relacionadas aos co-produtos. A expansão do sistema é um método utilizado para evitar a alocação de co-produtos.
TÜV	Technischer Überwachungsverein (inglês: MOT)	
	Processo unitário	O menor elemento considerado na análise do inventário do ciclo de vida (capítulo 3.1.4.4) para o qual se quantificam os dados de entrada e saída. [ISO 14040:2006], 3.34]
UNSPSC	Código Padrão de Produtos e Serviços das Nações Unidas	Veja a Tabela 4.2
	Serviços públicos	O termo "serviços públicos" inclui, neste caso: eletricidade, vapor industrial, vapor excedente, água de resfriamento, água desmineralizada, água de processo, ar comprimido e nitrogênio.
	Validação	O processo de avaliar um sistema ou componente para garantir o cumprimento dos requisitos funcionais, de desempenho e de interface. [ISO/IEC 14776: 2010]
IVA	Imposto sobre o Valor Agregado	
	Verificação	Confirmação, mediante fornecimento de provas objetivas, de que foram cumpridos os requisitos especificados. [ISO 9000: 2005; ISO 14025:2006]
	Resíduos	Substâncias ou objetos dos quais o titular deseje ou seja obrigado a se desfazer. NOTA: esta definição foi tirada da Convenção de Basileia sobre o Controle dos Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e sua Eliminação (22 de março de 1989), mas não se limita, neste Padrão Internacional, aos resíduos perigosos. [ISO 14040:2006], 3.35]
WBCSD	Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável	O Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD) é uma organização dirigida por empresas que se concentram exclusivamente em negócios e desenvolvimento sustentável.

Referências

- AIB, (2022), European Residual Mixes - Results of the calculation of Residual Mixes for the calendar year 2021, <https://www.aib-net.org/facts/european-residual-mix>,(Consultado em 18 de Agosto, 2022)
- BASF SE, (2021), Guideline for Product Carbon Footprint Calculations of companies
- The Institute of Life Cycle Assessment, (2015), Guidelines for Assessing the Contribution of Products to avoided Greenhouse Gas Emissions, Japan
- Deutz, S.; Bardow, A., (2021), Life-cycle assessment of an industrial direct air capture process based on temperature-vacuum swing adsorption. *Nat Energy* 6, 203-213 (2021), <https://doi.org/10.1038/s41560-020-00771-9>
- European Union, (2009), directive 2009/28/ec of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC
- EcoTransIT, (2020), Emission calculator for greenhouse gases and exhaust emissions, <https://www.ecotransit.org/en/emissioncalculator/> (Consultado em 13 de outubro de 2022)
- EN 15804+Amd 2:2019, (2019), Sustainability of Construction Works - Environmental Product Declaration - Core rules for the Product Category of Construction Products
- EPA, (2022), Energy Recovery from the Combustion of Municipal Solid Waste (MSW), <https://www.epa.gov/smm/energy-recovery-combustion-municipal-solid-waste-msw> (Consultado em 18 de agosto de 2022).
- ERASM, (2014), Surfactant Life Cycle and Ecofootprinting Project; updating the life cycle inventories for commercial surfactant production. Final Report for ERASM (www.erasm.org), 186 p.
- World Resource Institute, (2019), Estimating and Reporting the Comparative Emissions Impacts of Products, <https://www.wri.org/research/estimating-and-reporting-comparative-emissions-impacts-products> (Consultado em 18 de Agosto de 2022)
- European Commission, (2021), Final Product Environmental Footprint Category Rules and Organisation Environmental Footprint Sector Rules, https://ec.europa.eu/environment/eusds/smgp/PEFCR_OEFSR_en.htm (Consultado em 18 de Agosto de 2022)
- European Union, (2008), European Waste Framework Directive 2008/98/EC - Directive on waste and repealing certain Directives
- Eurochlor, (2022), The Chlorine Alkali Process Final Report
- GHG Protocol Corporate Standard, (2004), A Corporate Accounting and Reporting Standard
- GHG Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Standard, (2011), Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard
- GHG Protocol Product Standard, (2011), Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard
- GHG Protocol Scope 2 Guidance, (2015), GHG Protocol Scope 2 Guidance - An Amendment to the GHG Protocol Corporate Standard
- GHG Protocol Scope 3 Calculation Guidance, (2013), Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions
- GLEC Framework, (2019), Global Logistics and Emission Council Framework - Logistics Emissions Accounting and Reporting
- Global Compact Network Germany (2017), Scope 3.1 Practical Guidelines for Data Collection and Calculation of Greenhouse Gas Emissions from Purchased Goods and Services
- Center of Research Solutions, (2021), Residual Mix Emission Rate (2019 Data), <https://www.green-e.org/2021-residual-mix> (Consultado em 18 de Agosto de 2022)
- ICCA & WBCSD, (2013), Addressing the Avoided Emission Challenge, Guidelines from the chemical industry for accounting for and reporting greenhouse gas (GHG) emissions avoided along the value chain based on comparative studies
- ICCA & WBCSD, (2017), Avoided GHG Emissions - The Essential Role of Chemicals. Accounting for and Reporting Greenhouse Gas (GHG) Emissions Avoided along the Value Chain based on Comparative Studies Version 2
- IPCC, (2013), Climate Change 2013- The Physical Science Basis, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/> (Consultado em 18 de Agosto de 2022)
- IPCC, (2021a), Climate Change 2021- The Physical Science Basis, <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/> (Consultado em 18 de Agosto de 2022)
- IPCC, (2021b), The Earth's Energy Budget, Climate Feedback, Climate Sensitivity- Supplementary Materials, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter_07_Supplementary_Material.pdf (Consultado em 18 de agosto de 2022)
- IPCC, (2006), IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- ISO 14025:2006, (2006), Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures
- ISO 14026:2017, (2017), Environmental labels and declarations — Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information
- ISO 14044:2006+Amd 2: 2020, (2020), Environment Management - Lifecycle Assessment - Principles and Framework

ISO 14040:2006+Amd 1: 2021, (2020), Environment Management-Lifecycle Assessment-Principles and Framework

ISO 14064 -1:2019, (2019), Treibhausgase - Teil 1: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene

ISO 14064 -2:2019, (2019), Part 2: Specification with guidance for the quantitative determination and reporting of greenhouse gas emissions and removals at the organization level

ISO 14064 -3:2019, (2019), Part 3: Specification with guidance for the quantitative determination and reporting of greenhouse gas emissions and removals at the organization level

ISO 14067:2018, (2018), Greenhouse Gases - Carbon Footprint for products - Requirements & Guidelines for Quantification

ISO 22095:2020, (2020), Chain of custody — General terminology and models

ISO 27917:2017, (2017), Carbon dioxide Capture, Transportation and Geological Storage — Cross Cutting terms

ISO 9000:2005, (2005), Quality management systems — Fundamentals and vocabulary

ISO Guide 84:2020, (2020), Guidelines for Addressing Climate Change in Standards

ISO/IEC 14776:2010, (2010), Information technology — Small Computer System Interface (SCSI) — Part 121: Passive Interconnect Performance (PIP)

ISO/IEC 17000: 2004, (2004), ISO Standard-Conformity Assessment

ISOPA, (2012), Eco-profiles and Environmental Product Declarations of the European Plastics Manufacturer - Toluene Diisocyanate (TDI) Methylenediphenyl Diisocyanate (MDI)

Jeswani, H.; Krüger, C.; Kicherer, A.; Anthony, F.; Azapagic, A., (2019), A Methodology for Integrating the Biomass balance approach into Lifecycle Assessment with an application in the Chemicals Sector, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.088>

Müller, L.J.; Kästelhön, A.; Bachmann, M.; Zimmermann, A.; Sternberg, A., Bardow, A., (2020), A Guideline for Life Cycle Assessment of Carbon Capture and Useation; <https://doi.org/10.3389/fenrg.2020.00015>

World Economic Forum, (2021), Net-Zero to Net-Negative: A Guide for Leaders on Carbon Removal

European Commission, (2012), Product Environmental Footprint (PEF) Guide

PlasticsEurope - Steam Cracker Allocation, (2018), PlasticsEurope recommendation on Steam Cracker allocation

WBCSD (2020), SOS 1.5- The Road to a Resilient, net-zero Carbon Future

WBCSD, (2013), Guidance for Accounting and Reporting Corporate GHG Emissions in the Chemical Sector Value Chain

WBCSD, (2014), Lifecycle Metrics for Chemical Products - A guideline by the chemical sector to assess and report on the environmental footprint of products, based on life cycle assessment

WBCSD, (2021), Pathfinder- Framework- Guidelines for the Accounting and Exchanging of Product Life Cycle Emissions

WBCSD, (2021), Reporting Matters

Winnipeg, (n.d.), Emission factors in Kg CO₂ - Equivalent per Unit, https://www.winnipeg.ca/finance/findata/matmgt/documents/2012/682-2012/682-2012_Appendix_H-WSTP_South_End_Plant_Process_Selection_Report/Appendix%207.pdf (Consultado em 18 de Agosto de 2022)

Anexo

Propostas para o cálculo de proxies, caso não haja dados primários ou secundários a disposição

Exemplo: Aterro sanitário

O índice de carbono do material residual deve ser completamente convertido em CO₂e quando os resíduos são descartados em aterros sanitários de superfície.

Não haverá alocação de emissões de GEE para resíduos descartados em aterros subterrâneos ou similares (por exemplo, injeção em poços profundos).

- Resíduos para aterro subterrâneo: não haverá emissões de GEE a serem alocadas.
- Resíduos para aterro de superfície: 100% de conversão para CO₂e baseado no índice de carbono.

[BASF SE (2021)]

Exemplo: Tratamento de efluentes

As emissões decorrentes do tratamento de efluentes geradas durante a fabricação do produto A serão alocadas ao PCF do produto A.

O cálculo das emissões de GEE do tratamento de efluentes deverá incluir as emissões decorrentes da degradação biológica, assim como as emissões da estação de tratamento de efluentes e o descarte do lodo (incineração, etc.). O índice de carbono dos resíduos deverá ser totalmente convertido em CO₂e. Como base para esse cálculo, pode ser usado o Carbono Orgânico Total (COT) do processo, se disponível.

Se a carga de Carbono Orgânico Total (COT) de seus processos for conhecida:

- 100% de conversão para CO₂e baseada no índice de carbono.
- Os serviços públicos para o tratamento de efluentes e a incineração de lodo incluem o uso de um fator de emissão da estação de tratamento; por exemplo, 1 kg de CO₂e para o tratamento de 100 kg de efluentes.

[BASF SE (2021)]

por exemplo, um produto gera 100 kg de efluentes por kg de produto. A quantidade de produto que contém é de 0,1 kg.

0,001 kg de CO₂e/ kg de efluentes da eletricidade

0,0005 kg de CO₂e/ kg de efluentes da incineração de lodo

$PCF_{\text{Produto A}} = 0,001 \text{ kg de CO}_2\text{e/kg WWT eletricidade} * 100 \text{ kg} + 0,0005 \text{ kg de CO}_2\text{e/kg WWT incineração de lodo} * 100 \text{ kg} + 0,7 \text{ kg de CO}_2\text{e/kg WWT TOC} = 0,85 \text{ kg de CO}_2\text{e/kg}$

Mais informações podem ser encontradas em:

Hernández-Chover, V.; Bellver-Domingo, A., Hernández-Sancho, F.; (2018), Efficiency of wastewater treatment facilities: The influence of scale economies, Journal of Environmental Management, Volume 228, 77-84, ISSN 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.014>.

Exemplos gerais de diferentes abordagens de alocação

Emissões de CO ₂ das entradas kg/kg	Exemplos gerais de diferentes abordagens de alocação					
	Material de saída	Quantidades em kg	Quantidades em mol	Índice de N em kg N/kg	Preços em euros/kg	
	5.00	Produto A	0.2	0.3	0.1	20
		Produto B	0.4	0.5	0.2	5
		Produto C	0.3	0.2	0.3	1
	Total	0.9				

Alocação em massa	Massa em kg resultado	Fator de alocação: Massa / Massa total	Fator de alocação * emissão (B*5)	kg de CO ₂ por kg de produto (C / B)
Produto A	0.20	0.22	1.11	5.00
Produto B	0.40	0.44	2.22	5.00
Produto C	0.30	0.33	1.67	5.00
Total	0.90	1.00	5.00	

Alocação econômica	Produto: Valor * Preço em kg * Euro	Fator de alocação: renda / renda total	kg de CO ₂ por kg de produto (B * 5)
Produto A	4.00	0.63	3.17
Produto B	2.00	0.32	1.59
Produto C	0.30	0.05	0.24
Total	6.3		5.00

Alocação de índice de nitrogênio	Rendimento: Valor * N em kg	Fator de alocação: renda / renda total	kg de CO ₂ por kg de produto (B * 5)
Produto A	0.02	0.11	0.53
Produto B	0.08	0.42	2.11
Produto C	0.09	0.47	2.37
Total	0.19		5.00

Alocação estequiométrica	Rendimentos: Valor * mol	Fator de alocação: renda / renda total	kg de CO ₂ por kg de produto (B * 5)
Produto A	0.06	0.19	0.94
Produto B	0.20	0.63	3.13
Produto C	0.06	0.19	0.94
Total	0.32		5.00

