TOGETHER FOR SUSTAINABILITY

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

Versão 3.0 - Dezembro 2024

O Guia de PCF da Together for Sustainability

A indústria química enfrenta uma necessidade urgente de descarbonização — especialmente na cadeia de valor, 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.* Aumentar a transparência e a precisão dos dados no nível do produto é fundamental para reduzir emissões na cadeia de valor, além de representar um pilar estratégico para diversas iniciativas corporativas de mitigação climática.

O Guia de PCF da TfS é único, pois se baseia na riqueza de experiência e conhecimento da rede de membros da TfS para desenvolver normas para o setor químico, mantendo-se totalmente em conformidade com os métodos existentes, incluindo a ISO e o Protocolo de Gases de Efeito Estufa. O Guia de PCF criará benefícios para os membros da TfS, seus fornecedores, bem como para outras iniciativas do setor, como uma solução de entrada para o setor químico.

Ao aplicar o Guia de PCF, os membros da TfS e seus parceiros da cadeia de valor podem abordar de forma holística a integração das PCFs de produtos químicos em seus inventários corporativos de GEE, com foco nas emissões do Escopo 3 da Categoria 1 (Bens e Serviços Adquiridos). O guia abrangente instrui as empresas sobre como calcular e compartilhar as PCFs de seus próprios produtos químicos. Ele também fornece orientação sobre como calcular os inventários corporativos do Escopo 3.1 com base em dados específicos do fornecedor, apoiando a transparência e descarbonizando toda a cadeia de valor.

Sobre esta versão

Publicada originalmente em 2022, esta atualização de 2024 marca a terceira versão do Guia de PCF da TfS. Esta versão traz novas informações ao Capítulo 5 sobre o cálculo de PCF para produtos com balanço de massa. Ele inclui também uma nova seção no Capítulo 4 com orientações sobre a atualização da linha de base do Escopo 3 para empresas com metas climáticas do Escopo 3. Além disso, houve alterações em vários subcapítulos, como Captura e Utilização de Carbono, identificação e cálculo de resíduos de processos de múltiplas saídas com uma nova árvore de decisão, cálculo de produtos de balanço de massa ou uma abordagem nova e harmonizada da avaliação da qualidade dos dados e dos compartilhamentos de dados primários.

O Guia de PCF da TfS continuará sendo atualizado conforme necessário para garantir a conformidade com as principais metodologias de contabilização de carbono e requisitos para a elaboração de relatórios de GEE. A TfS publica regularmente materiais adicionais e conteúdos especializados para auxiliar na contabilização e divulgação de GEE, como o White Paper da TfS: Aprimoramento e Harmonização do Relatório do Escopo 3. Acesse o **site da TfS** para conferir as publicações mais recentes.

Esta seção do Guia fornece uma visão geral abrangente das alterações feitas desde a edição anterior, incluindo a lógica por trás delas e um resumo conciso de suas descrições técnicas. Ele foi projetado para ajudar os leitores familiarizados com versões anteriores a acompanhar essas atualizações e entender os fatores determinantes das mudanças.

Para leitores que estão tendo contato com este documento pela primeira vez, esta seção também serve como uma referência valiosa para compreender a evolução das diferentes versões do Guia ao longo do tempo. Embora o documento tenha alcançado um alinhamento significativo com outros guias, alguns dos elementos metodológicos mais recentes e complexos continuarão a evoluir para atender às necessidades emergentes da indústria e de outros setores. Essa abordagem iterativa permite que o Guia da TfS esteja sempre em conformidade com os requisitos atuais relacionados à Pegada de Carbono de Produtos e aos cálculos de emissões do Escopo 3 de acordo com os padrões gerais.

Além das modificações especificadas na Tabela E.1, ajustes editoriais menores foram aplicados, porém não são mencionados individualmente aqui.

Tabela E.1: Resumo das principais mudanças desta nova versão 3 (2024) em relação a: Guia para o Cálculo da Pegada de Carbono de Produtos para a Indústria Química versões 2.1 (2022) e 2.2 (2023)

Tópico:	"Onde encontrar" nos documentos das versões 2.1 e 2.2:	"Onde encontrar" no documentos da versão 3:	Descrição das alterações:	Resumo das alterações e justificativas técnicas que as motivaram:
1. Captura e Armazenamento ou Utilização de Carbono	Capítulo 5.2.10.4 (página 74)	Capítulo 5.2.10.4 (página 85)	Este Capítulo foi reescrito levando em consideração abordagens mais consistentes para o manuseio de créditos vinculados à redução de emissões de CO_2entre o fornecedor de CO_2e o usuário de CO_2 de forma consistente e alinhada com desenvolvimentos, padrões e diretrizes externos.	A abordagem de aplicação da DAC (Captura Direta do Ar) para distribuir os benefícios entre o fornecedor e o usuário de CO_2 apresenta desafios tanto práticos, quanto metodológicos. Com a DAC ainda em fase de desenvolvimento, a aplicação desta abordagem para créditos de expansão de sistemas que utilizam que utilizam CO_2enfrenta desafios significativos. Além disso, quando o processo de DAC é utilizado com eletricidade renovável, uma situação provável na prática, a abordagem metodológica da DAC não atribui créditos ao sistema que utiliza CO_2, retendo todos os créditos de captura de CO_2 com o fornecedor, o que pode comprometer a proposta inicial. Regulamentações externas sobre a contabilização da captura de CO_2e um sistema de certificação confiável podem ser exigidos para evitar que fornecedores e usuários de CO_2 gerem situações de dupla contagem dos benefícios de redução de emissões.
2. Recomenda-se cautela ao utilizar dados de PCF com base nos Guias da TfS para declarações comparativas de produtos.	Seção introdutória sobre o Escopo dos Guias de PCF (página 37)	Capítulo 5.3.3 (página 100)	Um texto adicional que inclui uma recomendação de que a PCF calculada com base somente nestes Guias não pode ser utilizada em declarações comparativas sobre os produtos.	Como a PCF abrange apenas uma das categorias de impacto relevantes em um estudo de ACV e a pegada de carbono é calculada como PCF Parcial (do berço ao portão), isso pode deixar de fora os impactos da pegada de carbono decorrentes de outros estágios do ciclo de vida ou de outras categorias de impacto e, portanto, o PCF Parcial pode não fornecer um quadro abrangente e completo para fazer afirmações comparativas sobre esses produtos.
3. Processo de inclusão para análise e aprovação das PCRs (Regras de Categoria de Produto) aceitas.	Capítulo 5.2.4 (página 42)	Capítulo 5.2.4 (página 52)	Esclarecimento adicional sobre o processo de aprovação a ser conduzido pelo Grupo Técnico Especializado da TfS para reconhecer as PCRs publicadas como "PCRs Aceitas pela TfS".	Esta medida busca proporcionar mais transparência ao processo adotado pelo Grupo de Trabalho Técnico para modificar as PCRs aceitas, conforme as Diretrizes da TfS, a cada nova versão do Guia de PCF da TfS.
4. Definições de Resíduos, conforme descrito na seção de Tratamento e reciclagem de resíduos.	Capítulo 5.2.8.4 (página 53)	Capítulo 5.2.8.4 (página 64)	Definições formais de resíduos foram incluídas nesta seção para garantir uma definição de resíduos alinhada às práticas e diretrizes globais.	Este nível de detalhamento proporciona uma base consistente para a definição de resíduos.
5. Definições dos métodos "*Reverse Cut-off*" e "*Cut-off Plus*" alinhadas com as definições oficiais do Protocolo de Gases de Efeito Estufa (GEE).	Tabela 5.4 (página 52)	Tabela 5.4 (página 73)	A referência às abordagens "*Reverse Cut-off*" e "*Cut-off Plus*" foi atualizada conforme as definições padronizadas do Protocolo de GEE.	Isso estabelece uma descrição consistente para tais abordagens de alocação, divisão ou concessão de créditos,com a taxonomia adotada por normas e diretrizes globais, como o Protocolo de GEE.
6. Alinhamento da Hierarquia de Alocação com as Diretrizes do Catena-X e WBCSD PACT	Capítulo 5.2.9 (página 63)	Capítulo 5.2.9 (página 76)	Ajustes foram realizados para assegurar que o texto e as tabelas pertinentes estejam em total conformidade com a hierarquia de Alocação estabelecida pelo Catena-X e WBCSD PACT.	A atualização na descrição da Hierarquia de Alocação é essencial para assegurar coerência e alinhamento com as diretrizes aplicáveis ao Setor e a Setores Correlatos.
7. Descrição da abordagem de balanço de massa na Análise do Ciclo de Vida	Capítulo 5.2.10.5 (página 79)	Capítulo 5.2.10.5 (página 88)	Os procedimentos para o cálculo de produtos com abordagem de balanço de massa na ACV foram apresentados, juntamente com um exemplo genérico ilustrando duas alternativas de cálculo.	Isso estabelece uma descrição consistente para tais abordagens de cadeia de custódia, garantindo conformidade com as práticas vigentes e os esquemas de certificação.
8. Compartilhamento de Dados Primários e Avaliação da Qualidade dos Dados alinhadas com as diretrizes do Catena-X, GBA e WBCSD PACT	Capítulo 5.2.11 (página 79)	Capítulo 5.2.11 (página 91)	Novos sistemas de avaliação e métodos de cálculo foram introduzidos após a harmonização com outros padrões. Os exemplos foram atualizados.	A revisão oferece uma orientação mais detalhada sobre este importante aspecto da avaliação e do relatório.

01 Introdução 8

03 Princípios do Relatório 14

02 Sobre o Guia 10

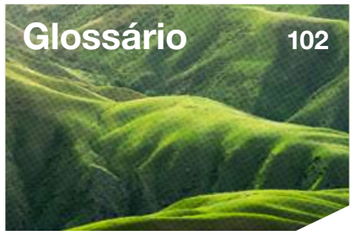
2.1 Histórico e Contexto **11**
2.2 Processo de governança para a revisão periódica do presente guia **11**
2.3 Declaração de problema **11**
2.4 Objetivo do Guia **11**
2.4.1 Concepção de um processo coerente para a coleta de dados sobre as emissões de Escopo 3.1 11
2.4.2 Incorporação de dados de PCF dos fornecedores nos cálculos de PCF a jusante 12
2.5 Importância do conteúdo considerado **13**
2.6 Metodologia e referência às normas e documentos de orientação vigentes **13**
2.7 Terminologia: deve, deveria e pode **13**

04 Guia para o cálculo de emissões em nível corporativo de Escopo 3.1 16

4.1 Definição do Escopo 3.1, Bens e Serviços Adquiridos **17**
4.2 Fundamentos do processo contábil 3.1 ..... **17**
4.3 Dados de atividade **19**
4.3.1 Coleta e processamento de dados de atividade 19
4.3.2 Agrupamento e priorização dos dados de atividade 22
4.3.3 Atualização e aprimoramento dos dados de atividade 24
4.4 Fatores de emissão **25**
4.5 Recálculo das emissões do ano-base do Escopo 3 – desafios e soluções **31**
4.6 Orientação adicional sobre cálculo e relatório **38**
4.6.1 Fabricação por contrato, incluindo manufatura terceirizada 38
4.6.2 Comércio de materiais/mercadorias 40
4.6.3 Permutas 40
4.6.4 Empreendimentos conjuntos/Acordos conjuntos 42
4.6.5 Reciclagem/conteúdo reciclado (o que reportar e onde: categoria 3.1 vs. categoria 3.12) 42
4.6.6 Emissões e remoções biogênicas 44
4.6.7 Ferramentas de mercado na contabilização das emissões de GEE do Escopo 3 44

05 Especificações para o cálculo da Pegada de Carbono dos Produtos dos Fornecedores 46

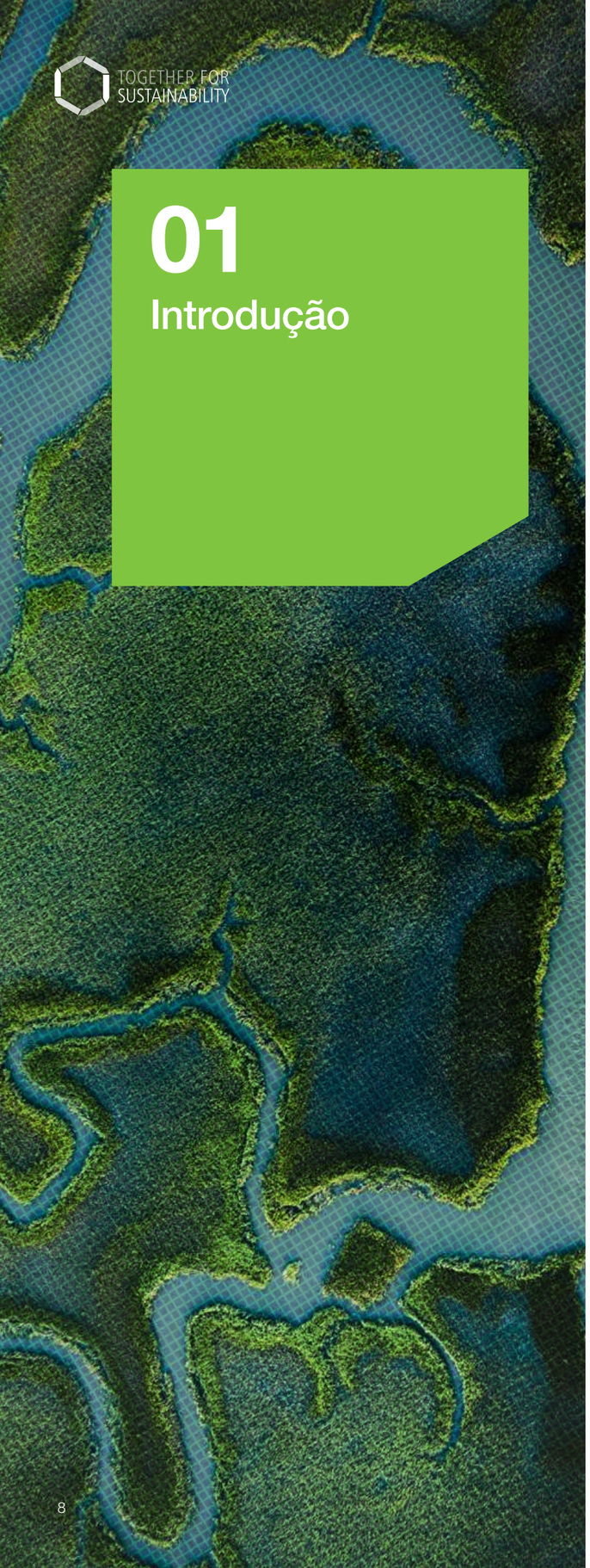
5.1 Objetivo e escopo **48**
5.1.1 Geral 48
5.1.2 Limites do sistema 48
5.1.3 Unidade Declarada (UD) de PCF 49
5.2 Regras de cálculo **51**
5.2.1 Etapas do cálculo de PCF 51
5.2.2 Escopo temporal 51
5.2.3 Critérios para eliminar determinadas atividades (*Cut-off*) 52
5.2.4 Padrões utilizados 52
5.2.5 Tipos e fontes de dados 54
5.2.6 Requisitos e fontes dos fatores de emissão 55
5.2.7 Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (ACV) 57
5.2.8 Requisitos dos dados de atividade 59
5.2.9 Processos de produção múltipla 76
5.2.10 Normas e requisitos adicionais 82
5.2.11 Qualidade e compartilhamento de dados primários 91
5.3 Verificação e relatório **98**
5.3.1 Verificação dos cálculos de PCF e certificação de empresas ou programas de PCF 98
5.3.2 Controle de qualidade 99
5.3.3 Dados para relatórios de PCF e informações complementares 100



Glossário 102

Referências 108

Anexos 111



TOGETHER FOR SUSTAINABILITY

01 Introdução

As mudanças climáticas são causadas principalmente pelas emissões antrópicas de GEE. Os impactos ligados à mudança do clima estão crescendo de forma significativa e são um enorme desafio para o mundo inteiro.

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 exige uma ação urgente para reduzir as emissões de GEE ao nível mínimo. O compromisso de alcançar emissões líquidas zero até 2050, no máximo, é um dos pilares desse processo. A indústria química contribui em 8%[1] para as emissões industriais globais de GEE e, portanto, deve desempenhar um papel importante na redução dessas emissões.

(1) Como desenvolver uma indústria química mais sustentável em termos climáticos | Fórum Econômico Mundial

As emissões de Escopo 3 são significativas para as empresas do setor químico. 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. As emissões de "Bens e Serviços Adquiridos", Escopo 3, Categoria 1 (Figura 1.1) merecem atenção especial, pois geralmente constituem a maior parte das emissões de Escopo 3 de empresas químicas, sendo um elemento-chave em sua estratégia de Emissões Líquidas 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. Portanto, é recomendável evitar comparações e declarações comparativas que se baseiem em uma PCF parcial (unidade declarada) para produtos.

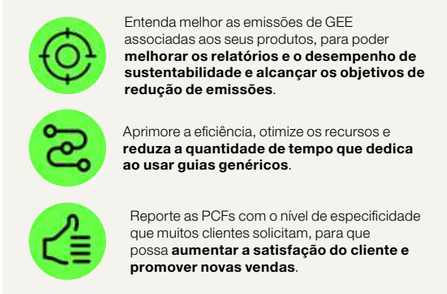
Os padrões genéricos são uma base para estes cálculos, mas não são suficientes, devido à falta de especificidade para aspectos essenciais da indústria química. O desenvolvimento de orientações específicas sobre como abordar estes desafios oferece uma importante oportunidade para realizar o potencial de acelerar significativamente a redução das emissões de GEE na indústria química (Figura 1.1).

Figura 1.1: Benefícios do Guia para o Cálculo de PCF da TfS para empresas. Os Bens e Serviços Adquiridos (Escopo 3.1) representam uma parcela significativa das emissões de GEE de diversas empresas do setor químico. O Guia de PCF da TfS permite que as empresas contabilizem as emissões de GEE do Escopo 3.1 de forma 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 uma PCF de alta qualidade e com alto nível de comparabilidade. Por outro lado, as PCFs dos fornecedores também podem ser usadas 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.

Dessa forma, a implementação de PCFs na contabilização do Escopo 3.1 depende de uma abordagem harmonizada que defina como as PCFs devem ser calculadas, considerando todas as particularidades 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 do setor químico com a aplicação do Guia para o cálculo de PCF da TfS. 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 busca fornecer instruções para o cálculo e a implementação do relatório subsequente de emissões do Escopo 3.1, com o objetivo de criar transparência na cadeia de fornecimento e comparabilidade no setor químico. O cálculo subjacente de PCFs como base para o relatório das emissões do Escopo 3.1 é fornecido, e recomendações são feitas sobre como compartilhar as PCFs, incluindo informações adicionais (atributos dos 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 as PCFs. Está em conformidade com os padrões de cálculo da ISO 14067 e Protocolo de GEE.

02 Sobre o Guia

2.1 Histórico e Contexto

A iniciativa global do setor químico, TfS, criou um guia global e de código aberto, específico para o cálculo de PCF e para a elaboração de relatórios do Escopo 3.1. Pode ser aplicado na indústria química e em outros setores. Trata diversos desafios da seguinte forma:

- As emissões de 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* de 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 compararem e estimarem diretamente o impacto climático dos produtos. Os responsáveis devem verificar a aplicabilidade do Guia aos seus produtos específicos e apresentar justificativa caso não seja aplicável.

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)].

Anteriormente, o cálculo e o relatório das emissões de GEE do Escopo 3 apresentavam diferenças entre as empresas do setor químico, em função das diversas opções disponíveis ao adotar os padrões de GEE reconhecidos internacionalmente. Este documento foi criado para oferecer uma orientação uniforme para que empresas do setor químico calculem as Pegadas de Carbono de Produto (PCF) ou as emissões provenientes de Bens e Serviços Adquiridos (Escopo 3.1). [WBCSD (2013), ICCA & WBCSD (2013), WBCSD (2014)].

Seguir este guia permitirá que as empresas membros da TfS e seus fornecedores alinhem suas práticas de contabilização e relatórios de GEE. A implementação de um padrão uniforme de relatório permitirá maior comparabilidade entre empresas do setor químico, trazendo benefícios para as empresas, clientes, investidores e outras partes externas envolvidas nas 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, internas e externas ou parceiros comerciais. Além disso, a TfS tem como objetivo inspirar outros setores que enfrentam problemas semelhantes a melhorar seus respectivos padrões de relatórios.

2.2 Processo de governança para a revisão periódica do presente Guia

Este documento é a terceira versão do Guia de PCF desenvolvido pela TfS para ajudar empresas químicas a melhorar o cálculo e o relatório das pegadas de carbono dos produtos e das emissões decorrentes de Bens e Serviços Adquiridos (Escopo 3.1). A TfS está ciente de que a versão atual deste Guia pode e deve ser desenvolvida no futuro, pois os padrões 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. Uma análise da relevância de lacunas nos padrões contribuiu para o desenvolvimento e a inclusão de novos conteúdos. Quais dos elementos faltantes são significativamente relevantes para a indústria química e o Escopo 3.1? Precisamos nos aprofundar em certos pontos? Se sim, onde?

Abordar problemas e requisitos. Por exemplo:

- o limite de um inventário do ciclo de vida "do berço ao portão" 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” 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 de PCF.

2.4.2 Incorporação de dados de 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 a PCF para determinar aplicações significativas do berço ao túmulo. O Guia oferece suporte indireto para a elaboração dos relatórios nessas categorias, embora este não seja o foco principal. Entretanto, o uso de materiais reciclados ou materiais de origem biológica provenientes de aplicações *downstream* também é considerado aqui.

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 busca padronizar a contabilização das emissões de Escopo 3.1 (Bens e Serviços Adquiridos) e a avaliação das pegadas de carbono de produtos (PCFs) 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", no 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 (Figura2.1)]

Figura 2.1: Categorias principais de emissões de Escopo 3 aplicáveis às empresas do setor químico. (Guia para Contabilização e Relatório de Emissões Corporativas de GEE na Cadeia de Valor do Setor Químico, WBCSD, 2013)

A segunda parte deste Guia foca nas especificações para incorporar os dados sobre a PCF dos fornecedores nos cálculos de PCF dos clientes *downstream*. Como os produtos químicos frequentemente utilizados em processos subsequentes, as PCFs desses produtos são essenciais para calcular a contribuição da indústria química para a PCF de produtos em outras indústrias e aplicações. As empresas que compram esses produtos reportam os valores de PCF na categoria 3.1 de sua contabilidade corporativa.

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 a 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 14067: 2019
- ISO 14040: 2006/Amd 1:2020
- ISO 14044: 2006/Amd 2:2020

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 uma 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 (2023), 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 do padrão. "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].

Este padrão utiliza uma linguagem precisa para diferenciar os níveis de obrigação que uma empresa deve lidar ao seguir as diretrizes propostas. Conforme estabelecido pela 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 **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]

TÜVRheinland CERTIFIED
Certified Calculation Method
Regular Surveillance
www.tuv.com
ID 0000084092

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

03 Princípios do Relatório

O cálculo e o relatório das emissões de GEE de 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.

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 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.

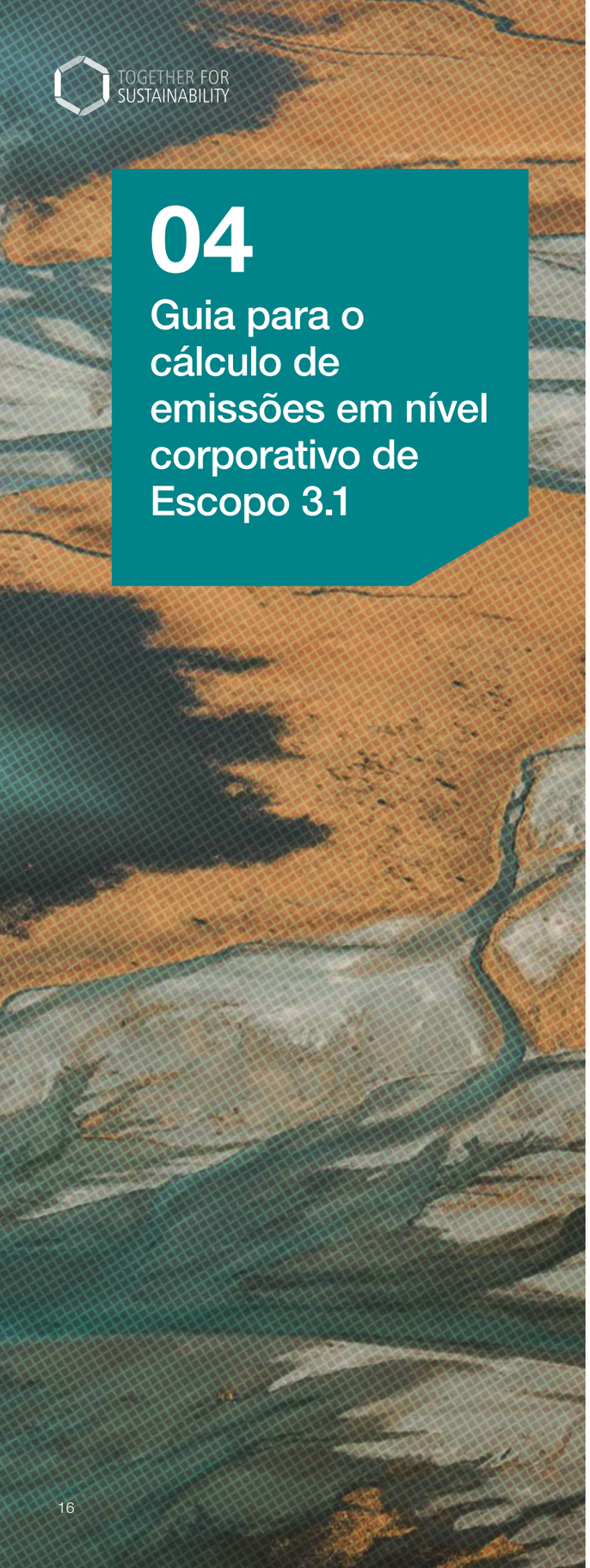
Transparência

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[1]. 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.

(1) No caso de balanceamento de massa, produtos convencionais (não balanceados) são impactados pelo uso específico de matérias-primas sustentáveis para os produtos balanceados por massa. Desta forma, a mistura efetiva de insumos não é incluída na PCF dos produtos não balanceados por massa, garantindo que não haja dupla contagem e que o balanço de CO_2 seja equilibrado.



TOGETHER FOR SUSTAINABILITY

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

O sistema de produto para a PCF do berço ao portão corresponde à soma das emissões de GEE, expressas em equivalentes de CO_2 associadas a um produto — desde a extração dos recursos até o portão da empresa responsável pelo relatório, 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.

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

No contexto dos relatórios corporativos, PCFs são usadas 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 CO_2e do Escopo 1** são o resultado dos processos de produção que pertencem ou são controlados pela empresa responsável pelo relatório. 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 CO_2e do Escopo 2 resultam da geração de energia adquirida, como eletricidade e vapor, usados para alimentar as instalações da empresa que está relatando.

As **emissões de CO_2e do Escopo 3** ocorrem a partir de fontes que pertencem ou são controladas por terceiros na cadeia de valor. O Escopo 3 é subdividido em 15 categorias [Padrão do Protocolo de GEE para a Cadeia de Valor Corporativa (Escopo 3)], que abrangem as emissões da cadeia de valor *upstream* e *downstream*. Este Guia foca no Escopo 3.1, que abrange Bens e Serviços Adquiridos, com ênfase principal nos bens comprados. Embora suas emissões possam ser pertinentes, outras categorias do Escopo 3 não são consideradas neste documento; cabe às empresas do setor químico analisar a relevância dessas categorias e seus efeitos sobre suas PCFs. Se o transporte *upstream* não for incluído como parte do Escopo 3.1, ele deverá ser reportado como parte do Escopo 3.4, que não é abrangido por este documento.

No caso de empresas do setor químico, os bens adquiridos mais contaminantes são, geralmente, matérias-primas utilizadas e transformadas em produtos. Para o relatório corporativo anual, os valores de PCF de cada bem adquirido são somados e reportados na categoria Escopo 3.1. Baseadas nas informações sobre a PCF desses bens adquiridos, as empresas calculam a PCF de seus produtos finais para obter um resultado do berço ao portão da fábrica. A PCF resultante serve como base de cálculo para o produtor sucessivo na cadeia de fornecimento.

4.1 Definição do Escopo 3.1, Bens e Serviços Adquiridos

Segundo o Protocolo de Gases de Efeito Estufa [Padrão do Protocolo GEE para Cadeia de Valor Corporativa (Escopo 3)], esta categoria contempla todas as emissões *upstream* (ou seja, do berço ao portão) relacionadas aos produtos adquiridos ou comprados pela empresa que realiza o relatório. Os produtos incluem tanto bens (produtos tangíveis), quanto serviços (produtos intangíveis). Esta categoria inclui emissões de todos os bens e serviços adquiridos que não estão incluídos em outras categorias de emissões *upstream* do 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 que faz o relatório (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*;
- embalagens e outros materiais auxiliares (como, por exemplo, agentes filtrantes).
- 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, desde que não seja custeado por ela;
- qualquer outra atividade anterior à aquisição por parte da empresa relatora.

O Capítulo 5 explica como deve ser calculada a PCF do berço ao portão. 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 a 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 apresentados pelos fornecedores estão dentro de um prazo aceitável, conforme especificado no item 5.2.2, e não estão desatualizados;
- a unidade declarada se encaixa exatamente à forma em que a empresa utiliza o produto;
- a qualidade e a concentração são compatíveis com o produto usado;
- a qualidade dos dados é suficiente para ser usada nos relatórios;
- a variação entre diversos fornecedores é plausível e respaldada por evidências;
- os atributos entregues com a PCF do produto devem ser completos e representativos.

4.2 Fundamentos do processo contábil 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, 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. Desta forma, os limites de inventário e as fontes de dados de atividade, assim como os fatores de emissão, devem ser selecionados cuidadosamente. Portanto, é importante buscar a melhoria contínua da qualidade dos dados para que as emissões possam ser caracterizadas com a maior

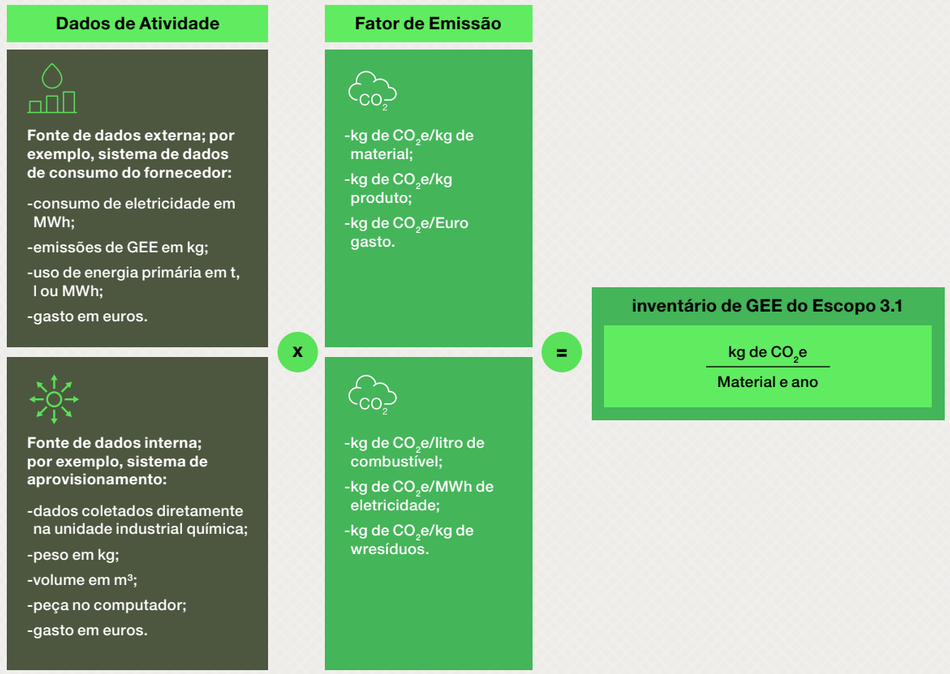
precisão possível. Qualquer mudança em relação aos anos anteriores pode interferir no inventário de GEE de Escopo 3 de uma empresa e, portanto, deve ser feita somente sob uma análise cuidadosa da importância da atividade e o beneficio esperado de uma maior qualidade dos dados. No entanto, para garantir a comparabilidade ao longo do tempo, qualquer alteração nas práticas de cálculo deve ser divulgada de maneira transparente e pode requerer o recálculo das emissões 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 CO_2emitido 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 classifica os cálculos de gases de efeito estufa em quatro métodos básicos: Gasto, Média, Híbrido e do Fornecedor [Guia de Cálculo do 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 escolha de um método específico pode variar de acordo com os objetivos estratégicos da empresa, da relevância das emissões de bens e serviços no Escopo 3.1 e da disponibilidade e quantidade de dados. Se a qualidade dos dados for adequada, valores fornecidos diretamente pelos fornecedores devem ser preferidos.

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 despesas 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 PAG (Potencial de Aquecimento Global) do gás de efeito estufa correspondente para calcular o CO_2e. 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 de não relacionados à produção. Fazendo isto, é possível alinhar com as práticas de aprovisionamento 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 de 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 utiliza para fabricar um produto, prestar um serviço, vender, armazenar e entregar mercadorias, ou que também são necessários para possibilitar a aplicação precisa dos produtos químicos pelo 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 (também conhecida como aquisição indireta) abrange bens e serviços adquiridos que não são parte integrante dos produtos da empresa, mas que são utilizados para sustentar as 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 para a Cadeia de Valor Empresarial (Escopo 3) Norma]

Os processos envolvidos na geração, preparação e manipulação de dados de atividade são apresentados na Figura 4.2 e explicados detalhadamente abaixo.

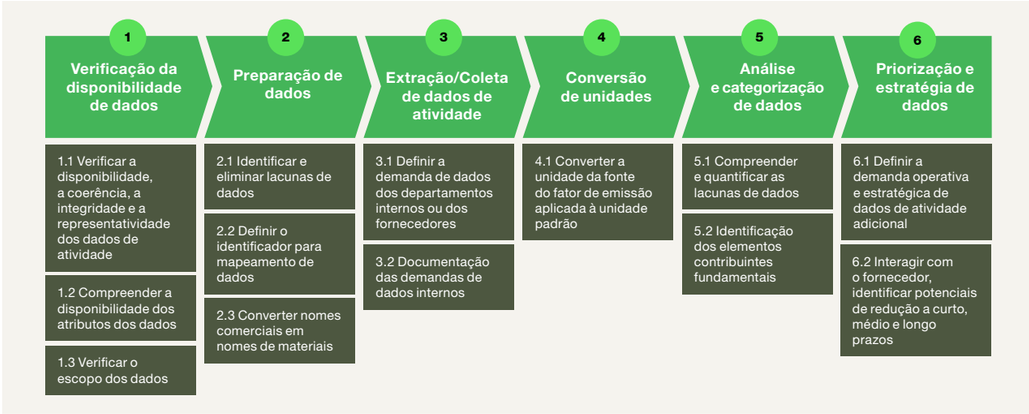
Verificação da disponibilidade de dados

1.1) É possível obter dados de atividade através de leituras de medidores, registros de compras, monitoramento direto, balanço de massa, estequiometria ou outros métodos para coletar dados de atividades específicas na cadeia de valor da empresa; consulte os textos nas seções 5.2.5 e 5.2.8. Os dados da atividade podem ser obtidos de sistemas internos de aquisição e/ou ERP ou solicitados diretamente ao fornecedor.

Dados sobre gastos, massa, volume e quantidades de produtos devem ser solicitados internamente. Além disso, é necessário compreender os sistemas internos, suas frequências de atualização, unidades, formatos, disponibilidade de valores previstos e possíveis alterações, bem como antecipar as implicações para o sistema de contabilização pretendido. A disponibilidade dos dados dentro do ciclo de contabilidade 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

Figura 4.2: Etapas principais do processo de geração, preparação e tratamento de dados da atividade do Escopo 3.1



(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.

1.3) Na última etapa de verificação, os dados extraídos do sistema interno devem ser conferidos para garantir sua precisão e coerência. Tais verificações podem ser feitas internamente, dispensando a necessidade de verificação externa.

Preparação para a coleta de dados

2.1) Apesar dos dados sobre despesas geralmente serem bastante completos devido às exigências da contabilidade financeira, os dados físicos sobre a quantidade, volume ou massa de bens adquiridos podem estar incompletos e/ou inconsistentes. Como o processo de compras das empresas costuma envolver dezenas ou até centenas de pessoas, uma alteração durante a 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. A Tabela 4.1 apresenta uma lista de identificadores já adotados no setor químico, com destaque para o Chemical Abstract Service (CAS), amplamente aceito e utilizado pelas empresas químicas e por fornecedores de dados sobre 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

Abreviaturas	
Número de Registro do Chemical Abstracts Service (CAS)	O Número de Registro CAS funciona como um identificador exclusivo para substâncias químicas, permitindo uma comunicação eficiente e, com a assistência dos especialistas da CAS, integrando todos os dados e estudos relacionados a essas substâncias[1].
Sistema de Entrada de Linha de Entrada Molecular Simplificada (SMILES)	O sistema de entrada de linha simplificada para entrada molecular (SMILES) é uma linguagem baseada em ASCII que descreve estruturas químicas de maneira concisa e padronizada[2].
ECLASS	ECLASS é um sistema de padronização de dados reconhecido mundialmente e compatível com as normas ISO/IEC para bens e serviços[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[4].
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)[5].
Inventário Alfandegário Europeu de Substâncias Químicas (ECICS)	O Inventário Aduaneiro Europeu de Substâncias Químicas é uma ferramenta de informação gerenciada pela Direção Geral (DG) de Tributação e União Aduaneira da Comissão Europeia que permite 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[6].
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[7].

(1) https://www.cas.org/cas-data/cas-registry
(2) https://www.chemeurope.com/en/encyclopedia/Simplified_molecular_input_line_entry_specification.html
(3) https://www.eclass.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/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 de 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 associa manualmente fatores de emissão e dados de atividade com base nos nomes dos materiais exigiria um nome de material claro 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 (consulte os atributos típicos de dados), devem ser fornecidas informações gerais sobre os dados disponíveis e os formatos de arquivo.

- Data da extração de dados.
- Sistema de dados usado e versão.
- Pontos de dados relevantes (PCF/dados de inventário: massa, volume, 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) A gestão de solicitações de dados, tanto externos quanto internos, exige a extração de dados dos sistemas de ERP ou de compras das empresas responsáveis pelos relatórios. As extrações realizadas em bancos de dados (por exemplo, por meio de consultas) devem ser devidamente documentadas e armazenadas para garantir a comparabilidade e a consistência ao longo do tempo, além de oferecer segurança no processo de verificação pela empresa de auditoria.

Conversão de unidades

4.1) Dados de atividade claramente especificados podem ser apresentados em unidades diferentes ou incompatíveis com as unidades usadas nos conjuntos de dados de fatores de emissão. Embora a conversão entre unidades de medida (métricas/imperiais) ou monetárias possa ser gerenciada com fatores padronizados, a conversão entre unidades físicas diferentes (como volume para massa ou unidade para massa) requer fatores específicos do produto ou 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 que faz o relatório 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 pontos críticos baseada em dados físicos ou de despesas pode ajudar a identificar os principais fornecedores, além dos bens e serviços que mais influenciam o inventário. A categorização de bens e serviços com propriedades comparáveis pode ser útil para resolver as lacunas de dados identificadas no item 5.1.

Priorização e estratégia de dados

6.1) A análise dos dados pode revelar áreas de alta prioridade por fornecedor, categoria de produtos e serviços, bem como identificar demandas adicionais de informações. A estratégia de dados deve especificar as demandas operacionais e estratégicas, assim como as abordagens, os processos e os sistemas necessários para preencher essas lacunas.

6.2) É pouco provável que todos os fornecedores de uma empresa responsável pela elaboração do relatório possam oferecer dados sobre a PCF. Em tais casos, as empresas devem estimular os fornecedores a desenvolverem inventários de GEE. Caso os dados de emissões de GEE dos fornecedores não estejam disponíveis, devem ser utilizados fatores de emissão de outras fontes (consulte o 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.

Passo 1: Agrupamento

Para uma empresa química com milhares de bens e serviços adquiridos, agrupar suas próprias compras 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 melhorar a organização e o processamento de dados, o agrupamento pode ser aplicado, por exemplo, às categorias de compras, subcategorias ou grupos 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

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

uma categoria de substâncias (quimicamente) relacionadas (consulte o Capítulo 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 despesas podem ser usados para agrupar os bens. A classificação com base em grupos setoriais internacionalmente reconhecidos (como os códigos NACE) pode ser vantajosa, seguindo a abrangência e os critérios utilizados para agrupar setores e regiões em tabelas e modelos de entrada e saída ambientalmente estendidos (EEIO)' , como Exiobase ou as diretrizes de 2014 do Defra/DECC para os Fatores de Conversão de GEE para Relatórios Corporativos (Tabela 13 – Emissões indiretas da cadeia de suprimentos). Este documento disponível publicamente oferece fatores de emissão baseados em despesas para mais de 100 grupos de produtos ou setores, conforme a classificação industrial padrão.

Passo 2: Priorização

Priorização das atividades em função da magnitude das emissões de GEE

A maneira mais precisa de identificar atividades prioritárias é utilizar métodos iniciais de cálculo de GEE (ou triagem) para avaliar quais bens ou serviços do Escopo 3.1 têm maior impacto em termos de volume, considerando fatores como peso adquirido ou despesas. Uma abordagem quantitativa oferece a compreensão mais precisa sobre a dimensão relativa das várias atividades do 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.

As organizações devem considerar se há materiais ou atividades com alto consumo de GEE ou energia na cadeia de valor dos produtos adquiridos, como, por exemplo, materiais à base de metais preciosos, como catalisadores. [Protocolo de GEE para a Cadeia de Valor Corporativa (Escopo 3)].

As empresas podem considerar útil diferenciar entre compras de produtos relacionados à produção (como materiais, componentes e peças) e produtos não relacionados à produção (como móveis, materiais de escritório e suporte de TI). Esta distinção pode estar alinhada com as práticas de aprovisionamento 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: Exemplo de variações no relatório do Escopo 3.1 com base na contribuição relativa de diferentes matérias-primas.

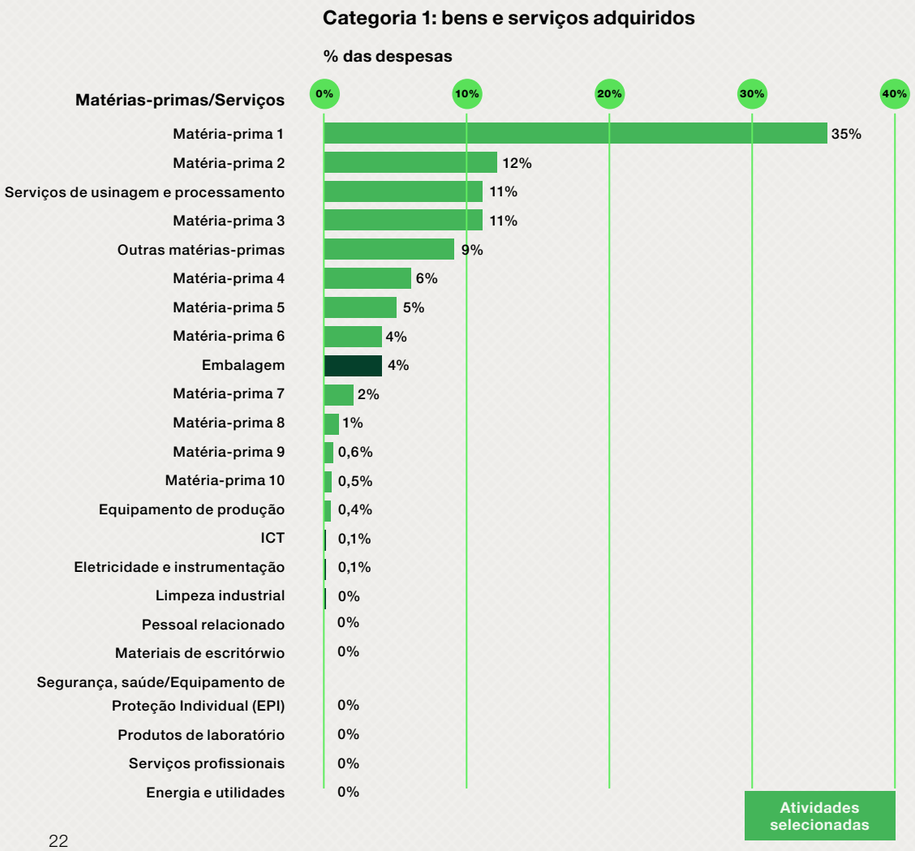


Tabela 4.2: Priorização de Bens e Serviços Comprados considerando CO_2 em comparação com os gastos. Aplicando a regra 80/20, a priorização com base nos 80% das emissões de CO_2 foca apenas em matérias-primas, enquanto os 80% das despesas abrangem matérias-primas e serviços.

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 nas despesas é o menos preciso, já que 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 relevância financeira relativa. As empresas podem realizar uma análise de gastos financeiros para organizar os tipos de produtos adquiridos na cadeia *upstream* de acordo com sua participação nos gastos totais da empresa (para um exemplo, veja o estudo de caso empresarial à direita).

As empresas devem ser prudentes na hora de priorizar as atividades em função de suas contribuições financeiras, já que os gastos 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.

É importante observar que os fatores de emissão nas diretrizes de 2014 da Defra/DECC para Fatores de Conversão de GEE em Relatórios Empresariais foram mantidos apenas até 2011 e se referem a Libras Esterlinas de 2011 (incluindo IVA). 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 realizou uma análise baseada em emissões e despesas para priorizar seus Bens e Serviços Adquiridos antes de coletar dados para a categoria de Escopo 3.1. A organização se propôs a identificar os Bens e Serviços Adquiridos que, combinados, respondessem por, pelo menos, a 80% das emissões e a 80% do total de despesas. A Tabela 4.2 ilustra as diferenças nos resultados da priorização ao se considerar os gastos, em vez das emissões de GEE. Em particular, a inclusão de grandes despesas causa grandes variações.

4.3.3 Atualização e aprimoramento dos dados de atividade

Anualmente, a empresa responsável pelo relatório deve revisar e atualizar os valores de Bens e Serviços Adquiridos. A empresa também deve contabilizar as novas categorias e tipos de compras. Todos os erros materiais identificados que afetariam os cálculos do ano anterior devem ser corrigidos para os cálculos do ano atual e do ano anterior, conforme descrito em mais detalhes no Protocolo de GEE [Padrão da Cadeia de Valor Corporativo (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 corrente 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 perceber com o tempo que algumas compras devem ser alocadas em uma categoria do Escopo 3 distinta daquela 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. Esse tipo de alteração pode exigir o recálculo das emissões do ano-base para garantir a consistência das comparações.

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 com base em fatores de emissão pode gerar variações significativas e incertezas, tornando a disponibilidade de fatores de emissão adequados um elemento crucial para a qualidade do inventário de GEE do Escopo 3.1. Os passos a seguir fornecem orientações sobre as melhores práticas para identificar e utilizar 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 múltiplas fontes, com diferentes níveis de qualidade e escopos. A Tabela 4.3 fornece um resumo dos diferentes tipos de dados disponíveis. Fatores de emissão retirados de bancos de dados devem ser provenientes de fontes verificadas. Alguns exemplos de fontes de fatores de emissão:

- dados verificados de associações em conformidade com a norma ISO 14067;
- bancos de dados de Análise de Ciclo de Vida (ACV), como Sphera Managed LCA content (MLC), Ecoinvent, Carbon Minds, Agribalyse e ELCD (PEF);
- bancos de dados nacionais oficiais de fatores de emissão, incluindo US EPA, IEA, Defra (como DECC para dados financeiros), entre outros;
- dados do fornecedor.

2) Extração de dados

A empresa deve estabelecer uma priorização interna sobre quais dados serão utilizados para monitorar as emissões provenientes da base de fornecedores (Figura 4.3). Essa priorização interna dos fatores de emissão irá contribuir para que a empresa desenvolva um inventário consistente, considerando seu objetivo de reduzir as emissões do Escopo 3.1 e orientar suas metas relacionadas (veja 1.2 na Figura 4.4). As orientações para a priorização de fatores de emissão estão detalhadas no fluxograma apresentado na Figura 4.5. 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. A empresa responsável pela elaboração do relatório deve utilizar os fatores de emissão mais específicos e precisos disponíveis para para garantir a máxima qualidade no inventário de emissões do Escopo 3, Categoria 1. Para isso, recomenda-se a implementação de um Plano de Gestão de Dados, que pode contribuir para o aprimoramento contínuo dos dados e, dependendo do volume de informações, auxiliar na priorização dos esforços (veja o item 1.3 na Figura 4.4). 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 4.3.

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

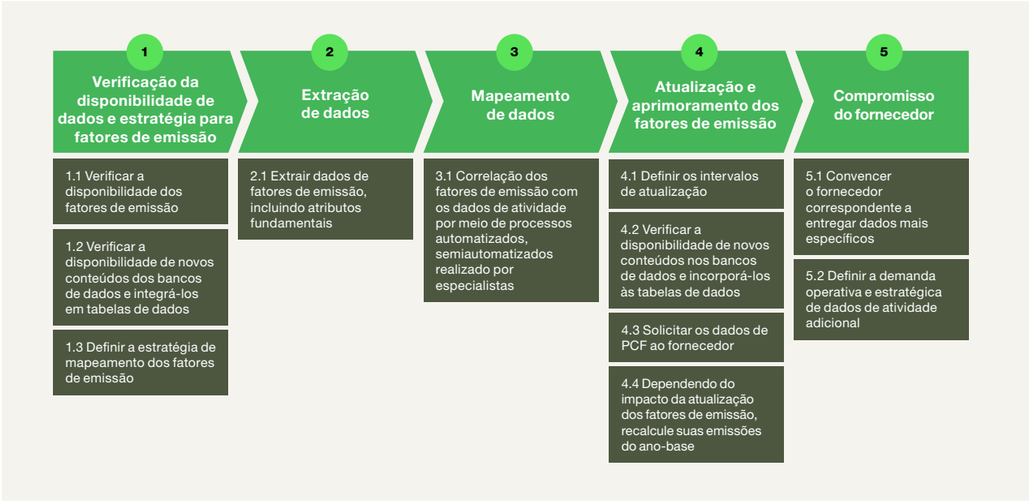


Tabela 4.3: Resumo das fontes de dados acessíveis para a contabilização das emissões do Escopo 3.1.

Definição	EEIO	ACV médio do setor	PCF específico	PCF do fornecedor	Híbrido	OCF*
Descrição	Fatores de emissão setoriais/ nacionais/ 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 específico do fornecedor, alocado para os Escopos 1 e 2, além de dados de atividades e dados médios de Fatores de Emissão (EF) relacionados ao Escopo 3 dos fornecedores	OCF específico do fornecedor para os Escopos 1, 2 e 3 (em euros, unidades físicas ou emissões absolutas de CO_2)
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 no 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 pontos críticos (país, contribuição do grupo de materiais)	Amplo portfólio de produtos	Captura de reduções de emissões por meio de 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 aquisição ou ERP do fornecedor
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 de CDP do fornecedor
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

* OCF = Pegada de Carbono Organizacional

Definição	EEIO	ACV médio do setor	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	Dados de EF frequentemente incompletos 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	Dados físicos de atividade frequentemente incompletos 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 Desafiador para 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 a 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 utilizar fatores de emissão com menor precisão de dados (por exemplo, métodos baseados em despesas ou dados médios), a empresa responsável pelo relatório pode adotar metodologias 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 consistência. As empresas devem calcular as emissões de pelo menos 80% (em volume, peso ou gastos — consulte a Tabela 4.2 para uma abordagem de priorização) dos Bens e Serviços Adquiridos, e, em seguida, extrapolar os resultados 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 4.3 é apresentado um resumo das fontes de dados.

Tabela 4.4: Estratégias para estimar e contabilizar as emissões do 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	• 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 médio do setor que não tenha cobertura total com relação à tecnologia, geografia ou tempo, em vez de uma média do setor que tenha cobertura total (*proxy*)	• 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 atividade semelhantes (por exemplo, bens e serviços adquiridos)	Construa um grupo de produtos químicos baseados em: • agrupamento SIC ou NAICS; • estrutura química semelhante; • tecnologia/processo de produção igual ou similar Aplique a PCF de um produto que representa o grupo específico em relação à tecnologia, geografia e tempo	Aplique a 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 descrito 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 a PCF média, pode optar por coletar dados de 20 produtos selecionados de forma aleatória como uma amostra representativa
Uso de técnicas de *proxy*	Extrapolar, ampliar ou personalizar dados para que sejam mais representativos da determinada atividade	• 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

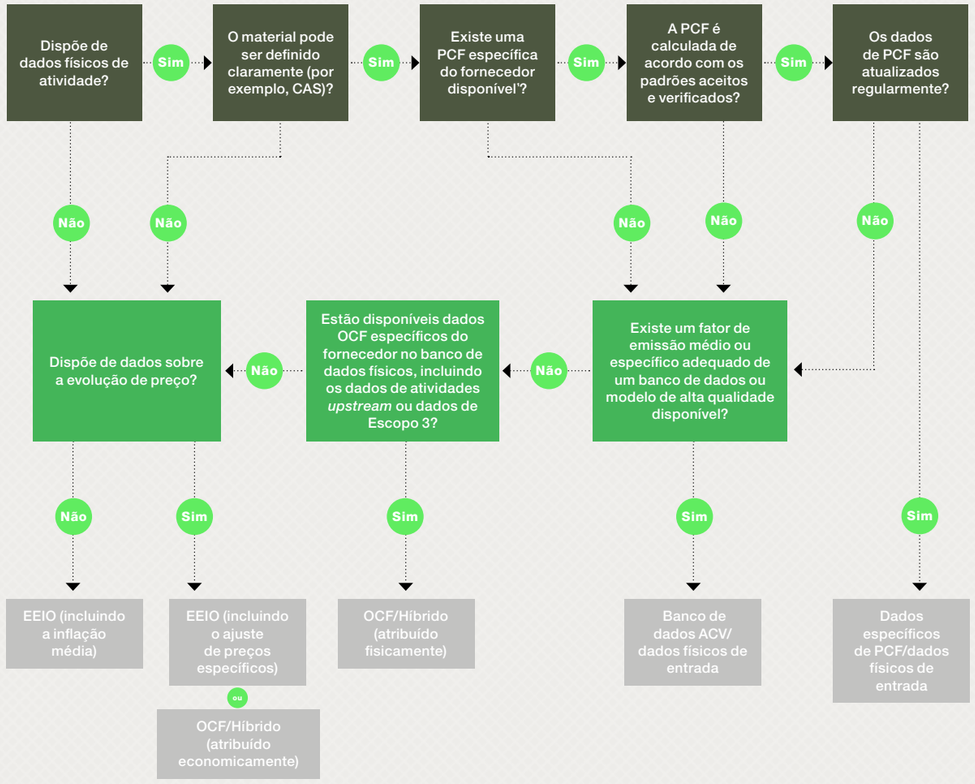
Se dados de qualidade suficientes não estiverem disponíveis para cobrir 80%, no mínimo, as empresas podem usar dados indiretos para preencher as lacunas de dados. Os dados de *proxy* são dados de uma atividade semelhante usados como substitutos da atividade em questão. Os dados de *proxy* podem ser extrapolados, ampliados ou personalizados para serem mais representativos de uma determinada atividade (por exemplo, dados parciais de uma atividade que é extrapolada ou ampliada para representar 100% da atividade). [Padrão da Cadeia de Valor Corporativo (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. Considerando que os fatores de emissão de um mesmo material podem variar conforme o banco de dados de ACV, é necessário definir uma priorização que restrinja o uso excessivo de bancos de dados, assegurando comparabilidade e consistência ao longo do tempo. Atualmente, os dados específicos dos fornecedores são geralmente transferidos de forma manual (como em tabelas Excel). Porém, no futuro, isso será feito por meio de ferramentas e interfaces padronizadas (consulte a solução de Intercâmbio de PCF da TfS). 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 consistentes de atributos estão disponíveis com o formato do Sistema Internacional de Dados de Referência sobre o Ciclo de Vida (LCD), 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. O modelo de dados de PCF da TfS apresenta os atributos relevantes para o intercâmbio de dados de PCF entre empresas.

Na Figura 4.5 é mostrada uma diagrama de decisões que auxilia o processo de decisão.

Figura 4.5: Fluxograma para a escolha de fatores de emissão (nota: de acordo com o Capítulo 5.2.2 deste guia, as PCFs têm um período de validade de até três anos e devem ser atualizadas antes do término desse período).



(1) Fornecedores podem disponibilizar dados primários e secundários. O fornecedor dos dados específicos deve considerar todos os aspectos descritos no Capítulo 5. Os dados devem ser verificados conforme descrito no Capítulo 5.3.

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 às metas de redução de GEE, muitas empresas podem optar por atualizar anualmente seus inventários de emissões (consulte 4.1 na Figura 4.4). 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 por trás 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 da 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. Os requisitos sobre o período de validade dos dados de PCF dos fornecedores são apresentados no Capítulo 5.2.2. Uma formalização e/ou automatização do processo de atualização dos fatores de emissão pode estabilizar o processo e reduzir os esforços. A solicitação de dados de PCF dos fornecedores pode exigir planejamento antecipado e intercâmbio com o respectivo fornecedor (veja o item 4.3 na Figura 4.4). 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, a mudança de um conjunto de dados médio do setor de um banco de dados de LCA 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) ajustar também as emissões do ano-base e quaisquer outros cálculos do ano anterior com o novo fator de emissão (compare o Capítulo 4.5 sobre recálculo da linha de base). Para migrar de um método baseado em despesas para um método mais detalhado e específico para fornecedores, a empresa deve:

- eliminar ou minimizar os dados baseados em gastos específicos para o bem ou serviço adquirido de interesse no inventário do 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 contabilização às emissões do ano-base e em todos os cálculos de anos anteriores.

Isso provocaria a uma combinação dos métodos de cálculo.

Por exemplo, a Empresa A tem um gasto anual total de 5 milhões de dólares com Bens e Serviços Adquiridos. Deste valor, $100.000 são destinados à compra de 300 kg do Insumo Y. Apesar de a Empresa A utilizar o método baseado em gastos para calcular suas emissões de Escopo 3, o Fornecedor do Insumo Y agora pode disponibilizar uma PCF para o produto. A PCF do Insumo Y é de 10 kg CO_2e por kg. Para realizar essa transição, a Empresa A segue as etapas descritas a seguir:

US$ 5.000.000 - US$ 100.00 **= US$ 4.900.000 ainda utilizando o método baseado em gastos**

300 kg de insumo Y adquirido
x 10 kg de CO_2e/kg de insumo Y adquirido
= 3.000 kg de CO_2e para o insumo Y

Total para a Categoria 1 do Escopo 3 – Bens e Serviços Adquiridos **= Emissões de GEE obtidas pelo método baseado em gastos para $4.900.000 em despesas + 3.000 kg CO_2e do Insumo Y**

As empresas devem incentivar seus fornecedores a desenvolver e relatar dados sobre as emissões de GEE (veja o item 5.1 na Figura 4.4). Uma colaboração estreita com os fornecedores pode contribuir para estabelecer um entendimento comum sobre as informações relacionadas às emissões e sobre as oportunidades e benefícios de alcançar reduções de GEE. Uma participação ativa pode ajudar ambas as partes a identificar com mais clareza os principais fatores de emissões, tanto na cadeia *upstream*, quanto no uso e descarte do produto. Pode, ainda, ajudar a aliviar preocupações relacionadas ao intercâmbio de dados de PCF. Por último, é necessário definir no plano de gestão de dados uma demanda estratégica e operacional por fatores de emissão, em conformidade com os objetivos de redução de GEE da empresa que realiza o relatório (ver o item 5.2 na Figura 4.4).

A importância dos dados do fornecedor

O processo de descarbonização não será linear. Ela ocorrerá em diferentes ritmos, dependendo do setor, localização geográfica, regulamentações e dinâmicas de mercado. Em outras palavras, algumas empresas e produtos se tornarão de baixa emissão de carbono mais rápido do que outras. Devido a essas dinâmicas, os fatores de emissão regionais e globais podem superestimar ou subestimar as emissões reais de um bem adquirido. A incerteza gerada por isso está se tornando uma preocupação urgente para as empresas que buscam acompanhar o progresso em direção às metas climáticas do 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 CO_2e por kg de produto) para os bens adquiridos relevantes.
- Fatores de intensidade de carbono da receita (kg CO_2e por € ou USD de faturamento) aplicáveis aos Bens e Serviços Adquiridos relevantes.

Ao utilizar fatores de emissão dos fornecedores, é importante verificar se os cálculos foram realizados corretamente, se são compatíveis com a metodologia utilizada e se estão associados ao bem ou serviço adquirido correto.

4.5 Recálculo das emissões do ano-base do Escopo 3 – desafios e soluções

A definição de metas climáticas claras e viáveis é um passo essencial para práticas empresariais sustentáveis e responsáveis. As emissões de carbono do ano-base, quando confiáveis e bem definidas, são fundamentais para a definição de metas climáticas relevantes. Isso fornece uma base sólida para medir o progresso e possibilita às empresas avaliar a eficácia de suas estratégias de redução de emissões. Contudo, a constante evolução do conhecimento científico e da disponibilidade de dados requer a reavaliação periódica e o ajuste das emissões de carbono do ano-base, a fim de garantir uma medição precisa do avanço rumo a essas metas.

O objetivo deste capítulo é oferecer um guia completo sobre quando e como uma empresa química deve recalcular suas emissões de carbono do ano-base para atender a uma meta climática corporativa. De acordo com o Protocolo de Gases de Efeito Estufa, este capítulo trata das situações em que o recálculo e, eventualmente, a reavaliação das emissões do ano-base são necessários, incluindo aquisições ou vendas de ativos, recebimento de novos dados ou informações e mudanças nos métodos de medição e relatório de emissões. Ao apresentar melhores práticas e recomendações

aplicáveis, este documento irá permitir que as empresas químicas mantenham transparência, responsabilidade e credibilidade na busca de suas metas climáticas.

Vale ressaltar que este Capítulo é relevante para todas as categorias do Escopo 3, não somente ao Escopo 3.1. O recálculo da linha de base é um tema abrangente que se estende para além de um único Escopo ou categoria, ressaltando sua importância em todo o processo de contabilização de carbono.

1) Como começar: definição de uma política de recálculo e determinação das emissões do ano-base

As emissões do ano-base são as emissões contabilizadas dentro dos limites de uma meta climática no ano-base definido. Por exemplo, se a meta climática de uma empresa é reduzir as emissões do Escopo 3 em 20% até 2030, com base no ano de 2020, as emissões do ano-base correspondem às emissões de Escopo 3 da empresa em 2020. Dentro do Escopo 3, diferentes metas podem ser definidas, cada uma com seus próprios limites e um ano-base específico.

De acordo com o Protocolo de GEE, as empresas devem elaborar e implementar políticas e procedimentos internos claros para recalcular as emissões do ano-base. Esta abordagem cria um parâmetro uniforme para monitorar as reduções de emissões ao longo do tempo, assegurando a comparabilidade entre os anos.

Uma empresa deve estabelecer uma política de recálculo das emissões do ano-base, detalhando quais situações exigem um recálculo e quais não o exigem. Neste cenário, é necessário definir qual qual alteração (cumulativa) é considerada significativa, estabelecendo um limite a partir do qual seja obrigatória a republicação das emissões do ano-base. O Protocolo de GEE não estabelece um limite específico de significância, permitindo que a empresa defina o seu, a menos que esteja sujeita a outros requisitos neste aspecto. Por exemplo, o limite de significância estabelecido pela SBTi é definido como uma alteração cumulativa de cinco por cento ou mais nas emissões totais da organização no ano-base (tCO_2e) (cp. Protocolo de Validação de Metas para Metas de Curto Prazo, TWG-PRO-002/Versão 3.1, março de 2023, pág. 34).

O recálculo pode ser necessário em determinados casos, mas sem necessidade de uma nova publicação. Uma nova publicação será necessária se o limite de significância determinado for superado por uma alteração relevante ou por múltiplas alterações menores.

Além disso, a política deve incluir uma descrição de como o recálculo deve ser realizado. A Tabela 4.5 apresenta um resumo dos principais gatilhos e orientações para a execução do recálculo. Pode ser utilizado como ponto de partida e ajustado conforme as necessidades de cada empresa.

Caso o recálculo das emissões do ano-base resulte em mudanças significativas, a empresa deverá publicar os números atualizados juntamente com a justificativa para o recálculo. Além disso, é fundamental registrar internamente uma explicação detalhada sobre as justificativas, fontes de dados, metodologias e cálculos utilizados para revisar as emissões do ano-base.

Recomendação: ao estabelecer uma meta climática e as emissões do ano-base associadas, os limites, o escopo e os cálculos subjacentes devem ser os mais precisos e abrangentes possíveis, baseados nos melhores dados disponíveis. Os recálculos das emissões do ano-base geralmente consomem muito tempo e podem comprometer as reduções de emissões já realizadas dentro da cadeia de fornecimento.

2) Quando realizar um recálculo do ano-base do Escopo 3

Se novas informações ou dados relevantes surgirem, alterando de forma significativa a percepção das emissões de carbono no setor ou nas atividades específicas da empresa, pode ser necessário reavaliar, recalcular e republicar as emissões do ano-base para garantir seu alinhamento com o conhecimento mais recente. Por exemplo, a pesquisa científica, os avanços nas tecnologias de medição de emissões e as mudanças nas metodologias e exigências regulatórias expandem continuamente nosso entendimento sobre as emissões de carbono e seu impacto ambiental. Além disso, mudanças estruturais na empresa, como fusões, aquisições, vendas de ativos ou terceirização de determinadas atividades, precisam ser consideradas. Como uma empresa química comprometida com práticas sustentáveis, é essencial ficar a par desses desenvolvimentos no contexto de sua meta climática.

Há várias situações que acionam um recálculo da emissão do ano-base seguido de uma reformulação com base no limite de significância definido. De maneira geral, existem quatro cenários comuns que uma empresa pode enfrentar, juntamente com as ações sugeridas para cada caso:

Recálculo obrigatório: se o limite de significância estabelecido pela política de recálculo da empresa for ultrapassado por um único evento desencadeante ou pelo efeito acumulado de vários eventos ao longo de anos, o recálculo passa a ser obrigatório.

Neste caso, apenas as categorias afetadas que motivaram o recálculo ao ultrapassarem o limite devem ser recalculadas. Categorias com mudanças de pouca relevância podem permanecer com seus valores originais. No entanto, para evitar possíveis recálculos e novas publicações no futuro devido a mudanças cumulativas, pode ser recomendável recalcular todas as categorias dentro do limite estabelecido pela meta.

Recálculo recomendado: o recálculo é recomendado em casos em que ajustes estruturais ou metodológicos resultem em alterações líquidas de emissões inferiores ao limite estabelecido, mas causem distorções que dificultem a comparabilidade entre os anos.

Recálculo não recomendado: o recálculo não é recomendado quando mudanças cumulativas nas emissões, causadas por um ou mais gatilhos, se anulam, resultando em uma mudança líquida inferior ao limite de significância dentro da respectiva categoria de Escopo 3 e sem comprometer a comparabilidade.

Reconhecendo as alterações: quando não houver dados mais precisos disponíveis ou aplicados para anos anteriores, como pegadas de carbono fornecidas que não reflitam as emissões do ano-base, e o impacto da mudança não ultrapasse o limite de significância, a alteração pode ser reconhecida. O reconhecimento deve ser devidamente documentado internamente de maneira clara e transparente. Cabe à empresa determinar se e de que forma o reconhecimento será tornado público (consulte o Protocolo de GEE (pág. 38) para mais informações).

Para decidir o momento adequado para um recálculo causado por alterações cumulativas, é aconselhável documentar e monitorar constantemente todas as alterações em uma planilha interna. Este cálculo de rastreamento interno deve ser conduzido regularmente, considerando as emissões do ano-base e englobando todas as mudanças metodológicas e estruturais ao longo do período. Ao comparar o resultado com as emissões do ano-base atualmente reportadas, é possível identificar o momento em que o limite de significância é ultrapassado por alterações cumulativas, sejam elas maiores ou menores, definindo a necessidade de uma atualização da declaração.

Uma primeira indicação para identificar a significância pode ser uma estimativa das emissões do ano-base usando uma extrapolação baseada nas despesas do ano atual e do ano-base.

Quando o limite de significância for superado, as emissões do ano-base deverão ser recalculadas e atualizadas oficialmente, incorporando todas as alterações que causaram a divergência, especialmente em casos de mudanças estruturais ou metodológicas.

Exemplos de recálculo e nova publicação com alterações cumulativas:

A Empresa A estabeleceu as emissões de 2020 como o ano-base para sua meta do Escopo 3. Durante o cálculo das emissões em 2021, foi identificado um erro nos dados de atividade do cálculo de 2020, que, se corrigido, teria reduzido as emissões do ano-base em 2%. Paralelamente, para acompanhar os avanços da ciência climática, a empresa pretende mudar do método LCIA (Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida) IPCC AR5 (Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) para o IPCC AR6 (Sexto Relatório de Avaliação do IPCC). Desta forma, as emissões do ano-base apresentariam um aumento de 0,5%. No entanto, a soma dessas alterações não causam uma diferença significativa nas emissões do ano-base, conforme o limite de 5% estipulado na Política de Recálculo da empresa. Assim, mesmo com os ajustes sendo incorporados ao cálculo das emissões de 2021, as emissões do ano-base continuam as mesmas. Em 2022, a empresa vende parte de suas atividades. Isso resulta em uma diminuição de 4% nas emissões do ano-base. As emissões do ano-base sofreram uma alteração acumulada de 5,5% desde a sua definição. De acordo com o limite estabelecido, isso é considerado relevante, e as emissões do ano-base são formalmente recalculadas e republicadas, considerando os impactos das três alterações estruturais/metodológicas.

Figura 4.6: Fluxograma para identificar os fatores que desencadeiam o recálculo das emissões do ano-base.

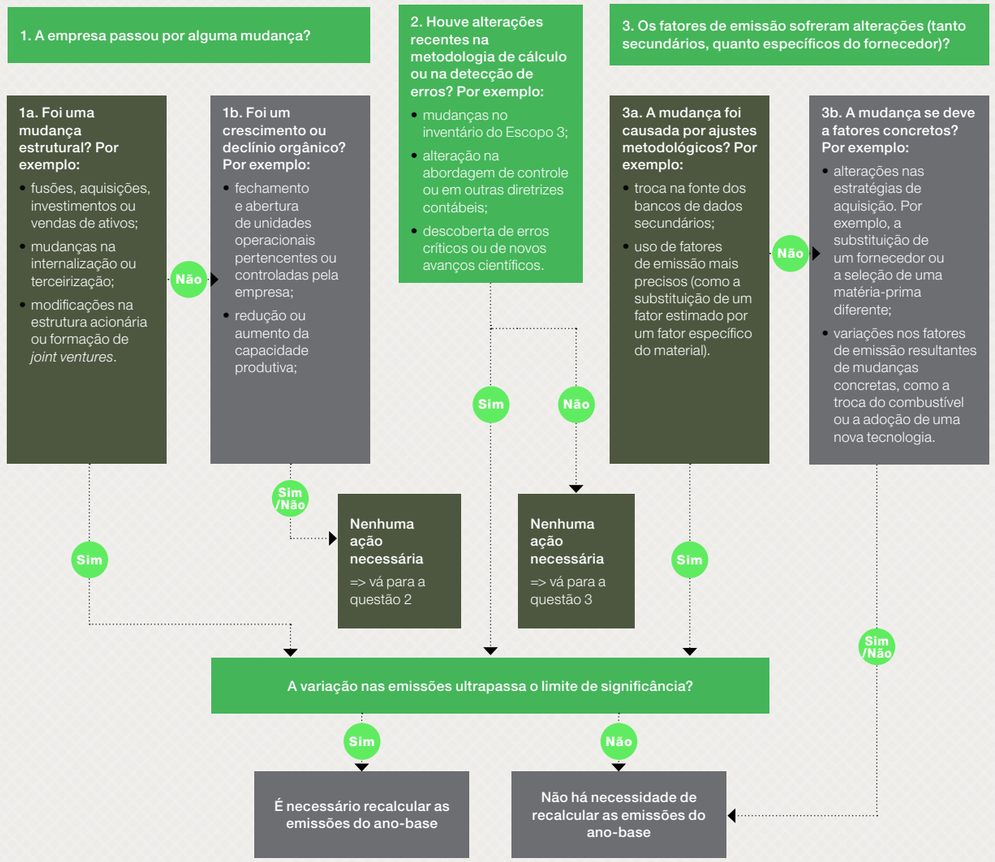


Tabela 4.5: Resumo das atividades que exigem o recálculo das emissões do ano-base

Gatilho	Definição de Gatilho	Comentário	Como recalcular (recomendação)	
Estrutural[1]: fusões, aquisições, investimentos ou alienações, alterações na titularidade de ativos/ tecnologias	Atividades que resultam na realocação de emissões entre empresas ou modificam o inventário por meio de fusões ou redistribuição das emissões devido a mudanças estruturais ou na infraestrutura corporativa.	Pequenos investimentos ou alienações, como a aquisição de instalações individuais ou plantas anteriormente pertencentes a outra empresa, tendem a não exigir recálculo devido à sua baixa relevância. No entanto, é fundamental estar atento(a) a essas ações, sobretudo quando envolvem componentes industriais significativos, pois podem gerar impactos acumulativos. Se uma empresa, instalação ou ativo adquirido ou alienado não existia no ano-base, o recálculo das emissões do ano-base não deve ser realizado. Caso seja necessário recalcular os anos entre o ano-base e a data da aquisição/alienação, esse recálculo poderá ser feito a partir do momento em que o ativo passou a existir. [Protocolo de GEE (revisado), pág. 38].	• Incluir ou excluir as emissões da atividade. • Se não for possível realizar o recálculo no ano da mudança estrutural (por exemplo, por ausência de informações sobre a empresa adquirida), ele poderá ser realizado no ano subsequente. [Protocolo de GEE revisado, pág. 37f.] • Se, no ano seguinte, as emissões de uma atividade recém-adquirida permanecerem desconhecidas devido à falta de dados detalhados do ano-base, uma estimativa das emissões desse período deverá ser feita com base nos melhores dados disponíveis, garantindo a inclusão de empresas ou fábricas adquiridas que não existiam no ano-base. **Exemplo de aquisição de (parte de) outra empresa:** na ausência de dados de emissões, uma alternativa é utilizar a receita dos anos anteriores multiplicada pela relação entre emissões e receita da empresa adquirida (tCO_2e/€).	Outra opção é calcular as emissões do ano-base utilizando os primeiros dados reais de atividade disponíveis após a mudança estrutural, ajustados conforme a proporção entre a receita do ano corrente e a receita do ano-base. **Exemplo: um ativo da empresa adquirida não fazia parte do ano-base da empresa investidora:** Em 2022, a Empresa A comprou uma fração da Empresa B, que compreendia cinco fábricas. No entanto, no ano-base da Empresa A, em 2019, uma das instalações (Fábrica 5) não existia, pois foi construída em 2021. No recálculo das emissões do ano-base da Empresa A, as emissões da Fábrica 5 não serão consideradas. Assim, as emissões da Fábrica 5, a partir de 2021, serão consideradas como crescimento orgânico e deverão ser incluídas no inventário padrão de emissões de GEE da empresa.
Estrutural: terceirização/ internalização	A terceirização ou internalização de processos que provocam a realocação das emissões entre empresas ou escopos.	Quando uma empresa contrata um terceiro para realizar uma atividade anteriormente interna, as emissões dessa atividade migram do Escopo 1 ou 2 para o Escopo 3. No sentido oposto, uma empresa pode migrar emissões do Escopo 3 para o Escopo 1 ou 2 ao internalizar atividades antes realizadas externamente. A necessidade de recálculo das emissões do ano-base devido à terceirização ou internalização de uma atividade depende dos seguintes requisitos: • a atividade em questão já foi incluída nos relatórios de emissões da empresa; • a empresa estabelece um único ano-base e meta de GEE para todos os Escopos ou define anos-base e metas específicas para cada Escopo; • atividade terceirizada ou internalizada tem uma contribuição significativa para as emissões da empresa.	Caso as emissões sejam transferidas para categorias não incluídas anteriormente nos relatórios, será necessário calcular uma estimativa. Esse cálculo pode ser realizado com base em dados internos ou informações disponibilizadas por terceiros.	Vale ressaltar que um novo contrato de terceirização ou a revisão de um existente pode causar uma mudança significativa nas emissões entre os escopos. Quando os escopos afetados não estão incluídos em uma meta climática geral, pode ser necessário recalcular as emissões. Quando há uma meta climática abrangente para múltiplos escopos, o recálculo não será necessário.
Estrutural: mudança na propriedade de ativos/ tecnologias existentes em casos de *joint ventures.*	Uma parte do negócio é incorporada ao negócio de outra empresa para estabelecer uma *joint venture.*	O estabelecimento e a ativação de uma *joint venture* não exigem recálculo, sendo classificados como crescimento orgânico.	Se partes já existentes de duas ou mais empresas forem fundidas em uma *joint venture*, as emissões devem ser calculadas com base no controle operacional ou financeiro. Se a nova *joint venture* não estiver mais sujeita ao controle operacional ou financeiro das atividades anteriormente pertencentes à empresa, haverá uma transferência para o Escopo 3.15, podendo ser necessário um recálculo se limite de significância for ultrapassado.	
Estrutural: alteração no inventário do Escopo 3	Excluir ou incluir uma categoria ao inventário do Escopo 3.	Ao decidir incluir ou excluir uma categoria do inventário do Escopo 3, é necessário recalcular as emissões do ano-base. Dessa forma, o inventário se mantém comparável. Caso uma empresa decida incluir a categoria 10 do Escopo 3 (Processamento de Produtos Vendidos) em seu relatório, será necessário inseri-la também no ano-base. Entretanto, a regra não se aplica caso cada Escopo e categoria tenha seu próprio ano-base e meta definidos separadamente. Nessas situações, a inclusão ou exclusão no relatório e a definição do ano-base podem variar com base nessas definições específicas [consulte o Padrão de GEE do Escopo 3, pág. 101].	**Cenário 1:** a empresa decide excluir do relatório uma determinada categoria do Escopo 3: a categoria será removida tanto do relatório do ano vigente, quanto do ano-base. **Cenário 2:** a empresa opta por incluir uma nova categoria do Escopo 3 no relatório. O cálculo dessa categoria deve ser feito tanto para o ano vigente, quanto para o ano-base. Se os dados de atividade exigidos para recalcular o ano-base estiverem indisponíveis, uma estimativa apropriada deve ser adotada.	**Caso prático – categoria 10:** a estimativa das emissões para essa categoria no ano-base pode ser feita por meio da extrapolação com base nos dados de vendas do ano vigente e do ano-base Se a nova categoria calculada representar uma parcela insignificante do inventário (de acordo com o critério de significância definido pela empresa relatora) e não houver uma estimativa adequada das emissões do ano-base, uma alternativa pode ser considerar o ano de reporte atual como referência para o ano-base.
Otimização dos dados de atividade: precisão	Inclusão de informações complementares aos dados de atividade previamente reportados, informações mais detalhadas.	**Caso 1:** a inserção de dados relevantes para o cálculo das emissões agora é mais exata (por exemplo, a conversão de volume ou poder calorífico em massa foi padronizada). **Caso 2:** dados de atividade mais detalhados e segmentados estão disponíveis (por exemplo, dados específicos do produto em vez de dados por categoria química ou dados por país em vez de dados regionais), permitindo um alinhamento mais preciso com os respectivos dados de PCF (seja específico do fornecedor ou secundário).	Verificar se os novos dados de atividade são aplicáveis ao ano-base, garantindo que estejam alinhados ao período temporal correspondente e que possuam um nível de detalhamento comparável (por exemplo, se os novos dados forem regionais, conferir a existência de dados regionais para o ano-base). Se pertinente, implemente os novos fatores de conversão aprimorados nos dados de atividade do ano-base para efetuar o recálculo das emissões.	Caso os dados não estejam disponíveis no mesmo nível de detalhamento, avalie se é possível inferir informações a partir dos dados existentes do ano-base e aplique essa metodologia caso seja pertinente e razoável (segundo o critério de significância).
Otimização dos dados de atividade: integridade	Caso novas informações se tornem disponíveis ou sejam obtidas, dados adicionais de atividade devem ser incorporados.	**Exemplo:** Uma empresa reduz lacunas de dados graças a melhorias em seu sistema de Planejamento de Recursos Empresariais (ERP). Assim, a disponibilidade dos dados de atividade se torna mais completa.	Certifique-se de que todos os dados do ano-base foram coletados ou avalie se há necessidade de informações adicionais provenientes de outras fontes. Se os dados estiverem incompletos ou precisarem ser complementados, utilize os dados recém-adquiridos ou coletados para concluir o cálculo das emissões do ano-base.	Se não for mais possível coletar dados para o ano-base, mas o recálculo ainda for necessário devido à sua relevância e significância, utilize os dados do ano atual no lugar dos dados do ano-base. Se possível, ajuste a escala dos dados, tomando como referência a comparação entre os dados de atividade do ano-base e do ano atual.

(1) Protocolo de GEE revisado: alterações estruturais na empresa responsável pelo relatório que tenham um impacto relevante sobre as emissões do ano-base da organização. Uma mudança estrutural ocorre quando há a transferência de propriedade ou controle sobre atividades ou operações que geram emissões entre empresas. Embora uma única mudança estrutural possa não ter um impacto relevante nas emissões do ano-base, o efeito cumulativo de várias mudanças estruturais menores pode resultar em um impacto significativo.

Gatilho	Definição de Gatilho	Comentário	Como recalcular (recomendação)	
Mudanças metodológicas: mudança na abordagem de controle (financeiro/ operacional)	Se os limites organizacionais ou a abordagem de controle da empresa forem alterados.	O Protocolo de GEE apresenta três abordagens para definir os limites organizacionais de uma empresa, impactando diretamente a consolidação das emissões de GEE. Por exemplo, uma empresa que antes utilizava a abordagem de participação acionária pode decidir adotar a abordagem de controle operacional devido a exigências legislativas. A adoção dessa nova abordagem exige que a empresa contabilize 100% das emissões de GEE sobre as quais exerce controle operacional, modificando, assim, o cálculo total das emissões nos Escopos 1, 2 e 3.	Realize um novo cálculo considerando os limites organizacionais atualizados e o método de consolidação revisado.	
Mudanças metodológicas/ aprimoramentos – método de cálculo	Existem diversas maneiras de calcular as emissões de uma categoria, dependendo do banco de dados utilizado ou da abordagem de extrapolação para estimar as emissões de partes sem dados disponíveis. Caso as informações disponíveis para o cálculo sejam aprimoradas, a mudança do método de cálculo pode aumentar a precisão dos resultados.	Alterações metodológicas, como as listadas a seguir, podem desencadear um recálculo das emissões do ano-base. **Caso 1:** uma empresa muda sua abordagem de cálculo de um método baseado em gastos (onde as emissões são estimadas pelo valor econômico do produto e um fator de emissão baseado na receita) para um método mais preciso baseado em dados médios (que considera a quantidade e um fator de emissão baseado no peso) ou para um método específico do fornecedor (usando dados de PCF fornecidos pelos fornecedores). **Caso 2:** alteração no processo de extrapolação. **Caso 3:** mudança nos requisitos de relatório; nova orientação.	Recalcule as emissões do ano-base de acordo com a nova abordagem adotada. Os dados de PCF necessários para o recálculo das emissões do ano-base devem, idealmente, refletir a situação no momento do ano-base (consulte abaixo "melhorias metodológicas - alterações no banco de dados" para obter mais orientações sobre como obter os dados de PCF correspondentes).	
Alterações/ aprimoramentos metodológicos – mudança de banco de dados ou uso de fatores de emissão mais precisos	A atualização de um ou mais fatores de emissão com base em dados mais recentes ou precisos, sem que haja, necessariamente, uma mudança no impacto climático do produto ou serviço.	**Alteração do Banco de Dados:** **Substituição de uma fonte de emissões por outra mais adequada** **Caso 1:** uma empresa substitui um conjunto de dados de um banco de dados secundário por dados específicos de fornecedores. **Caso 2:** a empresa opta por mudar sua fonte de dados, por exemplo, quando percebe que o valor de PCF do novo banco representa com mais precisão a tecnologia aplicada ou a geografia de produção da matéria-prima adquirida. **Aprimoramento** O aprimoramento consiste na substituição de uma PCF por outra de qualidade superior; por exemplo, uma que seja mais completa ou que represente com maior precisão a realidade da produção ou a geografia da fabricação.	O recálculo requer dados de PCF que estavam em vigor no período do ano-base. Isso se refere às informações provenientes de bancos de dados de PCF, bem como a dados específicos de fornecedores e fatores de emissão mais precisos. 1) Solicite ao provedor do banco de dados ou ao fornecedor os dados de PCF referentes ao ano-base. 2) Na ausência dessas informações, pergunte ao fornecedor se houve mudanças significativas. 3) Caso não haja mudanças ou se as informações não estiverem acessíveis, adote os dados do ano vigente (= ano em que a PCF foi coletada inicialmente) para o ano-base (podendo comprometer a aferição de melhorias na eficiência). Ao lidar com inventários amplos e detalhados, especialmente na categoria 1 do Escopo 3, um recálculo causado pela substituição de dados secundários por primários pode se tornar um esforço excessivo.	As razões para isso são: • **Os dados primários** referentes ao ano-base não estão facilmente disponíveis. • **Os dados secundários** podem fornecer uma estimativa mais precisa das emissões do ano-base em comparação aos dados específicos do fornecedor atual, que podem ser menos representativos. Para tais casos, a empresa pode determinar um critério mínimo, pelo qual a mudança metodológica de uma atividade não resultará em recálculo. Esse critério deve ser comunicado em conjunto com os pontos descritos na seção 3 (seção de divulgação – política interna de recálculo da empresa). Para determinar se o limite foi superado, é necessário calcular a diferença no impacto de GEE entre os dados específicos do fornecedor e os dados secundários do ano corrente. Caso o limite seja superado, será preciso realizar uma análise mais detalhada das três alternativas mencionadas anteriormente.
Mudanças metodológicas/ aprimoramentos – atualização do método LCIA	A empresa pode alterar o método LCIA caso tenha reportado emissões com um determinado método e decida substituí-lo por outro; por exemplo, para se manter em conformidade com a versão mais atual do relatório do IPCC.	**Exemplo:** transição do CML2001 – 2016 (que utiliza os fatores de caracterização do IPCC AR5) para um método LCIA que contenha os fatores de caracterização mais recentes do IPCC AR6.	As emissões referentes ao ano-base devem ser calculadas com os fatores de emissão do método LCIA anterior e do futuro método LCIA. Caso o impacto ultrapasse o limite de significância estipulado na política de recálculo, será necessário recalcular ou republicar as emissões do ano-base.	
Mudança metodológica: abordagem de alocação (fatores de emissão)	As abordagens de alocação (que distribuem as emissões e remoções de um processo compartilhado entre o ciclo de vida do produto analisado e o do coproduto) podem ser modificados devido a requisitos regulatórios ou padrões/diretrizes voluntários. Assim, os fatores de emissão resultantes sofrem uma mudança.	**Exemplo:** um banco de dados de ACV adota os princípios de alocação estabelecidos pelo Guia de PCF da TfS. Os fatores individuais de CO_2e por kg de produto são impactados e apresentam diferenças significativas em relação aos valores anteriores.	Para assegurar a precisão, mudanças significativas que afetam as emissões corporativas exigem dados de PCF calculados com base na abordagem de alocação vigente para o ano-base. Isso também se aplica aos dados de PCF específicos dos fornecedores. Se não houver disponibilidade de dados atualizados de PCF para o ano-base, pode-se utilizar a PCF do ano vigente (= primeiro ano em que os dados foram coletados) para fins de contabilização das emissões do ano-base.	Empresas que gerenciam um portfólio extenso de matérias-primas podem enfrentar desafios ao implementar esse processo. Nesses casos, pode ser mais eficiente focar nas matérias-primas que mais contribuem para as emissões do Escopo 3, seguindo a regra 80:20 (priorizando as matérias-primas responsáveis por 80% das emissões).
Identificação de erros significativos	Os erros podem ter origem tanto interna, quanto externa.	**Exemplo 1:** dados de desempenho inseridos incorretamente no sistema ERP, como falhas na conversão de unidades, podem impactar os cálculos da empresa. **Exemplo 2:** uma empresa utiliza valores de PCF específicos de fornecedores que contêm um erro de cálculo.	Se o impacto for significativo, um recálculo será necessário para corrigir o erro. Os novos dados, já corrigidos, devem ser atualizados no sistema.	
Alteração nos fatores de emissão: novas descobertas científicas	Mudança nos fatores de emissão decorrente de avanços científicos ou da transição de um método LCIA para outro.	**Exemplos:** • Atualização dos fatores de caracterização conforme os relatórios mais recentes do IPCC. • As emissões da extração de gás natural e petróleo são maiores do que se estimava até 2019, impactando a maioria dos fatores de emissão de matérias-primas fósseis nos principais bancos de dados.	Para compreender o impacto da revisão dos fatores de emissão, é preciso estimar os efeitos nas emissões combinando os dados de atividade do ano-base com os fatores atualizados.	Se o impacto for significativo, será necessário recalcular as emissões do ano-base utilizando os dados de atividade do período em conjunto com os fatores de emissão atualizados.
Mudança nas regras de contabilização	Padrões de contabilização, como o Protocolo de GEE, passam por revisões periódicas para incorporar avanços científicos e esclarecer ou corrigir diretrizes previamente estabelecidas. Essa mudança pode exigir a revisão dos métodos de cálculo aplicados anteriormente.	**Exemplo:** a publicação do Guia do Protocolo de GEE para o Setor de Uso da Terra e Remoção de Carbono pode alterar a forma como as emissões biogênicas de CO_2 são consideradas.	O cálculo deve ser realizado conforme as novas regras de contabilização após a publicação da norma revisada ou complementar, ou após um período de transição estabelecido oficialmente. Se a mudança nas regras de contabilização gerar uma diferença nas emissões que impeça a comparação (por exemplo, devido a novas exigências de relatório) ou atingir o limite de significância, será necessário recalcular as emissões do ano-base.	• **Exemplo 1 - Mais informações detalhadas necessárias:** para assegurar a comparabilidade entre o ano-base e o ano do relatório, as informações complementares deverão ser incorporadas ao cálculo do ano-base. • **Exemplo 2 - Mudança na abordagem para cálculo de uma categoria específica:** para o relatório do ano atual, as emissões podem ser determinadas utilizando tanto a abordagem antiga, quanto a nova. Caso a mudança da abordagem não altere substancialmente os resultados, o recálculo das emissões não será obrigatório.

Tabela 4.6: Resumo das atividades que não exigem o recálculo das emissões do ano-base

O recálculo não é necessário em caso de...	Justificativa
Crescimento ou declínio orgânico.	As emissões do ano-base, assim como os dados históricos, não precisam ser recalculados em função de crescimento ou declínio orgânico. Crescimento ou declínio orgânico compreende aumentos ou diminuições na produção, mudanças na composição dos produtos e a abertura ou fechamento de unidades operacionais que pertençam ou sejam controladas pela empresa. A justificativa para isso é que o crescimento ou declínio orgânico gera alterações no perfil de emissões da empresa ao longo do tempo, que devem ser contabilizadas como aumentos ou reduções das emissões na atmosfera [Padrão Corporativo do Protocolo de GEE, revisado].
Alteração nos dados de emissões genéricos ou específicos do fornecedor (PCF) ao longo do tempo.	Segundo o Protocolo de GEE, Escopo 3, página 106, não há necessidade de recálculo em caso de alterações nos fatores de emissão causadas por mudanças reais em emissões ou atividades, como mudanças no tipo de combustível ou na tecnologia.
Mudança na decisão de compra; por exemplo, aquisição da mesma matéria-prima produzida com uma tecnologia diferente, em uma região diferente ou com base em um insumo diverso. O novo fator de emissão ainda pode ser proveniente de um banco de dados secundário ou específico do fornecedor.	Veja também acima. A redução de um fator de emissão de CO_2e ou do valor de PCF, respectivamente, baseada em uma melhoria real, como a adoção de medidas de eficiência energética, uso de eletricidade renovável ou mudanças tecnológicas ou regionais, não demanda um recálculo. Tais melhorias são reconhecidas como medidas efetivas de redução que podem ser contabilizadas para uma meta de redução definida. O mesmo se aplica ao efeito contrário, como um aumento no fator de emissão causado por perda de eficiência, mudanças na tecnologia de produção ou outras situações.
A troca de fornecedor ou a atualização da PCF pelo mesmo fornecedor para a mesma matéria-prima não exige recálculo, desde que a PCF do novo fornecedor substitua a PCF específica do fornecedor anterior (ao contrário da substituição de uma PCF de banco de dados por uma PCF específica de fornecedor sem melhorias reais).	O mesmo que acima. Quaisquer alterações nos fatores de emissão ou nos dados de atividade que representem mudanças reais nas emissões (por exemplo, alterações no tipo de combustível ou na tecnologia) não geram a necessidade de um recálculo.
Mudanças estruturais nas operações da empresa que faz o relatório, que impliquem na redistribuição de emissões entre diferentes escopos ou categorias, desde que todas as categorias e escopos impactados sejam reportados, usem o mesmo ano-base e sigam a mesma meta estabelecida.	O protocolo GEE caracteriza a "terceirização/internalização" como uma mudança estrutural que pode causar a redistribuição de emissões entre diferentes escopos. De acordo com o respectivo parágrafo, entende-se que não é necessário realizar um recálculo caso "a empresa esteja reportando suas emissões [indiretas] relacionadas a atividades terceirizadas ou internalizadas relevantes", e desde que nenhuma emissão significativa seja transferida entre diferentes escopos, caso as emissões de todos os escopos afetados sejam monitoradas ao longo do tempo e referidas ao mesmo ano-base. (consulte o Protocolo de GEE revisado, pág. Pode haver outros tipos de alterações estruturais que poderiam resultar na transferência de emissões entre escopos ou categorias, e o mesmo método pode ser utilizado nesses casos. Contudo, se os escopos forem monitorados ou reportados separadamente, tiverem anos-base diferentes e/ou estiverem baseados em metas divergentes, torna-se necessário um recálculo.

3) Itens a serem documentados internamente

Para decidir a favor ou contra um recálculo das emissões do ano-base, que pode incluir uma nova publicação abrangendo vários anos, é importante documentar e justificar decisões pontuais significativas, além de, se necessário, respaldá-las com cálculos. Para decisões menores, mas recorrentes, como o uso de PCFs específicos de fornecedores em diferentes contextos, pode ser útil estabelecer regras, integrá-las à política de recálculo das emissões do ano-base e aplicá-las de maneira sistemática. Neste caso, apenas as exceções às regras gerais precisariam ser documentadas separadamente, como comentários em um banco de dados ou em um registro de alterações. Um cálculo interno, como o descrito anteriormente, é recomendado para monitorar pequenas alterações e seu impacto cumulativo ao longo do tempo. A política de recálculo também deve definir um cronograma para a realização do recálculo sempre que um gatilho for identificado. Os recálculos devem ser realizados o mais rápido possível, considerando um esforço razoável. O Padrão do Escopo 3 do Protocolo de GEE prevê a possibilidade de recálculo no ano seguinte a uma mudança estrutural. De acordo com este padrão, o recálculo pode ser realizado para o ano completo de relatório após uma mudança estrutural que gerou um gatilho. Isso permitirá que se tenha tempo para coletar dados de um ano completo de relatório e possivelmente eliminar suposições sobre dados históricos.

4) Quais informações divulgar nos relatórios externos sobre o recálculo das emissões do ano-base

Nos relatórios públicos sobre as emissões do ano-base, metas correspondentes e o inventário de GEE atual, é necessário incluir, no mínimo, as seguintes informações em caso de recálculo:

- notificação de que houve um recálculo;
- motivo geral do recálculo (mudança estrutural, mudança metodológica, melhoria dos dados de atividade ou emissões, correção de erros, ...).

No caso de mudanças estruturais, pode ser fornecido um link para informações já publicadas, por exemplo, "devido a desinvestimento da parte XY da empresa". Mudanças metodológicas significativas podem ser divulgadas, como, por exemplo, uma troca de banco de dados.

5) Conclusão e resumo das orientações dadas

Para alcançar as metas climáticas corporativas, as empresas do setor químico devem reconhecer a importância de revisar e recalcular regularmente suas emissões de carbono do ano-base. Dessa forma, as empresas conseguem monitorar o progresso de maneira precisa, adaptar-se a novas informações e metodologias e reforçar seu compromisso com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental. Com a aplicação deste guia prático e das melhores práticas, as empresas químicas podem superar as complexidades do ajuste de suas emissões de carbono do ano-base, garantindo credibilidade e transparência em direção a um futuro mais sustentável.

4.6 Orientação adicional sobre cálculo e relatório

Na indústria química, casos específicos devem ser tratados separadamente, pois não estão incluídos nas abordagens de contabilização existentes. 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.
- As informações necessárias para o cálculo das emissões devem ser obtidas com um esforço razoável (no pior cenário, por exemplo, aplicando a abordagem baseada em despesas, conforme indicado no Capítulo 5.2.11.2 sobre qualidade dos dados).

Descrição dos termos:
Um **fabricante contratado** é uma empresa que fabrica produtos para outra empresa (cliente), usando seus próprios recursos para fabricar os bens contratados. 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, conforme explicado anteriormente, que, além de produzir em nome de outra empresa (cliente), opera levando em consideração seus direitos de propriedade intelectual.

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:

$$\text{Emissões}_{\text{Escopo 3.1}} = \text{Massa}_{\text{CMP}} * \text{PCF}_{\text{CMP}}$$

O fabricante terceirizado deve calcular a PCF do produto fabricado (consulte o Capítulo 5 para mais orientações sobre o cálculo da PCF) e oferecer a PCF ao cliente e à empresa relatora, mas no caso de indisponibilidade de uma 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 a 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. Entretanto, caso o cliente

envie os valores de PCF dos precursores ao Fabricante Terceirizado, as emissões de GEE relacionadas ao processo de fabricação, como o consumo de energia, deverão ser incorporadas à PCF pelo Fabricante Terceirizado em um novo cálculo. O fabricante terceirizado deve, então, fornecer uma nova 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 uma PCF calculada 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 uma PCF estimada deve ser usada para calcular as emissões decorrentes da fabricação sob contrato. Essa PCF genérica não deve ser ajustada com base no volume de energia e/ou materiais fornecidos pelo cliente para a produção do produto, a fim de evitar erros ou interpretações enganosas decorrentes de hipóteses desconhecidas da PCF genérica.

2) Se o fabricante terceirizado fornecer uma PCF completa do berço ao portão, a empresa responsável pelo relatório (cliente) deverá calcular as emissões conforme uma das opções a seguir:

   2a) As emissões do produto fabricado sob contrato são calculadas usando a 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, a 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 a PCF do berço ao portão 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 uma PCF do berço ao portão já reduzida da energia/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) Pelo menos 90% da massa das matérias-primas (incluindo sempre catalisadores e outras matérias-primas com alta intensidade de GEE), energias e utilidades são fornecidos pelo cliente.

2) Garantia de que o fabricante terceirizado não utilize matérias-primas com alta intensidade de emissões 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 [KgCO_2e/kg] durante a produção do produto fabricado sob contrato. Neste caso, o cliente deverá considerar exclusivamente as emissões adicionais mencionadas anteriormente dentro da categoria especificada. 3.1.

Se o processo de fabricação sob contrato for bem compreendido, o próprio cliente deve calcular as emissões diretas, assim como as emissões decorrentes do tratamento de resíduos e efluentes, com base no consumo de combustível e na estequiometria, subtraindo essas 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. As emissões de transporte e quaisquer emissões relacionadas à embalagem, entre outros, devem ser incluídas. 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 a PCF do berço ao portão 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 a PCF da matéria-prima/produto intermediário, assim como a PCF parcial da etapa terceirizada do processo. Se não se sabe a PCF parcial da etapa terceirizada do processo, ela deve ser estimada para as etapas essenciais (por exemplo, por gasto, por massa ou por intensidade energética) que devem ser identificadas via análise de pontos críticos (abordagem 80:20). A PCF determinada com base na ponderação por massa/gastos/energia deve ser utilizada para estimar as emissões ainda não contabilizadas de etapas de processo não essenciais. 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 as PCFs (parciais) que cobrem somente partes do ciclo de vida completo, por exemplo, do berço ao portão, 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 divulgada 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 terceirizado seja a empresa que está elaborando o relatório, todas as emissões provenientes da produção, incluindo as emissões *upstream* (como Escopo 1, Escopo 2 e Escopo 3.1, respectivamente), devem ser relatadas, mesmo aquelas referentes a matérias-primas e energias fornecidas gratuitamente pelo cliente.

4.6.2 Comércio de materiais/mercadorias

Se uma empresa química realizar atividades comerciais além de seu negócio principal, as emissões correspondentes deverão ser relatadas no Escopo 3, especificamente nas categorias 1 (Bens e Serviços Adquiridos), 4 e 9 (Transporte e Distribuição *Upstream* e *Downstream*), 11 (Uso de produtos vendidos – se aplicável) e categoria 12 (tratamento de fim de vida de produtos vendidos).

Se a atividade comercial cumprir os critérios de uma transação à vista, na qual a empresa química realiza e recebe a entrega física dentro de: (a) um segundo simbólico como parte de uma cadeia de transações consecutivas; (b) dois dias úteis de negociação; ou (c) o período padrão de entrega de carga geralmente aceito no mercado do respectivo produto, a empresa química pode excluir as emissões de GEE associadas de seu inventário do Escopo 3. Para evitar dúvidas, o período relevante para a determinação do tempo é o intervalo decorrido entre a transferência de titularidade da transação de compra e a transferência de titularidade da respectiva transação de venda.

As condições e circunstâncias das transações elegíveis para exclusão devem demonstrar de forma razoável que:

- O objetivo final da respectiva transação de compra e venda não é mais o interesse na propriedade do produto físico para, por exemplo, distribuição física, armazenamento físico, mistura física e/ou consumo físico.
- A troca frequente da "propriedade interina" de curto prazo do material, com relatórios subsequentes por cada proprietário, resultaria em significativa dupla contagem das mesmas emissões de CO_2em diferentes cálculos do Escopo 3. Inevitavelmente, isso leva a uma inflação sistemática e a um relatório incorreto dos dados de emissão de CO_2em vários setores.

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.

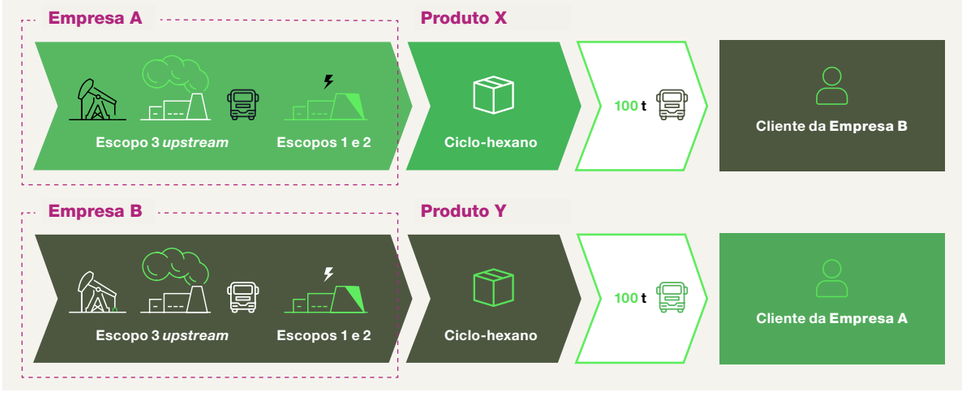
Para um contrato de permuta, a empresa responsável pelo relatório deve informar as emissões de Escopo 1 e 2 provenientes de suas operações, vinculadas à fabricação do produto em questão.

- As emissões dos Escopos 1 e 2 do parceiro envolvido na permuta não devem ser incluídas nos inventários dos Escopos 1, 2 ou 3.
- Empresas do setor químico podem relatar separadamente as emissões da empresa parceira em casos de acordos de permuta.

Um exemplo de um acordo de permuta relacionado a um produto químico é apresentado a seguir. Localizada na Europa, a Empresa A produz o Produto X, enquanto a Empresa B, localizada na Ásia, produz o Produto Y. As empresas firmam um acordo de permuta, no qual a Empresa B vende o Produto X (fabricado pela Empresa A) para clientes europeus, e a Empresa A vende o Produto Y (fabricado pela Empresa B) para clientes asiáticos.

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

Figura 4.6: Permuta de produto idêntico em quantidades similares, exemplo 1



*de acordo com a fonte: [Guia para Contabilização e Relato de Emissões Corporativas de GEE na Cadeia de Valor do Setor Químico, WBCSD 2013; ISBN nº 978-2-940521-03-6].

químico ao longo de um ano (ou seja, no balanço anual).

Para todos os acordos de permuta, cada empresa deve contabilizar as emissões dos Escopos 1, 2 e 3 relacionadas ao seu próprio produto. Ou seja, a Empresa A deve contabilizar e reportar as emissões dos Escopos 1, 2 e 3 associadas à produção do Produto X, enquanto a Empresa B deve contabilizar as emissões relacionadas à produção do Produto Y. Isso significa que ambas as empresas consideram, na Categoria 3.1, as emissões de GEE vinculadas à compra de suas próprias matérias-primas, e não as emissões associadas à compra de matérias-primas do produto entregue fisicamente ao cliente em decorrência 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). Todas as permutas devem possuir características semelhantes, ou seja, trocar produtos à base de combustíveis fósseis por outros do mesmo tipo e produtos biológicos por outros também biológicos. A permuta ocorre apenas entre os materiais, e as PCFs são calculadas separadamente, conforme ilustrado no exemplo. O exemplo 2 é mostrado na Figura 4.6. A permuta não altera o cálculo da PCF para a empresa que recebe ou para a que envia.

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 ciclo-hexano (Produto X).

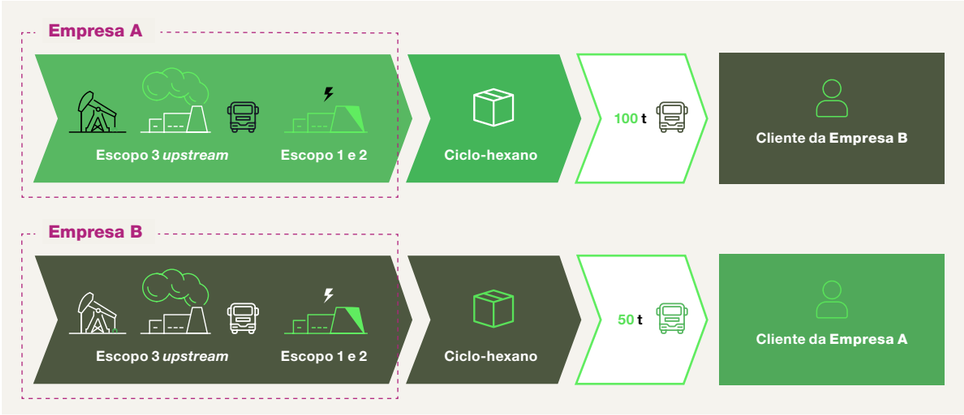
2. As emissões de Escopo 3 relacionadas ao transporte de 100 toneladas de ciclo-hexano (Produto Y) desde o sócio de permuta (Empresa B) até o seu cliente.

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

A PCF informada ao cliente é a PCF do mesmo produto da empresa vendedora. Isso significa que, por exemplo, o cliente da empresa B recebe a PCF do ciclo-hexano produzida pela empresa B e não a PCF do produto entregue pela empresa A.

Isso garante que uma empresa informe aos seus clientes somente uma 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 1 é mostrado na Figura 4.6.

Figura 4.7: Troca de 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 ciclo-hexano (Produto X).

2. As emissões de Escopo 3 relacionadas ao transporte de 50 toneladas de ciclo-hexano (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 *upstream* relacionadas com a produção de 50 toneladas de ciclo-hexano (Produto Y).

2. As emissões de Escopo 3 relacionadas ao transporte de 100 toneladas de ciclo-hexano (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 toneladas em termos reais, mas vendeu 100 toneladas de ciclo-hexano 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 da PCF ao cliente segue as mesmas regras do caso 1.

*Há uma diferença entre a PCF e a contabilização do Escopo 3.1.

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. Nela é descrito 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)

Um resíduo é qualquer material, substância ou objeto resultante de uma operação de produção, transformação ou uso, cujo titular descarta, planeja descartar ou tem obrigação de descartar. O termo "material secundário" é usado para tipos de resíduos que podem ser reaproveitados, reciclados ou reutilizados antes de sua disposição 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 a 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 associadas aos processos de reciclagem são incluídas no fator de emissão do ciclo de vida "do berço ao portão" desse produto e, assim, são contabilizadas na categoria 1 (Bens e Serviços Adquiridos). Se uma empresa adquirir um material reciclado que possua emissões *upstream* menores do que o material virgem equivalente, isso resultará em emissões mais baixas 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 nesse processo são reportadas na categoria 12 (tratamento de fim de vida de produtos vendidos).

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.

De acordo com a hierarquia dos resíduos para a contabilização e o relatório do Escopo 3, as empresas também devem aplicar o **método do conteúdo reciclado** (descrito detalhadamente nas páginas 77-79 do **Guia Técnico para o Cálculo das Emissões de Escopo 3** fornecido pelo **Protocolo de Gases de Efeito Estufa [WBCSD (2013)]**) também 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 utiliza o produto reciclado.

As implicações para a categoria 3.12 (tratamento de fim de vida de produtos vendidos) 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.

Tabela 4.7: 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 na contabilização de GEE dos Escopos 1 e 2 da empresa se a *joint venture* estiver sob seu controle operacional, OU Incluída no Escopo 3 da empresa (categoria 15) se a *joint venture* não estiver sob seu controle operacional
	Abordagem de controle financeiro	A participação acionária é incluída na contabilização de GEE dos Escopos 1 e 2 da empresa se a *joint venture* estiver sob seu controle financeiro, OU incluída no Escopo 3 da empresa (categoria 15) se a *joint venture* não estiver sob seu controle financeiro

4.6.6 Emissões e remoções biogênicas

No Capítulo 5.2.10.5, são apresentados os princípios norteadores para a contabilização de produtos de biomassa e balanço de massa na indústria química. Além disso, os Capítulos 5.2.10.1 até 5.2.10.2 e 5.2.10.5 oferecem orientações adicionais para o cálculo da PCF considerando remoções biogênicas e carbono.

4.6.6.1 Emissões e remoções biogênicas em ACVs 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 CO_2 biogênicas são consideradas como neutras, independentemente do tratamento no final de sua vida útil. A remoção de CO_2 é compensada pelas emissões de CO_2 no final do ciclo de vida (EoL). As normas ISO permitem o cálculo da remoção de carbono biogênico e exigem um cálculo separado das emissões, dependendo da aplicação, do período de uso do carbono, entre outros fatores. Os usos de longo prazo ou outras formas de utilização no cenário de fim de vida podem ser avaliados de forma específica.

De acordo com a ISO 14067 [ISO 14067: 2018], as remoções biogênicas resultantes da absorção de CO_2 durante o crescimento da biomassa devem ser incluídas no cálculo da PCF. As remoções de CO_2 para a biomassa devem ser caracterizadas no cálculo da PCF como -1 kg CO_2e/kg CO_2 ao entrar no sistema do produto, enquanto as emissões de CO_2 biogênico devem ser quantificadas como +1 kg CO_2e/kg CO_2 de carbono biogênico [ISO 14067: 2018]. Para informações adicionais, consulte o Capítulo 5.2.10.1.

Para usos de curto prazo de materiais com incineração, ambas as abordagens são idênticas nas considerações do ciclo de vida completo (do berço ao túmulo). Para as aplicações de longo prazo, serão calculadas diferenças significativas, em função da destinação final. Deve-se analisar o impacto do período em que ocorrem as emissões e remoções de CO_2. As mesmas regras geralmente se aplicam a outras tecnologias que removem CO_2 da atmosfera, e seus benefícios específicos na redução dos GEE devem ser analisados.

Quando as emissões de CO_2 (e remoções antecipadas) do carbono contido no produto ocorrem durante seu uso e/ou no fim de sua vida útil ao longo de um período ainda indefinido (caso não haja especificação na PCR relevante), essas emissões podem ser negligenciadas ou tratadas como sumidouros de carbono por um período prolongado. O armazenamento permanente tem um período de referência de 100 anos, mas eventuais vazamentos precisam ser detectados, monitorados, reportados e contabilizados no cálculo da PCF do produto. O período em que essas emissões de CO_2 ocorrem, em relação ao ano de fabricação do produto, deve ser indicado no inventário do ciclo de vida. A influência do tempo sobre as emissões e remoções de CO_2 no sistema do produto, se mensurada, deve ser informada 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 CO_2 durante a fotossíntese. Por isso, muitas empresas contabilizam zero emissões para a combustão de biomassa. Incoerências ou dúvidas podem surgir se diferentes empresas aplicarem métodos ou formatos diferentes para relatar emissões de origem biogênica [WBCSD (2013)].

De acordo com o Padrão Corporativo do Protocolo de GEE, as emissões biogênicas de CO_2 (como aquelas provenientes da queima de biomassa) dentro da cadeia de valor da empresa devem ser relatadas publicamente, mas separadas das emissões do Escopo 3.

O requisito para relatar separadamente as emissões de CO_2 biogênico se refere exclusivamente ao CO_2 liberado na combustão ou biodegradação da biomassa, não abrangendo outros gases de efeito estufa (por exemplo, CH_4 e N_2O) nem emissões de GEE que ocorram no ciclo de vida da biomassa, exceto aquelas oriundas da combustão ou biodegradação (como emissões resultantes 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 da empresa, é possível apresentar as seguintes informações:

- emissões totais de Escopo 3, excluindo as emissões ou remoções biogênicas de CO_2 (obrigatório);
- à parte: qualquer emissão de CO_2 de origem biogênica (obrigatório);
- à parte: qualquer remoção de CO_2 biogênico, por exemplo, por meio do sequestro biológico de CO_2 (obrigatório).

4.6.7 Ferramentas de mercado na contabilização das emissões de GEE do Escopo 3

As ferramentas de contabilização de GEE baseadas no mercado desempenham um papel cada vez mais relevante na mitigação das emissões do Escopo 3 em relatórios corporativos e de produtos. O Protocolo de GEE ainda não aprova formalmente abordagens de mercado para o Escopo 3, como as aplicadas ao Escopo 2, mas mudanças futuras são esperadas para corrigir esta lacuna. O "Memorando de Estudo sobre Abordagens Contábeis Baseadas no Mercado" do Protocolo de GEE apresenta a seguinte definição preliminar de ferramentas de mercado:

1. Modelos de cadeia de custódia, que permitem a transferência de atributos ambientais na cadeia de suprimentos por meio de mecanismos como balanço de massa ou certificados de registro e reivindicação (*book & claim*).

2. Intervenções na cadeia de valor que buscam reduzir emissões nas principais regiões de abastecimento de uma empresa.

3. Créditos gerados por projetos, incluindo compensações de carbono (*offsets*) ou reduções internas (*insets*).

Os principais mecanismos de contabilização do Escopo 3 baseados no mercado são abordados abaixo:

4.6.7.1 Modelos de cadeia de custódia

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]. Diferentes mecanismos de cadeia de custódia são detalhados na norma ISO 22095. A seguir, são apresentados dois métodos de cadeia de custódia aplicáveis à contabilização do Escopo 3 na cadeia de valor de produtos químicos. O uso dessas abordagens pode ser proibido em certos casos, como em programas de EPD (*Environmental Product Declarations*).

4.6.7.1.1 Balanço de massa

Segundo o Protocolo de GEE, as ferramentas de mercado baseadas em balanço de massa como "aquisições de certificados em que materiais ou produtos com características específicas são misturados a materiais ou produtos sem essas características".

A abordagem de balanço de massa é um modelo de cadeia de custódia de materiais que permite a mistura de insumos com características sustentáveis (como conteúdo reciclado, biomassa, matérias-primas de baixa emissão ou outros atributos ambientais definidos no Capítulo 5.2.8.1) com materiais convencionais (como matérias-primas fósseis virgens), seguindo critérios previamente estabelecidos. Na indústria química, essa abordagem contribui para a substituição de recursos fósseis por materiais alternativos mais sustentáveis, promovendo uma redução do uso de combustíveis fósseis e incentivando a transição para uma economia circular.

Em um sistema de cadeia de custódia de balanço 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). Diferentemente de processos que exigem a separação física de matérias-primas alternativas, o balanço de massa permite que as cadeias de produção existentes sejam utilizadas sem necessidade de grandes investimentos em novas tecnologias e instalações industriais. Conforme estabelecido pela ISO 22095, a aplicação do balanço de massa deve garantir a rastreabilidade entre os registros administrativos e o fluxo físico de materiais e produtos.

Neste documento, o Capítulo 5.2.10.5 fornece diretrizes para o cálculo da PCF em abordagens de balanço de massa.

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

Para garantir uma aplicação precisa, é essencial estabelecer um sistema de contabilidade rigoroso, evitando duplicações nos cálculos e assegurando que a quantidade de produtos atribuídos a matérias-primas alternativas não ultrapasse a quantidade efetivamente adquirida. Além disso, uma abordagem de balanço de massa também pode ser aplicada para os materiais reciclados utilizados como matérias-primas na indústria química.

4.6.7.1.2 Cálculo de PCF dos produtos com balanço de massa

O balanço 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 balanço 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 balanço de massa possibilita que o conteúdo sustentável seja atribuído a produtos individuais para criar valor a partir do uso de entradas sustentáveis.

A PCF dos produtos balanceados por massa é determinada pela substituição do impacto da matéria-prima fóssil pela quantidade proporcional de matéria-prima alternativa utilizada no processo. Deve-se evitar a dupla contabilização da matéria-prima alternativa. Se a matéria-prima alternativa for alocada para produtos com balanço 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 balanço de massa a partir da matéria-prima alternativa.

4.6.7.2 Sistema de certificados *book-and-claim*

O Memorando de Pesquisa sobre Abordagens Contábeis Baseadas no Mercado do Protocolo de GEE define *book-and-claim* como "a compra de certificados em que os atributos ambientais são desvinculados dos produtos que a empresa consome fisicamente". Exemplos desses sistemas incluem programas como certificados de combustível de baixo carbono fornecidos por empresas de logística ou Certificados de Energia Renovável não vinculados.

4.6.7.3 Medidas de intervenção na cadeia de valor

O Protocolo de GEE define intervenção na cadeia de valor como "projetos/intervenções que reduzem as emissões ou aumentam a remoção de carbono dentro da área de fornecimento da empresa

que está relatando, utilizando métodos do inventário do Escopo 3" (como fatores de emissão baseados em dados primários de fornecedores específicos que adotam tais intervenções). Neste caso, a Norma ISO 14068, que trata da neutralidade de carbono, também pode ser aplicada.

4.6.7.4 Créditos baseados em projetos

O Protocolo de GEE define créditos de projetos como: "resultados quantificados de mitigação provenientes de projetos ou ações em larga escala, que podem ser creditados e transferidos entre entidades para fins de compensação de GEE". A quantificação dos créditos é feita com métodos contábeis baseados em projetos, onde as reduções ou remoções de emissões geradas por projetos ou intervenções são calculadas em comparação com cenários de linha de base hipotéticos. Métodos de contabilização baseados em projetos, como a norma ISO 14064-2 e o Protocolo de GEE para Contabilização de Projetos, estabelecem padrões para quantificação, monitoramento e relatório de atividades voltadas à redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) ou ao aumento da remoção de carbono, transformando esses esforços em créditos de carbono comercializáveis (também conhecidos como *offsets*). A ISO 14068-1 estabelece os princípios, critérios e diretrizes necessários para alcançar e demonstrar a neutralidade de carbono por meio da quantificação, redução e compensação da pegada de carbono.

A emissão de créditos de carbono (*offsets*) está sujeita a regras específicas.
A remoção direta ou indireta ocorre em uma etapa do processo, muitas vezes além dos limites da empresa responsável pelo relatório. No geral, devem ser considerados os seguintes aspectos:

- de acordo com o Padrão Corporativo do Protocolo de GEE, todas as compensações de carbono devem ser reportadas separadamente das emissões dos Escopos 1, 2 e 3. Isso inclui tanto as compensações que possuem um certificado, quanto as que não o possuem.
- é obrigatório cumprir todas as exigências regulatórias para o relatório.
- as empresas devem divulgar de maneira transparente a origem das compensações reportadas, incluindo o sistema sob o qual foram geradas.
- se uma empresa vende os certificados que recebeu pelas reduções de emissão realizadas dentro de seus limites de relatório, ela deve registrar um "*offset*" com impacto positivo. [ISO 14064:2019, WBCSD (2013)].
- empresas podem somar *offsets* ou créditos de carbono equivalentes, desde que originados do mesmo programa de GEE e sejam de um período compatível.

4.6.7.5 Informações adicionais sobre ferramentas de mercado no Escopo 3

Dado o avanço das práticas de contabilização de GEE, os Guias da TfS poderão passar por atualizações para garantir alinhamento com o Protocolo de GEE e novos métodos em desenvolvimento. Empresas devem se manter informadas sobre essas evoluções para garantir que o uso de ferramentas de mercado esteja sempre alinhado com os padrões mais recentes A norma ISO 14068 sobre neutralidade de carbono foi lançada recentemente e pode ser considerada quando pertinente. Enquanto o Protocolo de GEE não fornecer orientações mais detalhadas, recomenda-se que as organizações sigam os seguintes princípios ao aplicarem ferramentas de mercado na contabilização e elaboração de relatórios do Escopo 3 corporativo:

- participar exclusivamente de programas que ofereçam altos padrões de credibilidade, transparência e documentação detalhada;
- adotar práticas de contabilização que sejam transparentes e estejam em conformidade com o Protocolo de GEE ou outras regulamentações aplicáveis;
- coletar provas concretas que validem a aplicação correta da ferramenta de mercado;
- comprovar e quantificar os benefícios ambientais obtidos por meio das ferramentas de mercado, preferencialmente respaldados por certificação;
- documentar explicitamente os *offsets* de carbono; estes devem ser mantidos separados e não devem ser deduzidos do inventário de emissões diretas ou indiretas da organização.

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

A transparência do CO_2 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 (PCF) 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 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.

As PCFs são calculadas de acordo com diretrizes/padrões comparativos, proporcionando coerência na forma em que os resultados foram calculados. O resultado da 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 como 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 este 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. Por isso, a TfS lançou o **Modelo de Dados da TfS**, com o objetivo de padronizar o intercâmbio de dados por plataformas específicas e assegurar que as informações recebidas sejam claras, confiáveis e relevantes.

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 a PCF das substâncias químicas. No futuro, as PCFs serão fontes importantes de informações para auxiliar as empresas em suas estratégias de redução de GEE.

Informações sobre a 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 propósito do relatório do estudo de PCF é apresentar os detalhes da análise da PCF, seja total ou parcial, e evidenciar o cumprimento dos requisitos estabelecidos neste 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 as conclusões do estudo de PCF devem ser documentados no relatório do estudo de PCF de forma imparcial. 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.

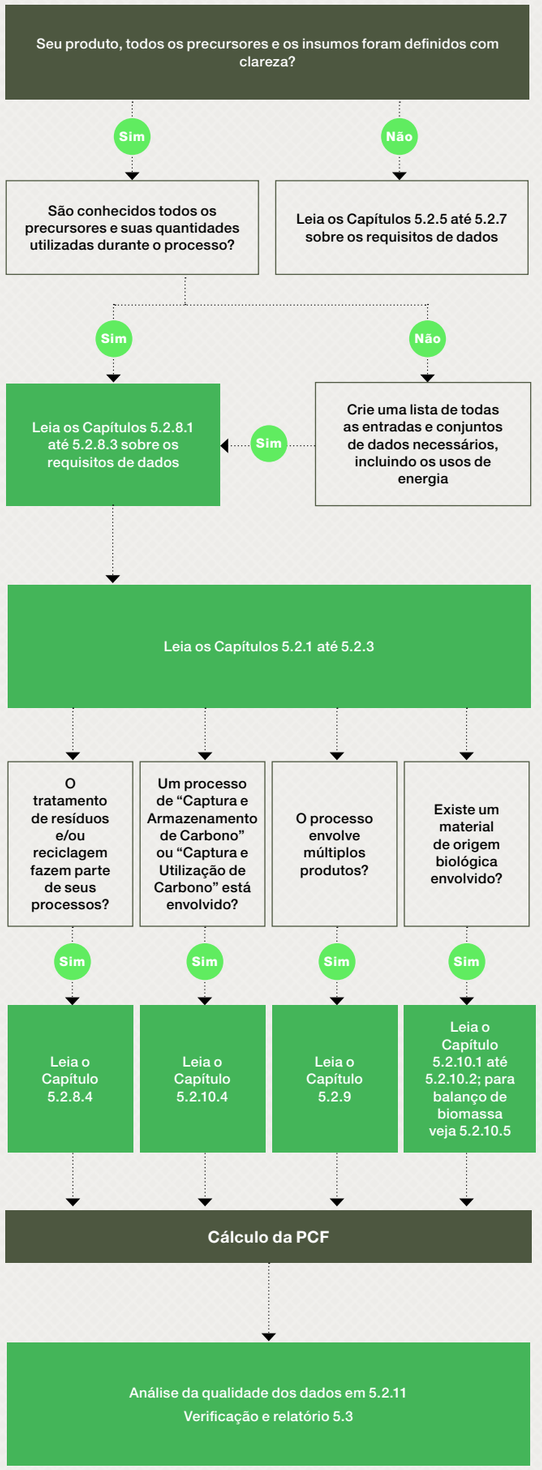
Na Figura 5.1, um resumo geral é fornecido para facilitar a navegação no guia e para encontrar mais facilmente os Capítulos mais relevantes e pular outros. A Figura 5.1 também deve auxiliar os iniciantes neste tópico para começar rapidamente com os primeiros cálculos e continuar com perguntas específicas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

Atualmente, a TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH está prestando os seguintes serviços à TfS:

- avaliar o guia em relação a todos os padrões relevantes aplicáveis (por exemplo, SBTi, Metodologia PACT, GHG Protocol, entre outros);
- conferir se os requisitos de apresentação de relatórios para os requerentes estão suficientemente definidos no Guia;
- verificar a usabilidade e indicar possíveis melhorias;
- ciclos de discussões e possíveis melhorias durante a fase de teste (WP 1-4 da TfS) e fase de finalização (WP 1-5 da 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" para calcular uma PCF e se refere a uma "unidade declarada" (veja 5.1.3).

Este Guia permite calcular a PCF do berço ao portão 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. O Guia segue rigorosamente as normas da ISO 14067: 2018 e do Padrão do Protocolo de GEE para Cálculo e Relatório do Ciclo de Vida de Produtos Para atender a um requisito específico, as emissões de GEE provenientes de dLUC e aeronaves devem ser reportadas conforme o formato de intercâmbio de dados, se aplicável. É um desafio estar totalmente de acordo com todos os outros padrões ou diretrizes que possam ser relevantes. A TÜV Rheinland verificou e validou a conformidade.

A PCF "do berço ao portão", conforme descrita neste documento, representa a soma das emissões e remoções de GEE de um ou mais processos selecionados dentro de um sistema de produto, expressa em equivalentes de CO_2 (CO_2e) e baseada nas etapas ou processos escolhidos ao longo 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.

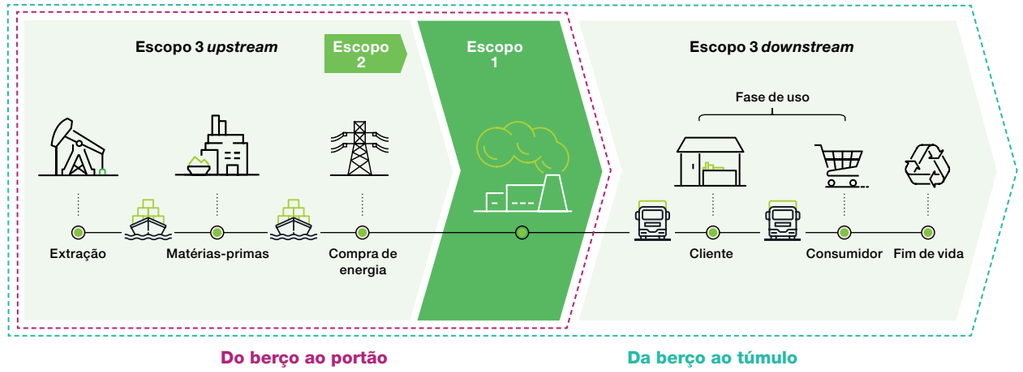
É preciso notar que uma avaliação de produto limitada apenas aos GEE tem o benefício de simplificar a análise e produzir resultados que podem ser comunicados claramente às partes interessadas. A limitação de um inventário apenas de GEEs é que as possíveis compensações ou cobenefícios entre os impactos 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)].

5.1.2 Limites do sistema

O limite do Guia é uma PCF do berço ao portão, 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 uma PCF do berço ao portão (Figura 5.2).

As seguintes atividades **devem ser incluídas** em um cálculo de PCF do berço ao portão: todas as emissões de GEE diretas (Escopo 1) e indiretas (Escopo 2) relacionadas ao produto do processo de produção, incluindo remoções fósseis ou biogênicas, consumo de energia (Escopo 2: eletricidade, calor externo e vapor; Escopo 1: consumo de combustível como gás natural, biogás), serviços públicos, manufatura, transporte de entrada, transporte local a local, tratamento de resíduos de processo e tratamento de águas residuais e todas as emissões de GEE relacionadas ao Escopo 3 do

Figura 5.2: Definição de limites do sistema



consumo de matéria-prima, 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 da PCF do berço ao portão: fabricação de equipamentos de produção, edifícios, infraestrutura e outros bens de capital, viagens de negócios de funcionários, deslocamento de funcionários para o trabalho e atividades de pesquisa e desenvolvimento. [PACT Methodology], Tabela 5.1. Para infraestrutura de energia renovável, os equipamentos, especialmente os de energia solar e eólica, devem ser incluídos na PCF. Tanto em células solares quanto em turbinas eólicas, a principal fonte de emissões é a produção dos componentes, e essas emissões devem ser incluídas no cálculo da PCF sempre que o consumo de energia for relevante. Por favor, consulte também o Capítulo 5.2.3 sobre os requisitos para eliminar atividades.

A inclusão ou exclusão das seguintes atividades dentro dos limites do sistema pode variar conforme critérios de exclusão ou requisitos específicos dos clientes: 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 deve ser incluída. Para muitos produtos químicos, a contribuição da embalagem para a PCF é insignificante. Este é o caso, por exemplo, para produtos químicos a granel que são entregues por um fornecedor às fábricas dos clientes. 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 ISO 14067 [ISO 14067: 2018], uma PCR é um "…conjunto de normas específicas, requisitos e diretrizes para a quantificação e comunicação da pegada de carbono total ou parcial de um produto em uma ou mais categorias de produtos". 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", 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 5.1 a seguir descreve, de forma genérica, as atividades que devem ser incluídas ou excluídas dos limites do sistema, assim como as opcionais.

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 da PCF do berço ao portão. 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 as PCFs do berço ao portão e, portanto, não inclui o ciclo de vida completo do produto.

A PCF, expressa em kg CO_2 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, preferencialmente, kg de CO_2 equivalente por kg de produto. Para alguns produtos específicos, como gases (por exemplo, hidrogênio, GPL), a PCF pode ser expressa por unidade de metro cúbico de produto. Além disso, produtos vendidos por volume (ex.: litros) ou por unidade (ex.: peças automotivas) podem ter a PCF expressa na unidade de venda correspondente. Para essas situações, o fornecedor deve disponibilizar os fatores de conversão (densidades com as respectivas condições) para conversão em kg, conforme indicado na lista de atributos do Modelo de Dados TfS. Nenhuma outra unidade de medida, como Euro, deve ser utilizada.

Tabela 5.1: Atividades a serem incluídas e excluídas nos limites do sistema e atividades opcionais

Incluída	Excluída	Opcional
Matérias-primas relacionadas com a produção (incluindo os catalisadores e materiais auxiliares que são consumidos)'	Serviços como engenharia, infraestrutura e atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	Embalagem dos materiais de entrada do produto
Serviços públicos consumidos	Viagens de negócios ou transporte de funcionários	Logística de saída (se incluída nos limites do sistema, deve ser reportada separadamente)
Consumo de energia	Bens de capital e bens técnicos	
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 deslocamento entre instalações.		
Gerenciamento ou descarte de resíduos de processos e tratamento de efluentes		

(1) Aquisições não relacionadas à produção (também chamadas de compras indiretas) incluem bens e serviços adquiridos que não são componentes diretos dos produtos da empresa, mas contribuem para a realização das operações. O aprovisionamento não relacionado à produção pode incluir bens de capital, como móveis, equipamentos de escritório e computadores. Fonte: Padrão do Protocolo de GEE para Cadeia de Valor Corporativa.

No caso de processos, a PCF pode ser expressa em kg equivalentes de CO_2e por tonelada de produto destilado, por tonelada de efluente tratado ou por tonelada de produto em um processo de cristalização.

Alguns setores podem utilizar 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 uma PCF ligado à Unidade Declarada devem ser relatados como kg equivalentes de CO_2 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 uma PCF, um decimal pode ser omitido, no caso de uma PCF muito baixa, mais decimais podem ser significativos;

1,25 kg deve ser arredondado para 1,3 kg equivalentes de CO_2; 1,24 kg deve ser arredondado para 1,2 kg equivalentes de CO_2.

Um estudo da PCF deve **especificar claramente** a Unidade Declarada do sistema sob estudo. A Unidade Declarada deve ser **coerente com o objetivo e escopo** do estudo da PCF [ISO 14067: 2018]. O propósito principal de uma Unidade Declarada é **fornecer 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 calculada a PCF de um sistema de produto é **1 kg de produto sem embalagem** no portão da fábrica, independente de seu estado (sólido, líquido, gasoso), já que sua densidade específica é considerada [BASF SE 2021]. Se a embalagem estiver incluída (ver 5.1.2), a Unidade Declarada é 1 kg de produto embalado no portão da fábrica. 1 kg refere-se apenas à massa do produto. O peso total do produto com embalagem ultrapassa 1 kg.

$$\frac{\text{kg de } CO_2\text{e do produto (incluindo o impacto da embalagem)}}{\text{kg de produto (excluindo a massa da embalagem)}}$$

A 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 a PCF deve ser divulgada. Os cálculos devem se referir à **Unidade Declarada** e ser integrados nos resultados quando os dados sobre a PCF forem compartilhados 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.

De acordo com este documento, um estudo de PCF passa pelas quatro fases da Avaliação do Ciclo de Vida, 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) Elaboração do Inventário do Ciclo de Vida a partir da coleta de 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 do ciclo da vida (ACV)

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 (CO_2e 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 garante a conformidade com diferentes diretrizes normativas, caso seja necessário [PACT Methodology], [BASF SE 2021].

(iv) Consolidação da PCF: a PCF deve ser calculada 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 a mais granular possível, idealmente a partir dos processos específicos implicados na produção do produto sob estudo. Na ausência de dados em nível de processo, a coleta deve ser realizada no nível da planta ou, se necessário, no nível do local, priorizando os dados da planta. 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 para cada processo individual. 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 uma 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 os mais recentes possíveis **e não mais antigos que três anos**. O **ano completo mais recente** (ano do relatório ou ano civil) deve ser utilizado como limite temporal para os cálculos de PCF, desde que represente 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. Ao aplicar dados médios de produção em um cálculo de PCF, não devem ser considerados mais do que os últimos três anos de produção (ano do relatório ou ano civil) para o cálculo da PCF [BASF SE 2021], [PACT Methodology].
- **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 tão recentes quanto possível e **não ter mais de dez anos** [BASF SE 2021]. Caso os dados sejam mais antigos, deve-se utilizar *proxies* apropriados e mais recentes. A classificação de qualidade dos dados será influenciada pela escolha dos dados.
- As **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, as PCFs devem ter **um período de validade máximo de até três anos** a partir do ano de referência da coleta de dados se não tiver mudanças significativas no processo de produção (> 20% de impacto em relação à PCF original). As empresas podem atualizar seus cálculos de PCF **com mais regularidade** (por exemplo, anualmente). A TfS determinou que, após três

anos ou caso o processo produtivo tenha sofrido alterações significativas, os valores de PCF deixam de ser considerados representativos e devem ser recalculados. Quando uma PCF for revisada, sua versão atualizada substituirá a anterior e permanecerá válida por três anos.
- O limite temporal do cálculo de PCF é o ano de referência. O **ano de referência** 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 uma 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. Se os materiais tiverem uma pegada ambiental significativa na fase *upstream*, eles devem ser considerados no cálculo da PCF, independentemente de sua contribuição relativa para o fluxo total de materiais. Se a contribuição for incerta, um cálculo geral deve ser realizado e os resultados devem ser incluídos, caso sejam significativos.

Os critérios de corte determinam a quantidade de fluxo de material ou energia, além do grau de relevância das emissões de GEE de processos unitários ou do sistema de produto, que podem ser descartados em um estudo de 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].

Critérios de corte de PCF

1. Todos os insumos materiais que representem, no total, pelo menos 97% da massa total dos insumos do processo unitário devem ser incluídos. Para aumentar a qualidade da PCF e garantir um cálculo mais abrangente, 100% dos insumos materiais totais devem ser incluídos.

2. Todos os insumos energéticos que representem, cumulativamente, pelo menos 97% do total de insumos energéticos no processo unitário devem ser incluídos. A fim de melhorar a precisão da PCF e garantir um cálculo mais completo, recomenda-se incluir 100% dos insumos energéticos totais. Para a maioria dos materiais de entrada, o fluxo de massa e energia reflete com precisão o impacto na PCF. Se determinados materiais usados no processo apresentarem uma PCF elevada ou estimada como tal, sua contribuição para a PCF total deve ser examinada, mantendo o critério de exclusão abaixo de 3%

3. Em casos onde a entrada e a influência na PCF não estão claras, deve-se realizar um cálculo geral com valores genéricos para decidir se um corte pode ser aplicado ou não (abordagem iterativa). [BASF SE 2021].

4. Os fluxos de entrada de metais preciosos, como catalisadores contendo elementos do grupo da platina, que apresentam um impacto ambiental significativo na fase inicial da cadeia, devem ser considerados no cálculo da PCF, independentemente de sua participação relativa na massa total de materiais, mesmo que sejam ≤ 1% do total. No mínimo, o cálculo da PCF deve levar em conta a perda de material (como a perda de catalisador) e designar a essa perda uma PCF igual à do 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

5.2.4.1 Padrões gerais e Regras de Categoria de Produto (PCR)

Este Guia setorial da TfS para produtos químicos segue os padrões internacionais ISO 14040: 2006/AMD 1: 2020 e ISO 14044: 2006/AMD 2: 2020para Avaliação do Ciclo de Vida. Com base nesses padrões gerais, a diretriz está alinhada com a norma ISO 14067: 2018 para Pegada de Carbono de Produtos (PCF). De acordo com 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 equivalentes de CO_2 e baseada em uma Avaliação do Ciclo de Vida utilizando a única categoria de impacto de mudança climática". De acordo com 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. A metodologia PACT e o guia de Avaliação do Ciclo de Vida do WBCSD também foram considerados. 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 a seguinte hierarquia de priorização alinhada de normas para os cálculos de PCF:

1. PCR desenvolvido com base no Guia para o cálculo **de PCF da TfS ou aprovado pela TfS**.

2. Orientações específicas para produtos ou setores, baseadas nos padrões da série ISO 14.000 (tais como os PCRs divulgados pela Plastics Europe).

3. Se ainda não houver um PCR disponível, o **Guia de PCF da TfS** pode ser aplicado para o cálculo da PCF.

4. Norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018].

5. Metodologia PACT; Padrão de Produto do Protocolo de GEE [GHG Protocol Product Standard].

6. Regra de Categoria de Pegada Ambiental de Produto (PEFCR) desenvolvida sob a iniciativa europeia de Pegada Ambiental de Produtos [EU PEF].

Se diferentes organizações publicarem PCRs oficiais para o mesmo produto, a TfS fará uma revisão técnica com um time de especialistas e designará o "PCR aceito pela TfS". Como base para a decisão, é verificada primeiramente a aplicação do Guia de PCF da TfS ou outros padrões relevantes. A TfS também publica e atualiza anualmente a lista de "PCRs aceitos pela TfS" , independentemente da disponibilidade de outros PCRs. Empresas e instituições podem enviar seus PCRs para avaliação e possível listagem na TfS. A aceitação será determinada com base em um processo previamente definido. No caso de regras setoriais que não são oficialmente declaradas como PCRs ou PEFCRs, a aplicação também deve ser justificada e verificada pela TfS.

Na lista não exaustiva, serão adicionadas a data do documento e a data da revisão final da TfS para evitar a aceitação automática de documentos atualizados que a TfS desconheça e não tenha revisado. Você pode consultar a lista no seguinte link: **https://www.tfs-initiative.com/pcf-guideline#multioutputprocessesandacceptedpcrs**

5.2.4.2 Processo de aceitação e listagem de PCRs

Para que uma PCR seja aceita e incluída na lista da TfS, as organizações devem submetê-la, juntamente com as devidas justificativas, para avaliação da TfS. A TfS analisa se a PCR atende a todos os critérios exigidos para ser reconhecido e classificado como "PCR aceita pela TfS". Todas as PCRs voltadas para produtos químicos que não estejam sujeitos a legislações ou regulamentações regionais podem ser analisados e aprovados para inclusão na lista oficial e pública da TfS. Os especialistas analisam se os requisitos essenciais da norma ISO/TS 14027: 2017 – Rótulos e declarações ambientais — Desenvolvimento de regras de categoria de produto – foram atendidos. Além disso, a PCR deve incluir todos os requisitos aplicáveis para a realização da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) conforme as normas ISO 14044, ISO 14046, ISO 14067 e o Guia de PCF da TfS, incluindo, mas não se limitando a:

a) a unidade funcional ou a unidade declarada;
b) os limites do sistema: a definição dos limites do sistema deve seguir os requisitos da ISO 14044: 2006, seção 4.2.3.3;
c) menção a dados específicos ou regras que devem ser seguidas na execução do cálculo;
d) critérios de alocação: a PCR deve definir as regras de alocação em conformidade com a ISO 14044: 2006, seção 4.3.4.

A revisão da PCR deverá considerar, no mínimo, os seguintes aspectos:

a) dados gerais da PCR (entidade responsável, operador do programa, código de registro ou outro identificador);
b) escopo da PCR e especificação das categorias de produtos consideradas;
c) outras normas aplicáveis à categoria de produto, consideradas relevantes para a avaliação da PCR;
d) análise criteriosa dos requisitos da PCR referentes à ACV, considerando a unidade funcional ou declarada;
e) limite do sistema;
f) avaliação do inventário do ciclo de vida, abrangendo critérios de alocação, exigências de qualidade dos dados e modelagem de eletricidade;
g) avaliação do impacto do ciclo da vida (ACV);
h) interpretação dos resultados da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV);
i) hipóteses adotadas e restrições aplicáveis às regras de cálculo da ACV;
j) definição de indicadores relevantes (o Guia de PCF da TfS prioriza as emissões de GEE);
k) fonte de dados e requisitos de qualidade;
l) registro das informações técnicas declaradas referentes às fases do ciclo de vida que não foram incluídas na ACV do produto (como distâncias de transporte, vida útil do produto, consumo de energia durante o uso, ciclos de manutenção).

O relatório de PCR deve fornecer informações de forma transparente sobre:

a) notificação dos representantes das partes interessadas sobre o desenvolvimento da PCR, a constituição do comitê da PCR e o interesse na sua implementação
b) o comitê da PCR é constituído pelas partes interessadas.
c) verificar o equilíbrio entre as perspectivas e competências das partes interessadas (consultar ISO 14025: 2006, seções 5.5, 6.5 e 9.3). A exclusão de qualquer parte interessada deve ser acompanhada de uma justificativa adequada.
d) verificar se o presidente do comitê da PCR possui conhecimento suficiente e experiência em ACV e declarações ambientais de produto, conforme a ISO 14025, e em comunicação de pegada ambiental baseada nas normas ISO 14044, ISO 14025, ISO 14046 e ISO 14067, bem como no Guia de PCF da TfS.
e) disponibilizar publicamente as decisões do comitê da PCR sobre os comentários recebidos.

Caso haja múltiplas PCRs oficialmente reconhecidas para o mesmo produto por diferentes organizações, a TfS realizará uma revisão com um grupo de especialistas e designará uma delas como a "PCR aceita pela TfS". A decisão será fundamentada na verificação da conformidade com o Guia de PCF da TfS.

No processo de decisão da TfS, será dada prioridade às regras de alocação aceitas pela TfS em uma lista publicada ou em uma PCR indicada em:

1. lei ou regulamentação regional existente;
2. PCRs emitidas por associações que operam globalmente;
3. PCRs de associações que operam regionalmente. (por exemplo, Plastics Europe);
4. PCR de programas EPD.

Pelo menos uma vez por ano, a TfS publica e atualiza a 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.

Durante o processo, a TfS levará em conta a finalidade da PCR apresentada, considerando os seguintes critérios:

1. Caso o cálculo tenha como objetivo atender a requisitos regulatórios, as PCRs devem estar em conformidade com a legislação ou normas regionais aplicáveis (exemplo: PEFCRs).
2. Para cálculos com finalidade comercial, as empresas devem adotar uma PCR com validade global. Na ausência de uma, podem seguir uma PCR regional adequada à localização do mercado-alvo.
3. Se o mercado-alvo não for claro, as empresas devem priorizar PCRs mais abrangentes para favorecer uma aceitação mais ampla.

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.

Devem ser utilizados os bancos de dados mais atualizados disponíveis no momento do cálculo. Por exemplo, em 2023/2024, ocorreram alterações significativas nos conjuntos de dados, associadas ao crescimento das emissões de metano decorrentes da extração de petróleo e gás. Portanto, recomenda-se o uso das versões mais recentes dos bancos de dados, como Ecoinvent V3.10, Sphera MLC 2024.1 ou Carbon Minds cm.chemicals Version 2.00 (julho de 2023), caso os cálculos da PCF envolvam conjuntos de dados desses fornecedores secundários. As demais fontes de dados e as PCFs dos fornecedores devem ser atualizadas pelo mesmo motivo, já que é altamente provável que essas informações sejam baseadas nos mesmos bancos de dados utilizados nos cálculos da PCF.

As fontes podem ser caracterizadas como:

Dados primários:

- Dados específicos da empresa: trata-se 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 amostragem[1].
- 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 ser divididos em nível de produto com base 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 de CO_2e por tonelada de resíduos incinerados. Adicionalmente, as informações disponíveis sobre emissões específicas em processos específicos devem ser consideradas (por exemplo, as emissões de SF_6 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 de literatura 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 de literatura, 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.

A Tabela 5.2 apresenta um resumo e uma visão geral das informações.

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 assemelharem 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 adequarem 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 existirem.

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, dos processos em estudo e da contribuição para a PCF total, o uso de dados de polietileno como *proxy* para polipropileno 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 da 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 da 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, CH_4/litro de combustível) ou podem incluir muitos gases em unidades de CO_2 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. 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.

Tabela 5.2: Hierarquia de dados para insumos energéticos e materiais considerando dados primários, secundários e *proxies* [PACT Methodology].

Abordagem	Fonte de dados de atividade		Fonte do fator de emissão	
	Energia[1]	Material	Energia	Material
Melhor cenário	Interno/primário		Para produção no local: Interno/primário Para energia elétrica adquirida: certificados específicos do fornecedor/ certificados de Energia Renovável e Garantias de Origem Para outras fontes de energia adquiridas: específico do fornecedor	Específico do fornecedor (por exemplo, via Pathfinder Network)
Melhor cenário[2]	Interno/primário		Bancos de dados secundários	
Pior cenário[3]	Interno/secundário[3] Dados *proxy*		Dados *proxy* e bancos de dados EEIO	

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

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

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 oferecidos por um fornecedor para um processo sob seu controle. Caso um fator de emissão de uma matéria-prima seja disponibilizado por um fornecedor, ele também é chamado de dado específico do fornecedor.

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 padrão são baseados em dados de atividades secundárias. A fonte dos dados secundários deve ser especificada no relatório.

Os fatores de emissão devem considerar todos os gases de efeito estufa (GEE) e seguir a abordagem "do berço ao portão" que incluem emissões de todos os processos *upstream* atribuíveis a um produto.

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

1. Quando houver fatores de emissão primários disponíveis diretamente dos fornecedores de matérias-primas e energia ou processos internos, eles devem ser usados. A qualidade do fator de emissão específico do fornecedor ou da empresa deve ser analisada e validada para garantir sua adequação (consulte abaixo os requisitos de dados para dados primários ou a referência ao Capítulo correspondente).

2. 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, 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 CO_2 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 CO_2, que é de longe o maior contribuinte (>95%) para as emissões de GEE da combustão de combustíveis primários. Os fatores de emissão devem ser apresentados sempre em equivalentes de CO_2e.

3. 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]].

4. 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]]:

1. Se a origem da produção (região ou país) e a tecnologia de produção da matéria-prima fornecida forem conhecidas, escolha um fator de emissão específico para a 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-alcalina 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 uma região ou país — por exemplo, a produção de hidrogênio líquido na Europa.

3. Se não se sabe a origem de produção, escolha uma combinação de consumo específica de uma região ou país em função da localização do seu fornecedor direto — por exemplo, o 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-alcalina 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, World Steel Association, entre outras;
- bancos de dados de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), incluindo Sphera Managed LCA Content (MLC), Ecoinvent, Carbon Minds, Agribalyse, ELCD (PEF), IDEA Database, entre outras;
- bancos de dados nacionais oficiais para fatores de emissão, incluindo US EPA, IEA e Defra, amplamente utilizados para cálculos ambientais;
- 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, deve ser relatado o uso de fontes de dados *proxy* ou a fonte de dados secundários. Na medida em que os dados secundários são usados, deve ser especificado em relação a todas as emissões de GEE por equivalentes de CO_2.

As fontes devem ser especificadas conforme o estabelecido no Modelo de Dados da TfS ou de acordo com os requisitos de relatório, incluindo os atributos obrigatórios para dados primários e secundários, bem como as regras para a utilização de bancos de dados secundários.

5.2.7 Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV)

Uma PCF representa o impacto potencial do ciclo de vida de um produto na categoria de impacto ambiental da mudança climática. Essa categoria de impacto considera que diferentes GEE têm impactos diferentes nas mudanças climáticas, expressos como seu potencial de aquecimento global (GWP) em kg CO_2 equivalentes (CO_2e).

A Fórmula 5.1 define a equação básica para o cálculo das emissões de GEE (CO_2e) com base nos dados de atividade:

Fórmula 5.1:

Kg de CO_2e	Dados de atividade	X	Fator de emissão	X	GWP
	Quantidade de atividade		(kg de GEE/ atividade)		(kg de CO_2e/ kg de GEE)

Por exemplo, se a atividade for a compra de 5.000 kg de metanol como matéria-prima e o fator de emissão específico do fornecedor for 0,80 kg de CO_2e/kg, então as emissões de GEE para a atividade são 5.000 * 0,80 = 4.000 kg de CO_2e.

A Fórmula 5.2 apresenta a equação básica para o cálculo do CO_2e proveniente de uma emissão direta:

Fórmula 5.2:

Kg de CO_2e	Dados sobre a emissão direta	* PAG (GWP)
(unidade)	(unidade) (kg de GEE)	(kg de CO_2e/kg de GEE)

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

Na Figura 5.4, é descrito um exemplo de dados sobre o processo de eletrólise cloro-álcali do berço ao portão. A média ponderada da produção de cloro de entradas e saídas de materiais e energia selecionados é mostrada 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 demonstrado como os dados de atividade e os fatores de emissão devem ser inseridos para gerar um conjunto de dados em conformidade com a diretriz antes da alocação [EUROCHLOR 2022].

Figura 5.3: Tipologia de dados para o cálculo da PCF aplicada à produção de 1 kWh de eletricidade

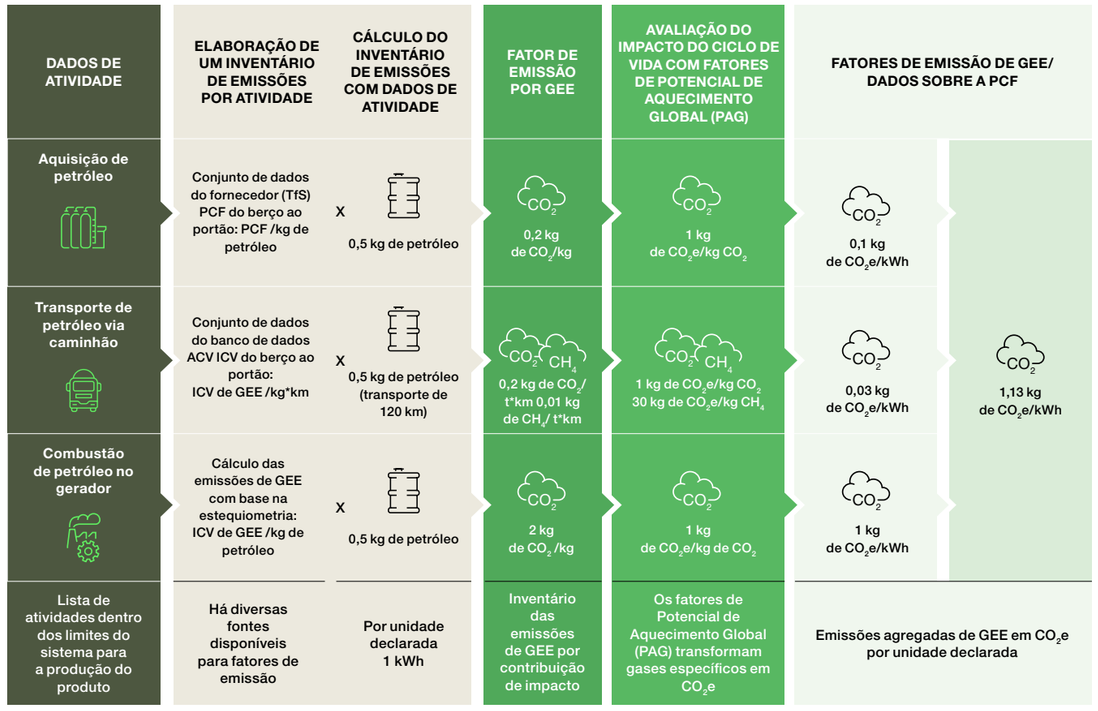


Figura 5.4: Os dados do processo de eletrólise cloro-álcali de portão a portão são usados no cálculo da PCF e transferidos para uma PCF básica antes da alocação.

DADOS DE ATIVIDADE	ELABORAÇÃO DE UM INVENTÁRIO DE EMISSÕES POR ATIVIDADE		CÁLCULO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES COM DADOS DE ATIVIDADE	FATOR DE EMISSÃO POR GEE	AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA CONSIDERANDO FATORES DE POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL (PAG)	FATORES DE EMISSÃO DE GEE/ DADOS SOBRE A PCF	
Uso da rede elétrica	Cálculo das emissões de GEE a partir dos dados da rede: ICV de GEE/kWh	X	2,36 kWh	CO_2 0,395 kg de CO_2/kWh	CO_2 1 kg de CO_2e /kg CO_2	CO_2 0,93 kg de CO_2e /kg	
Aquisição de sal	Conjunto de dados do fornecedor (TfS) PCF do berço ao portão: PCF/kg de petróleo	X	2,15 kg de sal	CO_2 0,2 kg de CO_2 /kg	CO_2 1 kg de CO_2e /kg CO_2	CO_2 0,43 kg de CO_2e /kg	CO_2 1,4 kg de CO_2e /kg
Aquisição de ácido sulfúrico	Conjunto de dados do banco de dados de ACV – Inventário do Ciclo de Vida (ICV) do berço ao portão: ICV de GEE/kg	X	0,01 kg de ácido sulfúrico	CO_2 0,14 kg de CO_2/kg	CO_2 1 kg de CO_2e/kg CO_2	CO_2 0,001 kg de CO_2e/kg	
Lista de atividades dentro dos limites do sistema para a produção do produto	Há diversas fontes disponíveis para fatores de emissão		Por unidade declarada 1 kg de cloro	Inventário das emissões de GEE por contribuição de impacto	Os fatores de Potencial de Aquecimento Global (PAG) transformam gases específicos em CO_2e	Os fatores PAG convertem os diferentes GEE na unidade comum de CO_2e	

O cálculo da 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 (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorcarbonos (HFCs), compostos perfluorados, hexafluoreto de enxofre (SF_6), trifluoreto de nitrogênio (NF_3), perfluorcarbonos (PFCs), éteres fluorados (HFEs), perfluoropoliéteres (por exemplo, PFPEs), clorofluorcarbonos (CFCs) e hidroclorofluorcarbonos (HCFCs). As emissões de GEE devem ser agregadas como equivalentes de CO_2e 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 CO_2. No caso de futuras revisões, a TfS atualizará o Guia conforme necessário para assegurar sua conformidade com a versão mais atualizada.

Os fatores de caracterização do GWP-100 da AR 6 **devem ser extraídos prioritariamente da Tabela 7.15** do Capítulo 7, do relatório IPCC AR6 Climate Change 2021 - Physical Science Basis. Essa tabela inclui os efeitos químicos de CH_4 e N_2O [IPCC 2021- The Physical Science].

Os fatores de caracterização GWP-100 do AR6 para as substâncias que não estão listadas na Tabela 7.15 devem ser extraídos da **Tabela 7.SM.7**, nos Materiais Suplementares do Capítulo 7 do relatório IPCC AR6 Climate Change 2021 - Physical Science Basis [IPCC 2021 – The Supplementary Material].

Todas as PCFs devem ser calculadas de maneira uniforme com base nos fatores de caracterização GWP-100, conforme estabelecido no Sexto Relatório de Avaliação do IPCC AR6 [IPCC, (2021a), Climate Change 2021 - The Physical Science Basis].

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 a 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. Matéria-prima.

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.

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 a 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 coproduto de um processo químico (por exemplo, vapor excedente). Veja o Capítulo 5.2.9 para obter mais orientações sobre como contabilizar as emissões de energia e outros coprodutos.

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). Ele deriva fatores de emissão de instrumentos contratuais, que incluem qualquer tipo de contrato entre duas partes para a venda e a compra de energia agrupada com atributos sobre a geração de energia, ou para reivindicações de atributos não agrupados.

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 CO_2e 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.

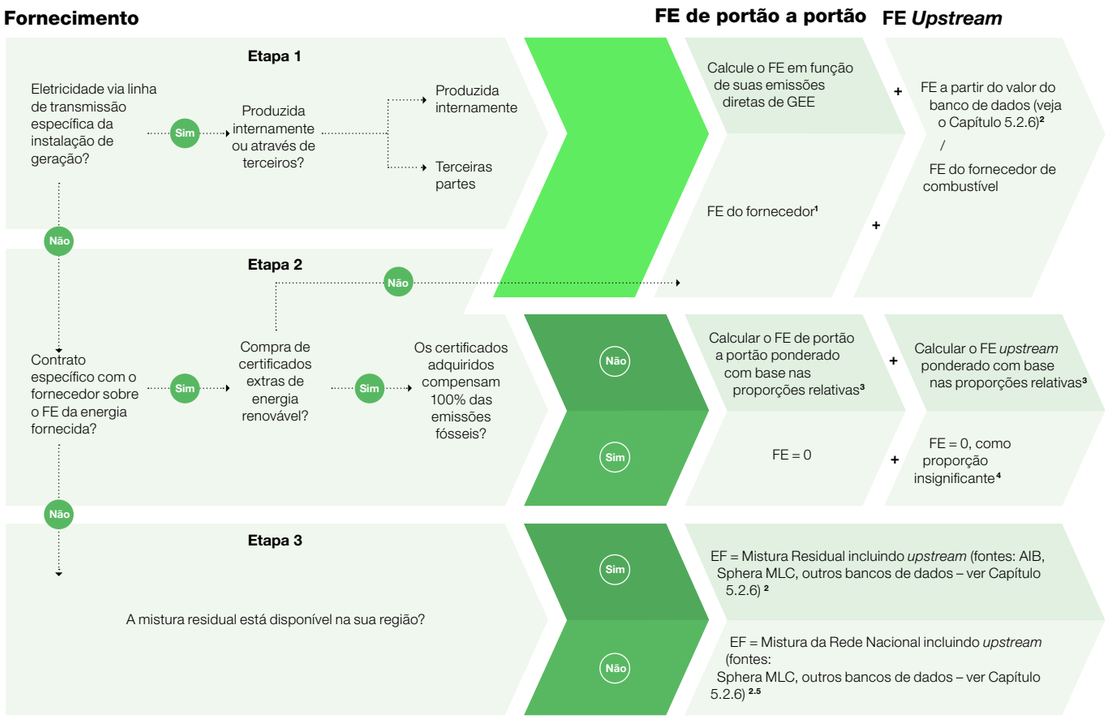
Eletricidade

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 diagrama de decisão na Figura 5.4 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. O diagrama de decisão está estruturado em três fases.

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 5.4).

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

Figura 5.5: Diagrama de decisão para a escolha dos fatores de emissão apropriados para 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 de 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: quantidade suficiente para compensar 50% das emissões fósseis = EF Ponderado = 0,2 × EFRE + 0,5 × (0,8 × EFFE) + 0,5 × (0,8 × EFRE)),

(4) Se as emissões *upstream* e demais impactos estiverem dentro do limite de corte (consulte o Capítulo 5.2.3), aplicar EF = 0. Se não for possível, utilize um valor apropriado do banco de dados (DB): Os valores dos bancos de dados consideram o ciclo de vida completo e incluem as emissões da fase de construção (Sphera MLC ou outros bancos de dados – ver Capítulo 5.2.6).

(5) Como alternativa, é possível implementar os dados da AIE se forem adicionados os FE *upstream* dos bancos de dados (Sphera MLC ou outros – ver Capítulo 5.2.6).

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

Determinação do fator de emissão portão a portão

Caso exista uma linha de transmissão exclusiva entre a organização e a usina de geração de eletricidade, e os certificados de energia consumida (ou instrumentos contratuais equivalentes) não tenham sido comercializados com terceiros, os fatores de emissão de GEE específicos do fornecedor de eletricidade deverão ser aplicados.

- Se a eletricidade for produzida internamente pela organização (por exemplo, por meio de geração local), os dados primários do sistema de geração de eletricidade deverão ser utilizados 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 do diagrama de decisão.

Determinando o fator de emissão *upstream*

As emissões de GEE geradas durante a produção de eletricidade são incluídas no cálculo do fator de emissão específico do fornecedor. As emissões de GEE adicionais provenientes de atividades *upstream*, como a extração e o transporte de combustíveis até a unidade de geração de eletricidade, bem como as potenciais perdas na transmissão e distribuição (T&D), podem ser obtidas diretamente dos fornecedores de combustível ou eletricidade ou, alternativamente, calculadas a partir de dados disponíveis em bancos apropriados (ver 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 firmar um contrato específico com um fornecedor de eletricidade com um fator de emissão de GEE definido — seja para energia renovável, como em um PPA, ou para eletricidade parcialmente baseada em combustíveis fósseis — e não adquirir certificados adicionais de atributos de energia renovável, então deverá utilizar o fator de emissão específico do produto fornecido. Se esse fator de emissão não estiver disponível, poderá ser utilizado o fator de emissão correspondente ao portfólio total de eletricidade do fornecedor.

Caso sejam adquiridos certificados de energia renovável desvinculados, a organização deve verificar se são suficientes para compensar as emissões fósseis da eletricidade obtida. Caso os certificados não cubram totalmente as emissões fósseis, deverá ser calculado um fator de emissão "do portão ao portão" proporcional à parte da eletricidade não coberta (ver nota de rodapé (3) na Figura 5.5) ou aplicado um modelo de balanço de massa (ver informações adicionais sobre eletricidade renovável neste Capítulo). Se os certificados compensarem as emissões de combustíveis fósseis, o fator de emissão do portão ao portão pode ser definido como zero.

Critérios mínimos de confiabilidade devem ser considerados na aquisição de certificados de energia renovável, incluindo a exclusividade da reivindicação, a idade da instalação de geração de energia renovável — já que certificados muito antigos são considerados problemáticos — e a adicionalidade. A orientação da ACLCA pode ser utilizada como referência, dado que o RE100 leva em conta a idade da unidade de geração, mas não considera a operação síncrona da geração de eletricidade **(Orientação de instrumentos para quantificar a eletricidade renovável em declarações ambientais de produtos, que pode ser encontrada em https://www.aclca.org/initiatives#PCR-Open-Standard).**

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 adicionais de GEE provenientes de processos *upstream* (por exemplo, extração e transporte de combustíveis até a usina de geração de eletricidade) e possíveis perdas na transmissão e distribuição (T&D) podem ser solicitadas aos fornecedores de eletricidade ou calculadas a partir de valores de bases de dados adequadas (ver 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 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. Caso contrário, um fator de emissão *upstream* proporcional para a eletricidade deve ser calculado com base na parcela remanescente não coberta pelos certificados. Caso os certificados compensem as emissões fósseis no fator "do portão ao portão", a organização deve calcular as emissões *upstream* da fonte de energia renovável utilizada com base em dados de banco de dados apropriados. 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 quando dados específicos não estão disponíveis).

Na indisponibilidade de dados específicos sobre a eletricidade fornecida ou em casos em que os certificados de energia renovável tenham sido transferidos a terceiros, é possível recorrer ao mix energético total do fornecedor. Se essa informação também não estiver acessível, deve-se aplicar o fator de emissão residual de GEE, seguindo a 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. Como 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, os *mixes* residuais são publicados, veja em [Green-e 2021- Taxa de Emissão de Mix 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 2 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.

Informações complementares sobre energia renovável e alternativas de baixa emissão de carbono.

A Diretiva de Energia Renovável [EC-Renewable Energy Directive] define energia renovável ou energia "verde" (RES-E) como: "…energia proveniente de fontes renováveis não fósseis, nomeadamente energia eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, térmica, hidrotermal e oceânica, hidrelétrica, biomassa, gás de aterro sanitário, gás de estações de tratamento de esgoto e biogases".

É importante evitar a dupla contagem. De acordo com a 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%. Como 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. Ao utilizar modelos de cadeia de custódia, é importante observar que pode haver inconsistências em relação a outras normas de ACV ou certificações (por exemplo: EPDs).

Não devem ser usadas compensações no cálculo da energia renovável.

As mesmas exigências e regulamentações aplicáveis à Eletricidade Renovável estendem-se a outras formas de Energia Renovável e de Baixo Carbono, incluindo a Energia Térmica Renovável ou de Baixo Carbono.

Outras observações:

- Se os processos incluídos no sistema em análise ocorrerem em Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS, conforme definição da ONU), a PCF, ou a PCF do berço ao portão, poderá ser quantificada adicionalmente por meio de instrumentos contratuais aplicáveis a esses processos, sem considerar a interconectividade da rede elétrica.
- 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. Os instrumentos contratuais podem incluir certificados de atributos de energia, certificados de energia renovável (RECs), certificados de energia sustentável ou outros certificados aceitos em mercados específicos.
- As especificações de um gerador devem conter o nome registrado da instalação, a identidade dos proprietários, a natureza da energia gerada, a capacidade de geração e o volume de energia renovável disponibilizado. Algumas características podem ser adicionadas para explicar a geração de eletricidade.

5.2.8.2 Matérias-primas

As matérias-primas são materiais comprados e utilizados na fabricação de um produto. Elas podem ser de origem primária ou secundária. Materiais secundários incluem, por exemplo, materiais reciclados. Norma ISO 14040 [ISO 14040: 2006], veja o Capítulo 5.2.8.4). As matérias-primas primárias são comumente chamadas de “materiais virgens”.

Conforme a metodologia PACT [PACT Methodology], as matérias-primas podem ser classificadas como:

- extraídas diretamente pela empresa, como em atividades de mineração ou produção agrícola;
- abastecidas por fornecedores externos;
- manufaturas terceirizadas;
- vindas de processos de reciclagem.

Os produtos químicos geralmente são baseados em matérias-primas derivadas de petróleo e seus derivados. Matérias-primas destinadas ao abastecimento de máquinas ou unidades de processamento são denominadas insumos industriais (*feedstocks*).

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.

Conforme a metodologia PACT [PACT Methodology], a aquisição de materiais diz respeito à extração de recursos naturais indispensáveis para a produção de 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 deslocamento de materiais entre os locais de extração de recursos, as unidades de pré-processamento e as instalações de produção devem ser igualmente incluídos.

Informações sobre as matérias-primas adquiridas e aquelas utilizadas no contexto de uma reação química

Em reações químicas, as matérias-primas podem ser compradas ou usadas em diferentes locais ou em 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 internas entre todos os sites 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. A Lista de Materiais Consolidada (BOM) será utilizada para os cálculos. 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 médias dos insumos da mesma matéria-prima provenientes de diferentes fontes, deve-se utilizar uma abordagem de ponderação por massa vinculada à PCF das diversas matérias-primas adquiridas.

O cálculo da média pode ser baseado em:

- Fonte externa (adquirida de fornecedor externo):
  - a matéria-prima é adquirida de um fornecedor externo;
  - toda a matéria-prima comprada vem com uma PCF. As informações da PCF devem ser obtidas através da PCF específica do fornecedor, fornecida com as matérias-primas, ou com base em dados secundários sobre a matéria-prima (consulte a seção 5.2.5 para requisitos de dados primários e secundários e a seção 5.2.6 para critérios de fatores de emissão);
  - no caso de vários fornecedores de uma matéria-prima, a PCF das matérias-primas deve ser calculada em média pelo número de volumes adquiridos. Como 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 (CO_2e) 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 ou 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 na PCF de um produto químico. No entanto, elas devem ser consideradas e verificadas se forem importantes para a 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 uma PCF do berço ao portão:

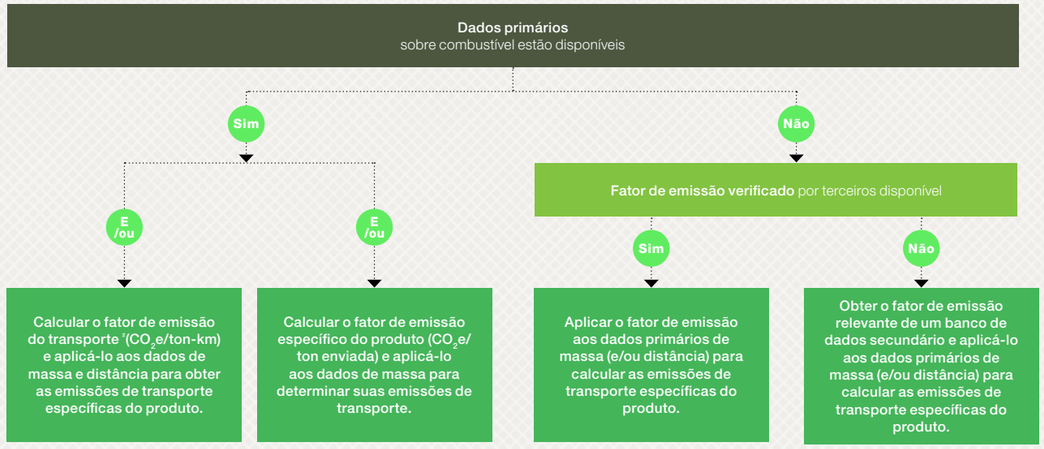
- o transporte na cadeia de fornecimento como, por exemplo, o transporte de matérias-primas para a sede da empresa, ou transporte de uma matéria-prima de um fornecedor de nível 2 para um fornecedor de nível 1 (se ainda não tiver sido considerado);
- o transporte de um produto intermediário de um local de produção a outro deve ser considerado, se relevante, de acordo com os critérios de corte;
- 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 a PCF geral for significativa (veja o Capítulo 5.2.3);
- as emissões de GEE do transporte externo não devem ser incluídas na PCF do berço ao portão, 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, *well-to-whell*)' 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.

Os próximos parágrafos apresentam orientações para o cálculo das emissões de transporte, considerando o tipo de dados disponível (consulte também a Figura 5.6), de acordo com a Metodologia PACT. Este Guia não está mais disponível na versão atualizada da Metodologia PACT, anteriormente conhecida como Pathfinder Framework.

Figura 5.6: Cálculo das emissões associadas ao transporte de produtos [PACT Methodology]



(1) Consulte a Diretiva-Quadro de Resíduos (2008/98/CE) para mais detalhes sobre os requisitos de definição de subprodutos.

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

1. 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.

2. 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.

3. 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 correspondente a cada tipo de transporte (medido em CO_2e por tonelada-quilômetro), como o fornecido pelo operador logístico, deve ser utilizado nesses dados para estimar 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.

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 ISO 14083 foi publicada em 2023 e apresenta orientações complementares para o setor de 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 material descartado pelo seu detentor, seja por decisão própria, por intenção de descarte ou por exigência legal, de acordo com a Diretiva-Quadro de Resíduos da UE [EU Waste Framework Directive] ou normas nacionais similares. Os resíduos que necessitam de tratamento adicional antes do uso (ou seja, resíduos para recuperação) devem seguir os requisitos estabelecidos neste Capítulo. Os materiais classificados como resíduos, seguindo o diagrama de decisão apresentado na Figura 5.7, não devem ser considerados na atribuição de impactos ambientais. Os impactos gerados pelos processos de tratamento de resíduos devem ser atribuídos ao processo no qual o resíduo foi originalmente produzido.

A diferença entre um resíduo e um coproduto está no fato de que o coproduto é gerado incidentalmente em um processo de produção de múltiplos produtos, junto àqueles que são intencionalmente fabricados. A Figura 5.7 orienta os profissionais na definição de um material como resíduo ou coproduto, com base em critérios específicos. A chamada “prática industrial normal” compreende todas as ações que um produtor tomaria no processamento de um produto, incluindo filtração, lavagem, secagem, adição de materiais essenciais para reutilização e controle de qualidade. No entanto, processos que geralmente são tratados como operações de recuperação não podem, a princípio, ser considerados parte da prática industrial normal. Algumas dessas atividades de processamento, consideradas práticas industriais normais, podem ser realizadas no local de produção do fabricante, no local do próximo usuário ou por intermediários, desde que atendam ao critério de serem “produzidas como parte integrante de um processo produtivo” (extraído da Orientação da UE sobre a interpretação das principais disposições da Diretiva 2008/98/EC sobre resíduos).

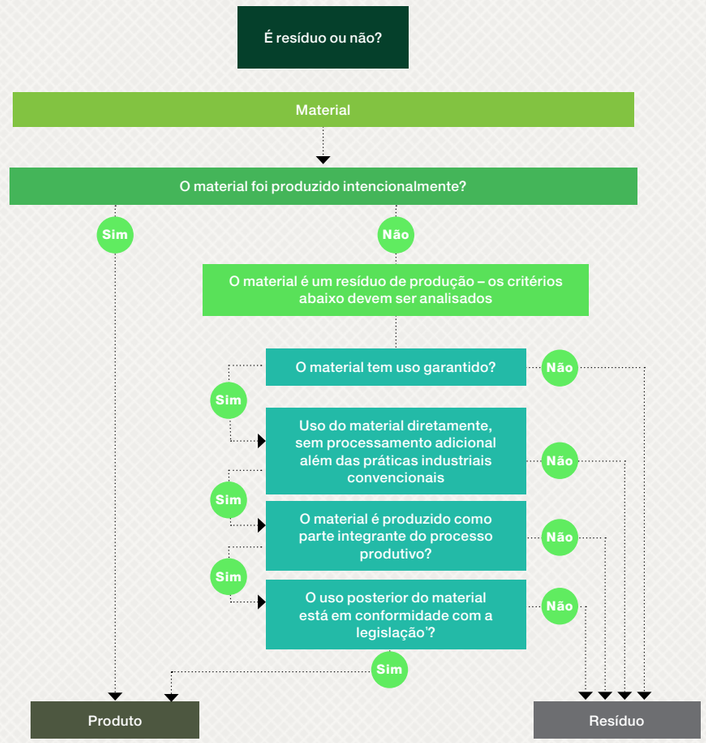
Os coprodutos, conforme definidos no diagrama de decisão da Figura 5.7, devem ser considerados nos cálculos da PCF. Veja o Capítulo 5.2.9 para obter orientação sobre como contabilizar coprodutos valiosos.

Este Capítulo apresenta orientações sobre como calcular os impactos e benefícios dos processos de tratamento de resíduos e reciclagem. Essa abordagem é relevante para o cálculo da PCF em três cenários específicos:

- 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 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. Somente o consumo líquido de matérias-primas no ano do relatório deve ser levado em conta. Todos os impactos extras associados ao funcionamento da reciclagem em circuito fechado devem ser incluídos nos limites do sistema.

Figura 5.7: Diagrama de decisão do Guia para a interpretação dos principais aspectos da Diretiva 2008/98/EC sobre resíduos



(1) A conformidade legal do uso do material precisa ser analisada de acordo com a legislação regional. Na Europa, isso está previsto no Artigo 5(1)(d) da Diretiva-Quadro de Resíduos (WFD).

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

Fontes de 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.

- 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 na PCF.

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.

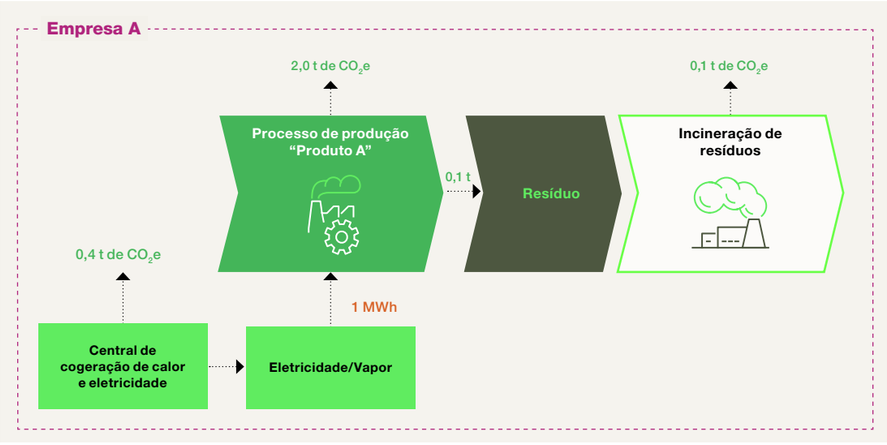
Em alguns casos, diferentes tipos de fluxos de resíduos são tratados juntos em uma única instalação de tratamento de resíduos — por exemplo, no caso de coincineração de fluxos de resíduos de alto e baixo poderes caloríficos ou tratamento de águas residuais para fluxos de efluentes com diferentes composições. Tais processos de tratamento de resíduos são multifuncionais, mesmo quando envolvem 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

Os resíduos do processo de fabricação do produto A são incinerados sem recuperação de energia (seja no local ou por terceiros), conforme ilustrado na Figura 5.8.

O impacto do processo de incineração deve ser calculado ou estimado com base nos requisitos descritos neste Guia. O fator de emissão gerado deve ser atribuído à PCF do produto A.

Figura 5.8: Incineração de resíduos sem reaproveitamento energético e sem utilização da energia



PCF do Produto A = 2,0 t de CO_2e/ t + 0,4 t de CO_2e/ t + 0,1 t de CO_2e/ t = 2,5 t de CO_2e/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. Orientações sobre a metodologia de cálculo estão disponíveis neste Capítulo, na seção intitulada "Diretrizes para o cálculo dos fatores de emissão na 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 5.3). 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.

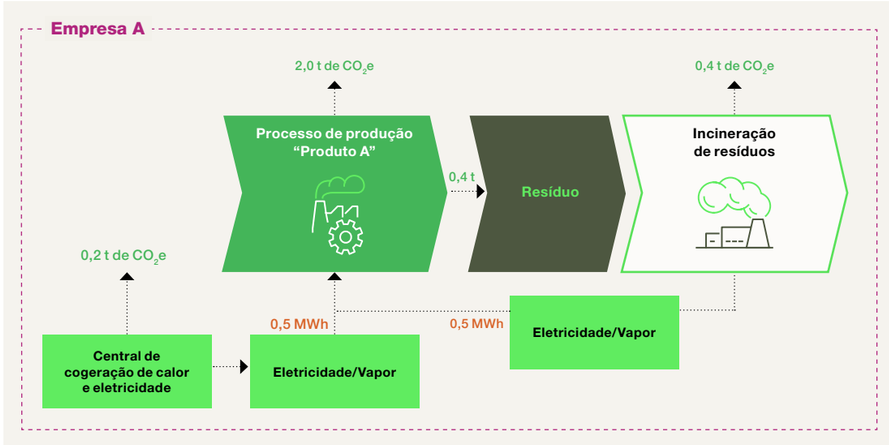
Recuperação de energia dentro dos limites de sistema de um produto

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 na 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 CO_2e do processo devem ser atribuídas ao Produto A, conforme ilustrado na Figura 5.9.

Figura 5.9: Incineração de resíduos com recuperação de energia dentro dos limites do sistema da empresa



PCF do Produto A = 2,0 t de CO_2e/ t + 0,2 t de CO_2e/ t + 0,4 t de CO_2e/ t = 2,6 t de CO_2e/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 aplicável e possível, a subdivisão de processos deve ser utilizada para separar processos comuns, evitando a necessidade de alocação [Padrão de 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 5.3: Resumo das diferentes abordagens de avaliação

	Abordagem de corte [Padrão de Produto do Protocolo de GEE, (2021)] 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 de 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 de energia em comparação à sua ausência + Em conformidade com o Protocolo de GEE e a Metodologia PACT + De fácil implementação	+ Incentiva a redução de resíduos + Incentiva a recuperação energética a partir do tratamento de resíduos + Fácil de aplicar + Intercâmbio de dados simplificada (o responsável pelo resíduo fornece os dados para cálculo e recebe o fator de emissão)	+ Incentiva o tratamento de resíduos com recuperação de energia em comparação à sua ausência + Em conformidade com os padrões GEE e ISO + Amplamente utilizado em bancos de dados de ACV + Incentiva a redução de resíduos quando há maior disponibilidade de energia renovável
Contras	– Sem incentivos para reciclagem de materiais em comparação à recuperação de energia – Sem incentivo para a redução de resíduos – Sem incentivo para o uso de energia em comparação à energia renovável (fatores de emissão mais altos em relação à melhor tecnologia disponível) – Alguns bancos de dados ACV devem ser ajustados	– Diverge do Protocolo de GEE – Nenhuma diferença no fator de emissão de energia em comparação às fontes renováveis – Menor incentivo para a redução do consumo de energia – Alguns bancos de dados ACV devem ser ajustados	– O resultado depende em grande parte do sistema comparativo selecionado para a substituição – Intercâmbio de dados complexo para viabilizar uma solução comparativa, dependendo de informações de mercado e da concordância entre consumidor de energia e provedor de resíduos
Link para/ Implicações para os relatórios de emissões de GEE das empresas	Em conformidade com o relatório corporativo de emissões de GEE do Escopo 3	Não alinhado com o relatório corporativo de emissões de GEE do Escopo 3	As emissões substituídas devem ser relatadas separadamente

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

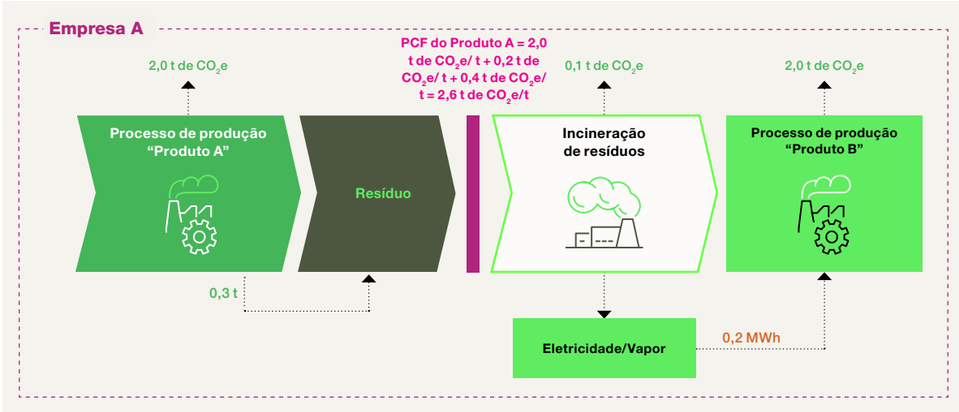
- o impacto das etapas preparatórias e atividades de apoio, como coleta, transporte, triagem, desmonte ou trituração, deve ser acrescentado aos resultados do inventário do sistema de produto que produz o produto secundário;
- os resíduos de entrada para o processo de recuperação energética devem ser 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 à PCF do Produto B. Caso algum dos processos, como a produção do Produto B, seja operado por um terceiro em vez da empresa A, a mesma abordagem deverá ser aplicada.

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



PCF do $_{\text{Produto A}}$ = 2,0 t de CO_2e/t
PCF do $_{\text{Produto B}}$ = 2,0 t de CO_2e/t + 0,1 t de CO_2e/ t = 2,1 t de CO_2e/ t
PCF da $_{\text{Energia}}$ = 0,1 t de CO_2e/0,2 MWh = 0,5 t de CO_2e/MWh

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

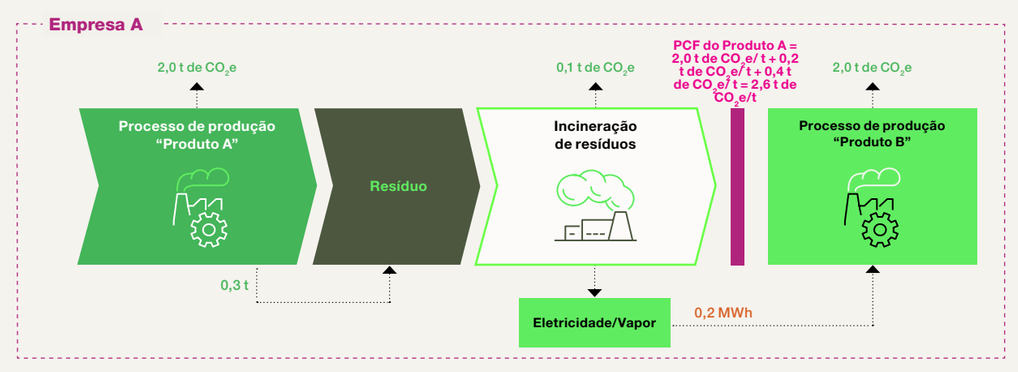
- O impacto das etapas preparatórias e atividades de apoio, como coleta, transporte, triagem, desmonte ou trituração, deve ser acrescentado aos resultados do inventário do sistema de produto que gera o resíduo.
- O impacto do processo de tratamento de resíduos com recuperação de energia (por exemplo, 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".
- A energia gerada a partir de resíduos sem encargos deve ser considerada quando a recuperação de energia for realizada pela própria empresa (Figura 5.10), já que esta deve reportar suas emissões diretas.
- A abordagem de corte reverso (*reverse cut-off*) não deve ser aplicada aos processos de reciclagem de materiais, conforme descrito no Capítulo 5.2.8.4.
- A abordagem de corte reverso descrita aqui é aplicável apenas à contabilização da Pegada de Carbono do Produto (PCF) e não se aplica à contabilização corporativa do Escopo 3 para resíduos (Escopo 3.5) ou ao fim de vida dos produtos com recuperação de energia (Escopo 3.12).

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. É usada na fabricação do produto B.

Seguindo a abordagem de corte reverso, os impactos da incineração de resíduos devem ser atribuídos ao Produto A, que gerou o resíduo. A energia recuperada nesse processo deve ser considerada sem encargos, conforme demonstrado na Figura 5.11.

Figura 5.11: Recuperação energética a partir da incineração de resíduos com a aplicação da abordagem de corte reverso



PCF $do_{Produto\ A}$ = 2,0 t CO_2e/ t + 0,1 t CO_2e/ t = 2,1 t CO_2e/ t
PCF $do_{Produto\ B}$ = 2,0 t CO_2e/ t
PCF $da_{Energia}$ = 0 t CO_2e/MWh

Seguindo a abordagem de substituição:

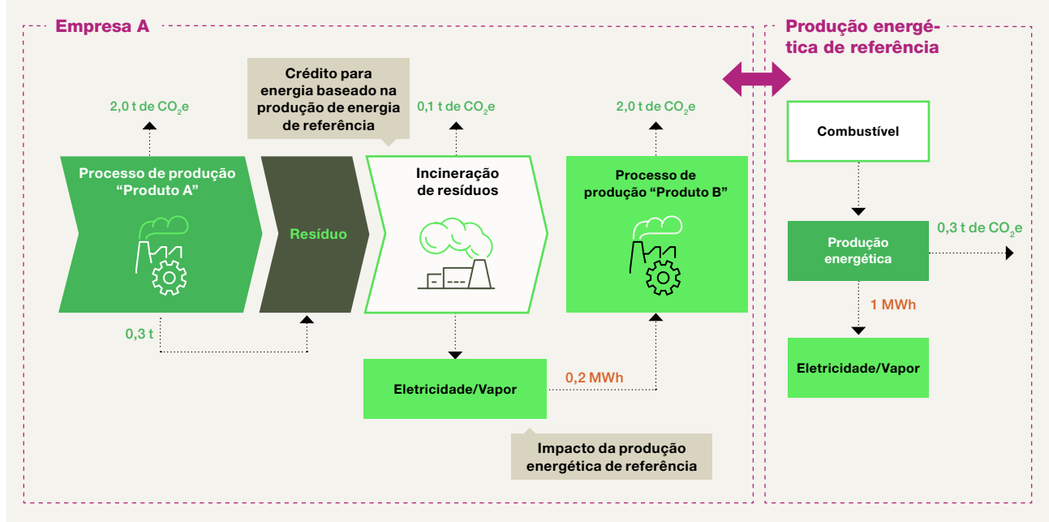
A abordagem de substituição é um método para distribuir os impactos de um processo multifuncional (como tratamento de resíduos com recuperação energética) entre o sistema de geração de resíduos e o sistema utilizador de energia. Segundo a abordagem de substituição, isso é alcançado ao incluir um sistema 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 uma 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;
- a lista de materiais que podem servir como substitutos na abordagem de substituição foi criada e será atualizada periodicamente. Solicitações e contribuições baseadas em experiências podem ser enviadas à TfS para avaliação e possível inclusão na lista. A lista e demais informações sobre a substituição de materiais em processos específicos estão disponíveis no seguinte link: **https://www.tfs-initiative.com/pcf-guideline#multioutputprocessesandacceptedpcrs**.

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 utilizada na produção do Produto B. Como referência, a energia pode ser gerada pela incineração de um combustível primário, conforme ilustrado na Figura 5.12.

Figura 5.12: Recuperação energética a partir da incineração de resíduos com aplicação da abordagem de substituição



PCF $do_{Produto\ A}$ = 2,0 t CO_2e/ t + 0,1 t CO_2e/ t – 0,2 MWh * 0,3 t CO_2e /MWh = 2,04 t CO_2e/ t
PCF $do_{Produto\ B}$ = 2,0 t CO_2e/t + 0,2 MWh * 0,3 t CO_2e /MWh = 2,06 t CO_2e/ t
PCF $da_{Energia\ de\ Referência}$ = 0,3 t CO_2e/ 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 5.4.

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. Dentro do sistema, são fabricadas 1 tonelada do Produto A e 1 tonelada do Produto B. Ao final de sua vida útil, 1 tonelada do Produto C é descartada como resíduo, conforme ilustrado na Figura 5.13.

Figura 5.13: Exemplo de sistema interligado com recuperação energética tanto de resíduos de produção, quanto de resíduos municipais

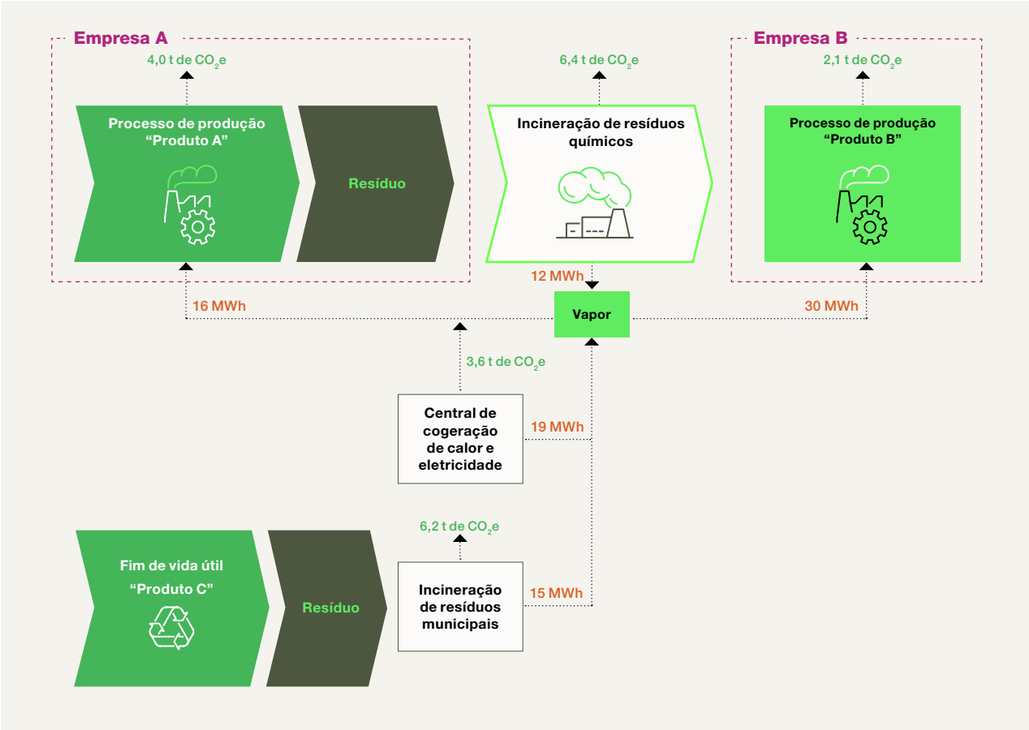


Tabela 5.4: Cálculo da PCF com base no exemplo da Figura 5.13, segundo diferentes abordagens de avaliação

Unidade: t de CO_2e/kg (materiais) t de CO_2e/MWh (vapor)		Abordagem de corte	Abordagem de corte reverso	Abordagem de substituição
Vapor	PCF (vapor, usina de calor e energia combinados)	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	0,19 = PCF (vapor, usina de calor e energia combinados)
	PCF (vapor, incineração de resíduos municipais)	6,2/15 = 0,41	0	0,19 = PCF (vapor, usina de calor e energia combinados)
	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	0	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	0	0	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	0	0	0
	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)**	**0**	**6,20**	6,2 – 15 * 0,19 = **3,35**

Diretrizes para o cálculo dos fatores de emissão na 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 na 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. Isso torna necessário separar os impactos dos processos de reciclagem, uma vez que podem estar distribuídos entre dois ciclos de vida distintos de um produto.

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 alocação de impacto deve ser formulada de modo a incentivar ambos os aspectos.

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 para 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. A TfS também incentiva o desenvolvimento de soluções específicas para esses casos mediante, entre outras coisas, regras de categoria de produtos.

As normas para as ACV dos produtos e os relatórios de sustentabilidade corporativa não são unificados e não consideram plenamente o impacto das PCFs na orientação de tecnologias-chave para a descarbonização da indústria química, como a reciclagem química. As metodologias apresentadas abaixo foram propostas pela indústria química para direcionar essas tecnologias, porém ainda não estão harmonizadas com o Protocolo de GEE e outros padrões vigentes.

A seção a seguir trata da análise do processo de reciclagem de resíduos pós-consumo. Os resíduos pós-industriais de alto valor ou alta qualidade, destinados à reciclagem e reaproveitamento em outras aplicações, devem ser considerados coprodutos, conforme 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). Entre os exemplos, estão diferentes tipos de resíduos plásticos misturados que passam pela triagem, além da separação de materiais que não podem ser reciclados mecanicamente. Quando uma tecnologia de reciclagem possibilita o reaproveitamento de resíduos como matéria-prima, reduzindo opções de descarte menos sustentáveis e mantendo o carbono no ciclo produtivo, ela traz benefícios sociais, como a diminuição das emissões de CO_2e a conservação de recursos, e deve ser devidamente reconhecida.

As seguintes regras gerais devem ser aplicadas:

1. 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];
2. para materiais secundários resultantes da reciclagem, devem ser adotados, sempre que disponíveis, métodos de alocação compatíveis com regras de categoria de produto (PCR) já publicadas e aceitas, como as da Plastics Europe ou da [Metodologia PACT];
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 uma PCF do berço ao portão, 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, a PCF do berço ao portão é fornecida considerando um crédito para o tratamento de resíduos evitados desde o primeiro ciclo de vida.

A seção a seguir descreve as duas metodologias e apresenta exemplos ilustrativos.

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, a 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 uma PCF específica, 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.

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

Exemplo de corte e informação adicional

O método de conteúdo reciclado ou a abordagem de corte do Protocolo de GEE para Produtos atribui as emissões e remoções da reciclagem ao ciclo de vida do produto que incorpora o material reciclado. Além disso, o método de conteúdo reciclado pode ser aplicado em sistemas de ciclo aberto, nos quais há entrada e saída de materiais reciclados.

Neste Guia, o foco está no limite do sistema do berço ao portão, de modo que as atividades de reciclagem não são contempladas, uma vez que são realizadas em etapas posteriores do ciclo de vida do produto. Quando materiais reciclados são incorporados a um processo, seus benefícios podem não ser evidentes, especialmente em comparação a um ciclo de vida linear do produto. Consequentemente, os benefícios associados ao produto reciclado nem sempre são visíveis. A fim de proporcionar uma visão mais completa, o cálculo de corte pode ser expandido por meio da adição do cenário de fim de vida (EoL). A abordagem de corte *plus* (*cut-off plus*) incorpora a tecnologia de fim de vida (EoL) estimada aos cálculos de corte (*cut-off*), vinculados ao ciclo de vida linear do material. Com a inclusão das informações extras proporcionadas pelo "*plus*" na abordagem "Corte Plus (*Cut-off Plus)*", torna-se evidente a vantagem do material reciclado em comparação a um material linear que não incorpora insumos reciclados. Na Figura 5.14, são apresentadas as contribuições individuais para a PCF.

A informação padrão para o corte é a seguinte:
PCF do material linear no ciclo de vida (primeiro ciclo de vida do berço ao portão)
= 2,0 kg de CO_2e/kg
PCF do material secundário (segundo ciclo de vida do berço ao portão)
= 3,0 kg de CO_2e/kg.

Informações adicionais para o relatório:
PCF do material linear ao longo do ciclo de vida, incluindo o fim de vida (EoL) = 5,5 kg de CO_2e/kg
PCF do material secundário incluindo EoL = 4,0 kg de CO_2e/kg

A tecnologia de fim de vida (EoL) considerada para o material virgem foi a incineração na Europa, levando em conta seu conteúdo de carbono (*C-content).* 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. A inclusão de informações adicionais no método corte *plus* permite evidenciar os benefícios do material reciclado em comparação ao material virgem.

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:

- apresentando um benefício social por meio da diminuição geral das emissões de GEE, em relação a outros métodos de tratamento relevantes;
- por ser uma tecnologia nova, há uma grande expectativa de melhoria na eficiência após sua implementação em escala comercial;
- assegurando que os dados sejam constantemente atualizados, de acordo com o Guia da TfS;
- o mercado de tratamentos alternativos de resíduos é amplamente conhecido, com critérios bem definidos;
- a metodologia de substituição, em conformidade com as normas ISO, é empregada, assegurando a rastreabilidade exata do destino do resíduo;
- a substituição só deve ser aplicada se o tratamento alternativo substituir diretamente a disposição final, reduzindo, assim, o processo por meio do fornecimento do coproduto.

Figura 5.14: Abordagem de corte e informações adicionais – exemplo de dados

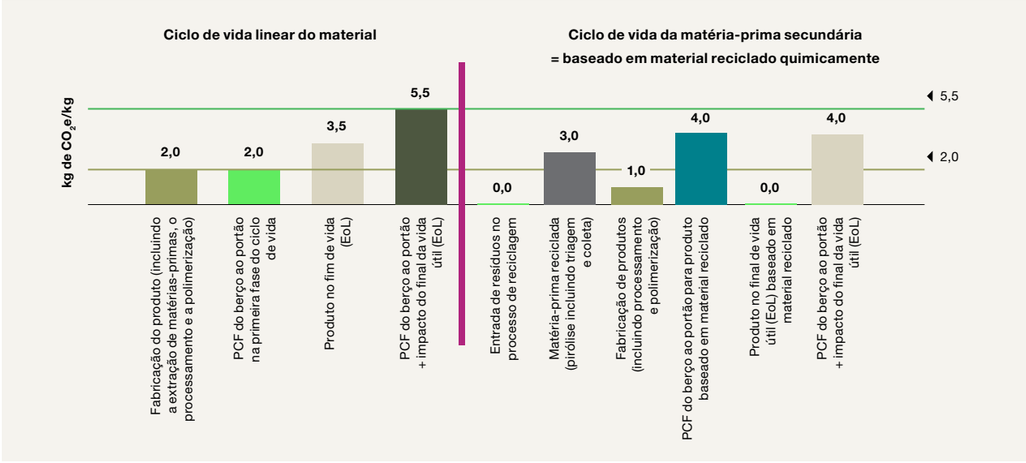
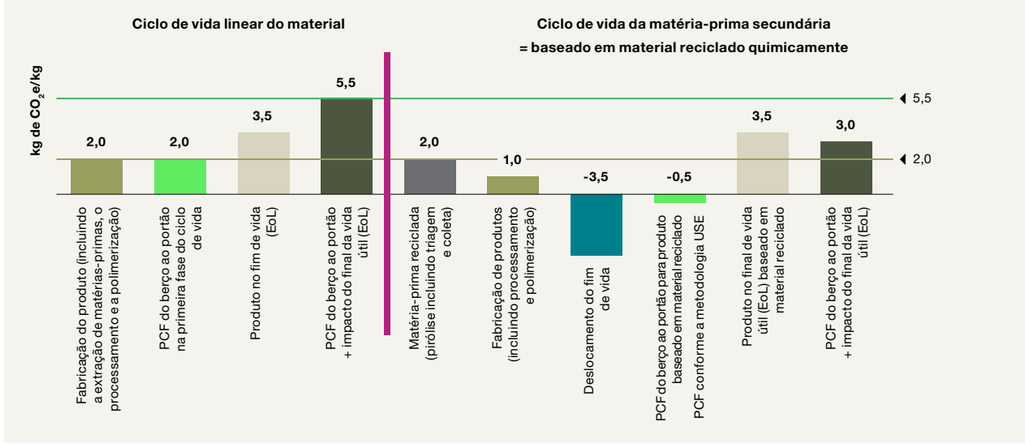


Figura 5.15: Exemplo de contribuições individuais para a PCF com a abordagem USE.
(Nota: os dados apresentados consideram que o resíduo e o produto são do mesmo material.)



- Para calcular a PCF do produto alternativo e compará-lo ao sistema analisado, é necessário obter dados sobre o impacto do processo de produção alternativo.
- É necessário documentar de forma clara o processo de seleção da opção final de fim de vida (EoL) que foi substituída pela reciclagem química.

Os impactos ambientais associados às etapas de coleta, triagem, reciclagem (por exemplo, pirólise) e ao processamento final do produto (como craqueamento) devem ser atribuídos ao material secundário, incluindo os encargos do próprio processo de reciclagem. Todas as cargas devem ser relatadas. Além disso, o crédito pelo impacto de fim de vida (EoL) deslocado pode ser deduzido e reportado. Para estimar o impacto de fim de vida (EoL), recomenda-se considerar o conjunto de tecnologias de descarte adotado no país de origem, caso não existam dados específicos sobre o EoL do material.

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 Produtos do Protocolo de GEE (2011)].

A PCF final dos produtos quimicamente reciclados resulta dos encargos da reciclagem, compensados pelas reduções associadas ao cenário contrafactual. Isso se deve ao fato de que essa tecnologia auxilia na diminuição das emissões de CO_2, ao substituir métodos de tratamento de resíduos menos eficientes.

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

Exemplo do método USE:

PCF do material virgem (primeiro ciclo de vida do berço ao portão) = 2,0 kg de CO_2e/kg
PCF secundária (do berço ao portão baseada em material reciclado) = -0,5 kg de CO_2e/kg

Informação adicional:
PCF produto virgem incluindo o impacto do fim de vida útil (EoL) = 5,5 kg de CO_2e/kg
PCF matéria-prima secundária incluindo o impacto do fim de vida útil (EoL) = 3,0 kg de CO_2e/kg

Dependendo das abordagens usadas, a contabilização corporativa nas categorias 3.1 e 3.12 pode variar e está detalhada na descrição do relatório corporativo da TfS.

Esta abordagem apresenta diferenças em relação ao método atualmente estabelecido pelo Protocolo de GEE. Os resultados da metodologia USE, ao incluir o EoL, abrangem um escopo que vai além do "berço ao portão". A obtenção de um PCF a partir desse ponto pode ser abordada em um processo de alinhamento entre 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. Para calcular o fator de emissão, as emissões devem ser multiplicadas pelo potencial de aquecimento global (GWP) correspondente, resultando em CO_2e por unidade declarada. Quando relevante, as emissões diretas de CO_2e 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, o termo energia refere-se à energia direta, como a gerada por reações exotérmicas (PACT Methodology). Materiais descartados diretamente por incineração ou aterro não são classificados como coprodutos e, por isso, devem ser excluídos da contabilização dos impactos ambientais em processos com múltiplas saídas.
A geração de energia a partir da incineração de resíduos é apresentada no Capítulo de tratamento de resíduos.

Conforme as hierarquias descritas no Padrão de Produto do Protocolo de GEE, ISO 14040: 2006 e ISO 14044: ISO 2006 -14067: 2018, na PACT Methodology e nas recomendações da Pegada Ambiental da Comissão Europeia, os seguintes passos devem ser aplicados para atribuir impactos em processos com múltiplas saídas (ver Figura 5.16).

1) A abordagem descrita em regras de categoria de produto (PCR) publicadas e aceitas, projetos de associações da indústria, diretivas como a REDII, quando disponíveis para os sistemas de produtos correspondentes, deve ser aplicada (ver seção 5.2.4 – Padrões utilizados). Quando mais de uma PCR existir para um produto ou categoria de produtos, a prioridade deve ser dada às regras de alocação, conforme explicado no Capítulo 5.2.9.

2) 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 conduzida por meio da submedição de linhas de produção específicas e/ou da utilização de modelos de engenharia para representar os insumos e saídas do processo [Padrão de Produtos do Protocolo de GEE].

3) Se a situação de produção múltipla não puder ser evitada pela subdivisão, será aplicada uma expansão do sistema.
O conceito de expansão do sistema consiste em ampliar os limites do sistema para incluir os coprodutos e divulgar os resultados da PCF considerando essa expansão [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:

a. 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.

b. 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.

c. Os dados sobre o impacto do processo de produção alternativo estão disponíveis para o cálculo de PCF do produto alternativo.

d. 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.

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.

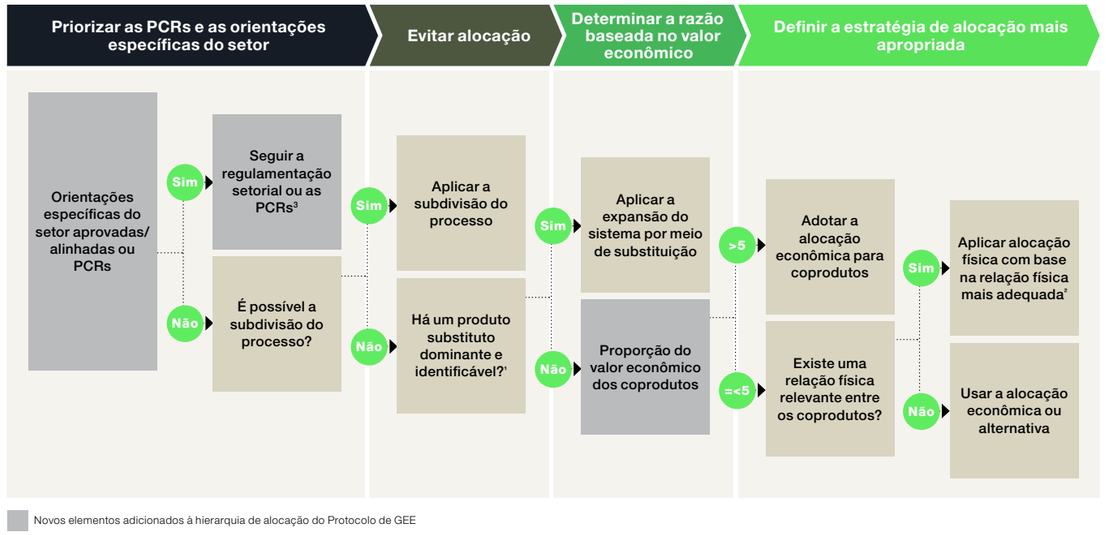
A TfS segue a mesma hierarquia de alocação adotada pela PACT Methodology, Catena-X e GBA, o que significa que a abordagem descrita em uma PCR pode ser priorizada em relação à expansão do sistema e à substituição. Como a PCR possui alta prioridade, ela prevalecerá sobre outras abordagens.

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 ocorrer quando o coproduto, que não pode ser o produto principal, substituir diretamente um produto alternativo no mercado, resultando na redução da produção desse produto alternativo devido à oferta do coproduto. Para o cálculo da PCF do produto alternativo, devem ser coletados dados sobre o impacto do processo produtivo alternativo, os quais devem ser subtraídos do sistema em análise 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. Foi elaborada uma lista de materiais substitutos para processos com múltiplas saídas, e ela será atualizada periodicamente. Solicitações e contribuições baseadas em experiências podem ser enviadas à TfS para avaliação e possível inclusão na lista. Você pode consultar a lista

Figura 5.16: Diagrama de decisão para definir regras de alocação e reduzir a carga de avaliação *downstream* [Harmonizado entre TfS, Catena-X, PACT, Global Battery Alliance]



Novos elementos adicionados à hierarquia de alocação do Protocolo de GEE

(1) A expansão do sistema através da substituição só deve ser usada se houver um produto deslocado dominante e identificável, bem como um caminho de produção para esse produto, com base no consenso setorial.
(2) Em caso de dúvida, a alocação por massa deve ser priorizada, mas há situações em que outros fatores de alocação podem ser mais adequados (por exemplo, volume para gases, conteúdo energético para energia).
(3) Os guias específicos do setor ou PCRs 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 WBCSD Pathfinder para os demais setores.

no seguinte link: **https://www.tfs-initiative.com/pcf-guideline#multioutputprocessesandacceptedpcrs.** 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.

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 do coproduto A e 1 t do coproduto B com emissões de CO_2e associadas de 5 t de CO_2e (veja a Figura 5.18).

Após a aplicação do diagrama de decisão da Figura 5.7, o composto B foi identificado como um coproduto inevitável. Após a aplicação do diagrama de decisão da Figura 5.16, foi constatado que não é possível subdividir o processo e que não existe uma PCR correspondente. Após a aplicação do diagrama de decisão da Figura 5.17, foi constatado que o processo é operado e otimizado para produzir o coproduto A como produto principal. 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 CO_2e/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 CO_2e = 2 t de CO_2e. Como consequência, o coproduto A tem uma PCF de 1 t de CO_2e/t coproduto A.

Figura 5.17: Diagrama de decisão para a aplicação da substituição na análise de coprodutos

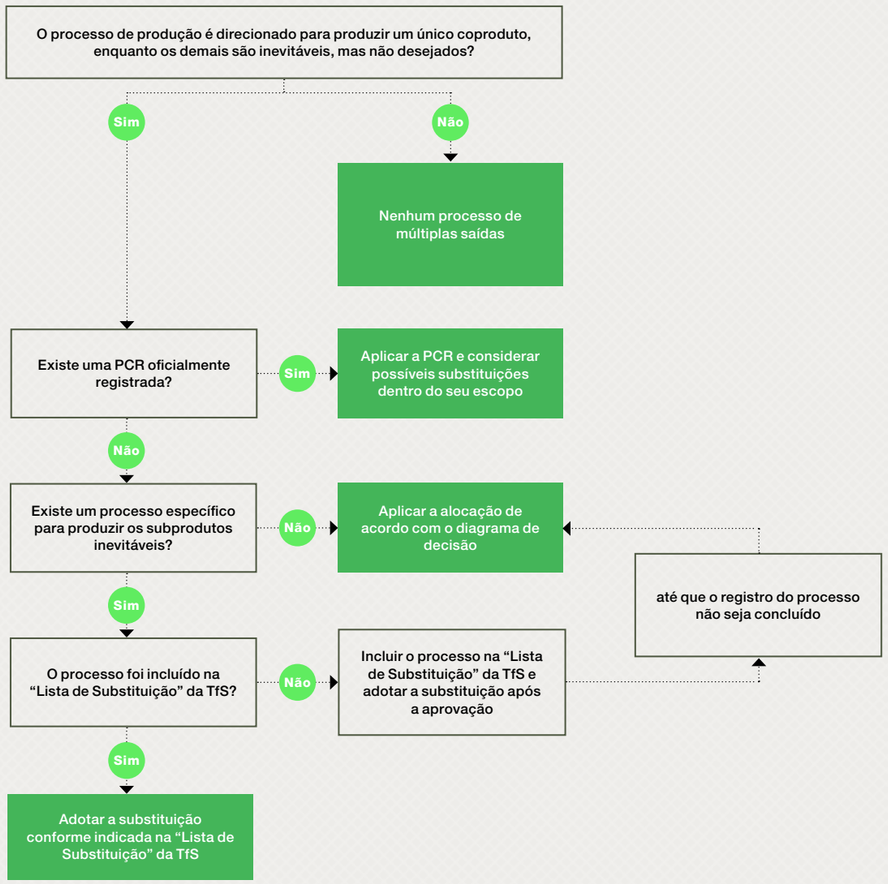
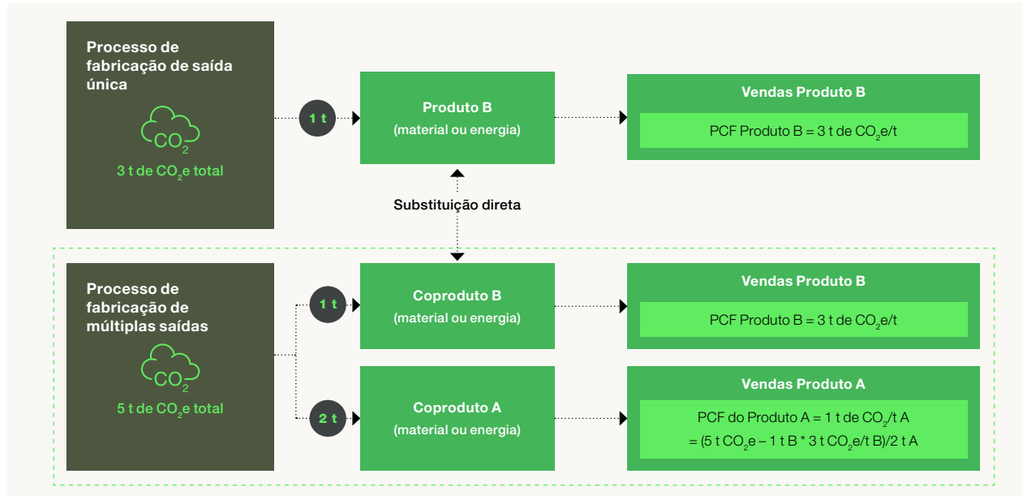


Figura 5.18: Abordagem da substituição e sua modelagem em processos de produção com múltiplas saídas



5.2.9.3 Regras de alocação

Entende-se 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 ISO 14067 [ISO 14067: 2018] diferencia a alocação baseada em relações físicas subjacentes entre produtos e coprodutos, como massa, volume ou conteúdo energético, da alocação econômica, sendo a relação física a opção preferida.
Além disso, insumos como produtos químicos podem ser alocados com base na estequiometria, de acordo com a reação química e a ligação entre os elementos.

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 uma PCF. As regras de alocação devem seguir a hierarquia descrita na Figura 5.16 [PACT Methodology]:

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). Nos casos de processos com múltiplas saídas onde uma PCR é aplicável, os requisitos de relatório da TfS, conforme o **TfS Data Model**, devem prevalecer sobre quaisquer exigências de relatório na PCR. Quando existir mais do que uma 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:
   1. leis ou regulamentações regionais existentes.
   2. PCRs publicadas por associações de alcance global.
   3. PCRs desenvolvidas por associações regionais, como a Plastics Europe.
   4. PCR de programas EPD.

5. b) A orientação do WBCSD Chemicals [WBCSD Chemicals LCA Guidance (2014)] utilizou a aplicação do valor económico dos coprodutos como critério para decidir entre a alocação física e a alocação econômica em primeiro lugar. O critério de alocação econômica também foi adotado pela PACT e alinhado com a TfS (Figura 5.16). 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 globais ou regionais não estiverem disponíveis, outros fatores econômicos, como custos de produção, custos internos e preços de venda, podem ser aplicados.

Se a contribuição de um coproduto for mínima (massa ou volume ≤ 1%), ele pode ser desconsiderado na decisão sobre o método de alocação (ver também o Capítulo 5.2.3 para regras sobre critérios de corte). Quando houver mais de dois coprodutos, a relação de valor deve ser determinada com base no maior e no menor valor entre os coprodutos.

As regras de alocação mencionadas acima podem ter exceções apenas em circunstâncias excepcionais, como:

1. O dióxido de carbono (CO_2) capturado e utilizado como insumo em outro processo deve ser calculado conforme o Capítulo 5.2.10.4 – Captura e Utilização de Carbono.

2. Se o hidrogênio for um coproduto, a alocação pelo valor calorífico deve ser aplicada devido ao seu baixo peso molecular. Exemplo: no processo de gás de síntese (syngas), são gerados CO e hidrogênio, que são gases de alto valor agregado. Se o hidrogênio for um coproduto em um

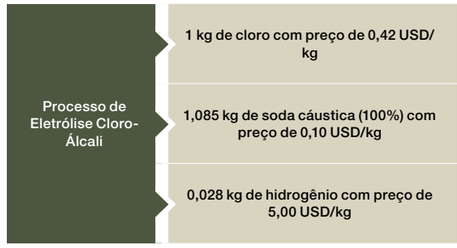
processo de múltiplos produtos, a alocação por massa não deve ser aplicada, devido ao seu baixo peso molecular.

A abordagem adotada para lidar com processos de múltiplas saídas deve ser declarada e justificada, garantindo que a soma dos insumos e produtos alocados em um processo unitário seja equivalente aos valores originais antes da alocação.

5.2.9.4 Exemplos de alocação

O método de alocação influencia diretamente o resultado da PCF, conforme demonstrado no exemplo da eletrólise cloro-álcali, um processo com múltiplas saídas que produz cloro, soda cáustica e hidrogênio (ver Figura 5.19). 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 5.19: saídas de um processo de eletrólise cloro-álcali



É importante destacar que existe um documento específico de associação para a eletrólise cloro-álcali, e as abordagens de alocação mostradas são meramente ilustrativas.

Alocação baseada na massa

Esse tipo de alocação corresponde à distribuição com base na massa, medida em termos de massa total (veja a Tabela 5.5).

Tabela 5.5: Exemplo de cálculo para alocação baseada em massa

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

Alocação elementar ou por estequiometria

As proporções estequiométricas das reações químicas podem ser utilizadas como base para a alocação. Essa abordagem se mostra útil nos casos em que os fluxos de massa não representam com precisão a composição elementar dos coprodutos. Essa alocação pode ser utilizada para materiais de entrada que possuam conectividade química apenas com determinados produtos e não com todos os coprodutos. A alocação por estequiometria ou elementos pode ser associada à alocação por massa para diferentes matérias-primas, consumo energético, resíduos, emissões, entre outros (ver Tabela 5.6).

Tabela 5.6: 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	0%
Soma			**100%**
Proporção do impacto do NaCL = massa molar do produto * fator estequiométrico do produto/massa molar do NaCL.			

Alocação econômica

A alocação econômica se baseia no valor atribuído aos produtos no ponto de produção (por exemplo, na fábrica), considerando seu estado original (por exemplo, não limpo) e a quantidade resultante do processo multifuncional. Cada produto recebe um valor de mercado específico (ver Tabela 5.7).

Se forem identificadas flutuações significativas nos preços, a adoção de uma média calculada ao longo de vários anos pode ajudar a suavizar essas variações. Os preços mais recentes devem ser utilizados, sempre que disponíveis e adequados.

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 de exemplos de cálculo com alocação em processos de múltiplas saídas

Para facilitar a análise de materiais resultantes de uma alocação de múltiplos produtos, a Tabela 5.8 fornece um resumo dos processos consolidados e descreve como a alocação de múltiplos produtos foi aplicada.

Tabela 5.7: Exemplo de cálculo para alocação econômica

Definição	Valor [USD/kg]	Massa [kg/kg Cloro]	Valor x Massa [USD]	Proporção do impacto
Cloro	0,42	1,0	0,42	60,7%
Soda cáustica (100%)	0,10	1,085	0,1085	16%
Hidrogênio	5,00	0,028	0,14	21%
Soma			**0,6685**	**100%**

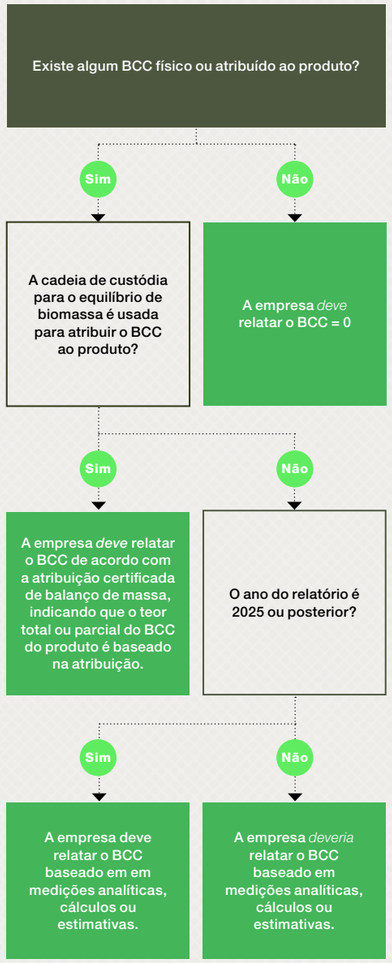
Em casos onde o produto não é vendido ou é difícil determinar os preços de mercado (por exemplo, produtos intermediários que são usados internamente, cloro para PVC), outras abordagens podem ser usadas, como uma combinação de custos de produção e preço de mercado do produto processado ou faturamento.

Tabela 5.8: Exemplos gerais de abordagens de alocação e regras de cálculo

Exemplo de caso	Regra de cálculo aplicável da PCF: "como fazer"
A eletrólise cloro-alcalina entrega, além do cloro, principalmente hidrogênio e hidróxido de sódio; coprodutos energéticos, como o vapor, não são gerados.	Siga o diagrama de decisões acima: aplique o esquema de alocação como especificado na 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 alocada 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 gasóleo) em vários produtos principais, como etileno, propileno, benzeno, butadieno e hidrogênio. O processo também produz outros químicos, como acetileno, buteno, tolueno e xileno.	A complexidade desse processo na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) demanda abordagens específicas para um cálculo mais preciso. Portanto, uma PCR da Plastics Europe' foi desenvolvida para harmonizar a abordagem. A 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. O consumo de energia e as emissões devem ser alocadas exclusivamente com base na massa apenas aos "produtos principais"
A produção de formaldeído a partir do metanol gera, além de formaldeído, vapor em excesso, que é usado em outra unidade de produção situada no mesmo local da empresa responsável pelo relatório. 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 o diagrama 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_2e das entradas e saídas do processo são completamente alocados ao produto principal. Ao mesmo tempo, no entanto, o processo recebe créditos de CO_2e correspondentes ao impacto de CO_2e 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, ele mantém a responsabilidade pelas emissões de CO_2e associadas à geração de vapor na unidade de cogeração (CHP) a 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. Esse tipo de destilação é amplamente aplicável a diversas outras destilações frequentemente usadas na indústria química. O processo é aplicado para a separação de diferentes frações de produtos químicos e para a purificação dos mesmos.	De acordo com o diagrama de decisão acima: não existe uma PCR, e a comparação dos valores econômicos dos coprodutos (= preços) indica uma relação superior a 5. [Preço do Produto 1 (máximo)/Preço do Produto 2 (mínimo) > 5]. O impacto de CO_2e dos fluxos de entrada e saída deve ser alocado com base em uma abordagem de alocação econômica. Se a relação entre os valores econômicos dos coprodutos (= preços) for ≤ 5, a alocação com base em relações físicas deverá ser aplicada. Em um processo convencional de destilação utilizado para a separação de diferentes produtos químicos com diversos pontos de ebulição, esses pontos podem servir como critério para a alocação. Quanto maior o ponto de ebulição, maior a carga atribuída, pois a destilação dessas substâncias demanda mais energia.

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

Figura 5.20: Diagrama de Decisão para o Relatório do Conteúdo de Carbono Biogênico (BCC) de um Produto[1]



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.

O BCC precisa ser reportado em todas as etapas do ciclo de vida do produto para garantir uma modelagem precisa do produto final dentro do escopo.

(1) 2025 foi estabelecido como o primeiro ano obrigatório para a declaração do carbono biogênico, dando às empresas tempo suficiente para se prepararem.

5.2.10 Normas e requisitos adicionais

5.2.10.1 Abordagem para considerar o carbono biogênico na PCF

"Durante a fotossíntese, as plantas absorvem o carbono (em forma de CO_2) da atmosfera e o armazenam no tecido vegetal. Até que esse carbono retorne à atmosfera, ele permanece em reservatórios de carbono, como materiais de base biológica. O carbono pode permanecer em alguns desses reservatórios por longos períodos, às vezes por séculos. O aumento do estoque de carbono sequestrado nesses reservatórios significa uma redução líquida do carbono presente na atmosfera" [Padrão Corporativo do Protocolo de GEE]. Como os materiais de base biológica se originam de plantas, o mesmo se aplica a eles e ao carbono biogênico atribuído. Quando a PCF é calculada com base na abordagem de balanço de massa, o conteúdo biogênico é atribuído. Caso o balanço de massa não seja utilizado no cálculo da PCF, o conteúdo biogênico estará fisicamente incorporado ao material e pode ser quantificado por análise de C14. O valor reportado representa a soma do carbono biogênico atribuído e do carbono biogênico físico. O carbono biogênico físico e atribuído é calculado na PCF como a soma de ambos.

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** CO_2 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]. Além disso, é necessário reportar o carbono biogênico contido nos produtos, assim como as emissões e remoções de GEE de origem fóssil e biogênica. As emissões e remoções de GEE derivadas do uso da terra também devem ser relatadas. O carbono biogênico presente nos resíduos deve ser adequadamente considerado.

No cálculo da PCF, a remoção de CO_2 pela biomassa deve ser contabilizada como –1 kg CO_2/kg CO_2 ao ingressar no sistema do produto, enquanto as emissões de CO_2 biogênico devem ser registradas como +1 kg CO_2e/kg CO_2 de carbono biogênico [ISO 14067: 2018]. Conforme mencionado no Capítulo 5.3.2, a PCF, que considera as emissões e remoções biogênicas, deve ser reportada como **PCF (incluindo remoção de CO_2 biogênico)**.

É importante observar que outros sistemas, como o Product Environmental Footprint (PEF 2021) da Comissão Europeia, tratam as emissões e remoções biogênicas de maneira diferente. A PEF ainda não considera as emissões e remoções de CO_2 biogênico (abordagem 0/0), mas leva em conta as emissões de CH_4 biogênico. Além disso, a metodologia da PEF considera as emissões e as remoções de CO_2 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 emissão subsequentes da incineração. Para atender aos requisitos da PEF e do Protocolo de GEE atual, é necessário relatar também a **"PCF (sem remoção de CO_2 biogênico)"**, que desconsidera as remoções biogênicas, mas inclui todas as emissões de origem biogênica e fóssil. As emissões biogênicas incluem as emissões de CH_4 derivadas do carbono de base biológica, que são convertidas em metano e posteriormente transformadas em CO_2e. As emissões de N_2O derivadas de materiais de origem biológica também são expressas em CO_2e. Se N_2O for emitido pelo uso de um fertilizante derivado de materiais fósseis, ele estará associado ao CO_2e fóssil.

A próxima orientação do Setor de Uso da Terra e Remoção de GEE substituirá todos os padrões do Protocolo de GEE existentes no que diz respeito às emissões biogênicas e aos requisitos contábeis. A TfS vai atualizar este Guia se a versão final for publicada.

Como este Guia estabelece que o escopo da PCF (incluindo a absorção biogênica) deve ser exclusivamente do berço ao portão, é necessário relatar, além da PCF (incluindo a absorção biogênica), o conteúdo total de carbono e o conteúdo de carbono biogênico do material. Isso visa garantir o fechamento do balanço do carbono biogênico em cálculos futuros, seja nas fases *downstream* ou no fim de vida, que não estão abrangidos por este documento [BASF SE (BASF)], [ISO 14067: 2018]. A Figura 5.20 apresenta um diagrama de decisão para o relato do conteúdo de carbono biogênico (BCC). Por carbono biogênico entende-se o carbono que deriva da biomassa. A biomassa compreende materiais de origem biológica, englobando tanto matéria orgânica viva quanto decomposta, como árvores, culturas agrícolas, gramíneas, resíduos florestais, algas, animais, esterco e resíduos provenientes de processos biológicos. 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 o balanço de biomassa for utilizado, devem ser estabelecidas medidas para evitar a contagem dupla, especialmente em produtos que não recebem carbono biogênico atribuído (BCC).

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]). Essa regra também vale para os materiais de embalagem, desde que sejam incluídos e especificados na unidade declarada.

Um exemplo de como calcular e reportar a absorção biogênica de carbono e o conteúdo de carbono é apresentado abaixo para o etanol de origem biológica.

- Conteúdo de carbono no etanol:
  (2 átomos de carbono x peso molecular do carbono (12 g/mol)/peso molecular do etanol)
  = (24g/mol ÷ 46g/mol) × 100
  = 52,17% de carbono no etanol.
- 1 kg de etanol contém 521,7 g de C.
- Dado que o conteúdo de carbono biogênico corresponde a 100%, seu valor também equivale a 521,7 g C/kg.
- A remoção biogênica é calculada como 521,7 g C/kg × 44/12 (conversão de carbono em dióxido de carbono) = 1.913 g CO_2/kg de etanol.

Quando o etanol é incinerado, por exemplo, em um processo de fim de vida útil (EoL), essa quantidade de CO_2e será liberada como emissão[1]. Se o etanol for utilizado como matéria-prima para a produção de um produto químico e esse produto for destinado a uma aplicação de longo prazo, a contribuição do etanol será negativa. O novo Guia do Setor de Uso da Terra e Remoção do Protocolo de GEE apresenta uma abordagem inovadora para a contabilização das emissões adiadas provenientes dos reservatórios de carbono dos produtos. O Guia da TfS será adaptado se o documento mencionado for publicado.

A Tabela 5.9 a seguir fornece um exemplo de relatório de emissões para o etanol de origem biológica.

Tabela 5.9: Cálculo e relatório dos resultados da PCF com inclusão de materiais biogênicos

Exemplo de cálculo simplificado: para 1 kg de etanol	De acordo com a ISO 14067: 2018; Padrão de Produto do Protocolo de GEE	De acordo com a PEF 2021:
Carbono biogênico nos produtos (kg de C biogênico/kg de etanol)	0,522	0,522
Remoção equivalente de carbono biogênico no produto, expressa em dióxido de carbono (kg CO_2/kg de etanol)	-1,91	0,0
Remoções globais equivalentes de carbono biogênico, expressas em dióxido de carbono (kg de CO_2/kg de etanol)	-2,31	0,0
Emissões derivadas do uso da terra e da mudança direta do uso da terra (kg de CO_2e/kg de etanol)	0,2	0,2
De qual é a mudança direta do uso da terra (kg de CO_2e/kg de etanol)		0,1
Emissões, biogênicas (kg CO_2e/kg de etanol)	0,4	0,0
Emissões fósseis (kg CO_2e/kg de etanol) (resultado líquido das emissões e remoções fósseis)	2,0	2,0
Emissões do berço ao portão (kg CO_2e por kg de etanol)	-2,31+0,2+0,4+2.0 = **0,29**	0,0+0,2+2,0 = **2,2**

(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 (CO_2, CO, CH_4)). Deve ser comprovado que o equilíbrio de carbono seja fechado (as remoções equivalem às emissões).

- *Captação de CO_2 biogênico:*
  0,4 kg de CO_2e/kg de etanol
- **Absorção total de CO_2:**
  -1,91 kg CO_2 – 0,4 kg CO_2 = -2,31 kg CO_2

De acordo com a ISO 14067 [ISO 14067: 2018], é necessário reportar o carbono biogênico presente nos produtos, assim como as emissões e remoções de GEE de origem fóssil e biogênica. As emissões e remoções de GEE derivadas do uso da terra também devem ser relatadas.

Em alguns casos, por exemplo, quando a alocação é aplicada, os fluxos de carbono podem não representar a realidade física em termos de conteúdo de carbono (C-content). Para garantir precisão nos cálculos da PCF e evitar erros, uma correção de carbono deve ser realizada ao final do processo. É essencial assegurar que o carbono biogênico presente no produto corresponda à soma das remoções e emissões biogênicas de CO_2e metano. Caso isso não ocorra (por exemplo, devido à alocação em alguma etapa da cadeia de valor), o valor da remoção de CO_2 biogênico precisará ser corrigido.

Portanto, as informações da Tabela 5.10 devem ser relatadas e enviadas separadamente ao destinatário (consulte também o Capítulo 5.3). Além disso, é necessário incluir dados sobre o teor de carbono:

- conteúdo de carbono biogênico: 0,522 kg de C/kg de etanol;
- índice total de carbono: 0,522 kg C/kg de etanol (= conteúdo de carbono biogênico de 0,522 kg C/kg de produto + conteúdo de carbono fóssil de 0 kg C/kg de produto).

Tabela 5.10: dLUC e iLUC [ISO 14067: 2018]

Alteração direta da utilização do solo (dLUC)	Alteração direta da utilização do solo (iLUC); opcional
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. Por exemplo: a mata primária é transformada em terrenos agrícolas ou pastos. As emissões e remoções de GEE associadas a essas mudanças, do uso da terra de referência para o uso da terra em avaliação, devem ser consideradas e incluídas no cálculo da PCF.	Alteração no uso do solo, que é consequência da alteração direta do uso do solo, mas que acontece fora do limite relevante. Por exemplo: conversão de terras agrícolas destinadas à produção de alimentos para a produção de insumos químicos de origem biológica, ocasionando o deslocamento da produção de alimentos para fora da área considerada.

Tabela 5.11: Exemplos de emissões evitadas por compensação

Exemplo de caso	Regra de cálculo da PCF aplicável	Informação adicional voluntária para a compensação de emissão
A empresa adquire créditos de emissão de um projeto de reflorestamento para compensar 50% da PCF calculada.	A PCF permanece a mesma conforme calculado.	A compensação de 50% das emissões pode ser reportada 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% da PCF calculada.	A PCF permanece a mesma conforme calculado. A redução de GEE por CCS não pode ser considerada como redução de emissão na PCF, já que o CCS não faz parte do sistema do produto.	A compensação de 30% das emissões pode ser reportada separadamente dos resultados do inventário.

Para o cálculo da matéria-prima na seção 5.2.8.2, os valores totais, segundo a norma ISO 14067 [ISO 14067: 2018], devem ser usados. Os resultados para o cálculo de produto incluem as remoções biogênicas na entrada. As remoções de carbono biogênico devem ser relatadas, em adição. Isso permitirá o cálculo correto da PCF, levando em consideração o tratamento de fim de vida adotado pelo usuário final do produto.

Na análise da remoção de carbono biogênico em produtos por um determinado período, é essencial avaliar o impacto do tempo das emissões e remoções de GEE [ISO 14067: 2018].

Se as emissões e remoções de GEE resultantes do uso do produto e/ou do seu fim de vida ocorrerem por um período superior a 10 anos (caso não especificado de outra forma na PCR relevante) após o início de sua utilização, o momento exato dessas emissões e remoções, em relação ao ano de fabricação do produto, deverá ser registrado no inventário do ciclo de vida. Caso seja calculado, o impacto temporal das emissões e remoções de GEE no sistema do produto (como CO_2e) deve ser relatado separadamente no inventário [ISO 14067: 2018].

O conteúdo de carbono biogênico da embalagem (caso considerado na PCF) deve ser excluído ou reportado separadamente para um cálculo preciso do fim de vida.

A biomassa usada para a produção química deve ser de alta qualidade e deve ser produzida considerando aspectos de alto nível de sustentabilidade.

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]. A alteração no manejo da terra dentro da mesma categoria de uso não é considerada uma mudança no uso da terra (por exemplo, de um tipo de terra agrícola para outro). A mudança no uso da terra pode ser classificada como mudança direta (dLUC) ou indireta (iLUC) (ver Tabela 5.10).

Conforme estabelecido na ISO 14067 [ISO 14067: 2018], as emissões e remoções de GEE associadas à mudança direta no uso da terra (dLUC) devem ser consideradas no cálculo da PCF e reportadas separadamente na documentação [ISO 14067: 2018]. As emissões e remoções de GEE resultantes da mudança indireta no uso da terra (iLUC) podem ser consideradas para inclusão e, se calculadas, devem ser documentadas separadamente [ISO 14067: 2018].

As **emissões e remoções de GEE** associadas à mudança direta no uso da terra (dLUC) **nas últimas décadas** (geralmente aplicando o período de 20 anos do IPCC – Tier 1) devem ser analisadas segundo metodologias internacionalmente aceitas, como as **Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa** [IPCC- Diretrizes para Inventários de GEE].

Se for adotada uma abordagem específica (por exemplo, baseada em dados locais, regionais ou nacionais), os dados devem ser fundamentados em um estudo verificado, revisado por pares ou em **evidências científicas** equivalentes, e documentados no relatório do estudo de PCF [ISO 14067: 2018].

Se um produto for 100% de origem fóssil, incluindo todos os precursores relevantes, essa categoria terá baixa relevância e podendo ser omitida na avaliação e reportada como "não aplicável".

Após a publicação da Guia do para o Setor de Uso da Terra e Remoções do Protocolo de GEE, será implementada uma abordagem para a compensação de CO_2 sequestrado no solo, através do cultivo de plantas destinadas à produção de matérias-primas. Este método deverá considerar a possibilidade de reversão do CO_2 sequestrado em uma etapa posterior do processo.

5.2.10.3 Emissões evitadas e compensações

Definição de emissões evitadas

Nesta norma, as emissões evitadas são quantificadas como reduções de emissões que ocorrem indiretamente, seja pelo produto ou processo estudado, seja por respostas do mercado ao produto ou processo ao longo do seu ciclo de vida. As emissões evitadas não podem ser deduzidas dos resultados totais do inventário da 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 Produtos do Protocolo de GEE], [ICCA - Addressing the Avoided Emission Challenge [2017]] ou [WBCSD - SOS 1.5], lançado em 2023.

Definição de compensação de emissões *(offsets)*

"A compensação de emissões consiste na aquisição de créditos de emissão (obtidos por meio de comércio de emissões ou pelo financiamento de projetos de redução de emissões) por parte de uma empresa, com o objetivo de neutralizar o impacto das emissões do produto avaliado. Empresas normalmente usam as compensações por uma destas duas razões: para atingir uma meta de redução que elas não conseguem alcançar somente com reduções, ou para declarar um produto como neutro em carbono" [Padrão de 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 sejam quantificados de acordo com metodologias de contabilidade de projetos de mitigação de GEE aceitas internacionalmente (por exemplo, o Protocolo de Projetos do Protocolo de GEE); contabilizar apenas compensações no nível do produto para evitar a contagem dupla de compensações no nível corporativo [Padrão de Produtos do Protocolo de GEE]. Na Tabela 5.11, são ilustrados exemplos de processos de compensação de emissões.

Definição de remoção de emissões

O processo de sequestro ou absorção de emissões de GEE da atmosfera, que ocorre predominantemente quando o CO_2 é absorvido por materiais biogênicos através da fotossíntese.

Já que existem desenvolvimentos em direção a novas normas ISO, alguns aspectos podem ser abordados de forma diferente. No contexto das normas ISO, a ISO 14068-1 "Neutralidade de Carbono" foi oficialmente publicada no ano de 2023. A abordagem Net Zero da ISO também foi iniciada com o International Workshop Agreement (IWA) 42 - Princípios Orientadores para a Neutralidade de Carbono. Estas atividades podem iniciar novos aspectos de cálculo e implementação de PCF em cálculos específicos. Este Guia incluirá elementos desses documentos caso sejam amplamente estabelecidos, aceitos pela indústria e novos requisitos precisem ser considerados.

5.2.10.4 Captura, armazenamento ou utilização de carbono

A "captura de carbono" envolve processos de separação do CO_2 proveniente de fontes industriais e energéticas ou sua remoção direta da atmosfera. Este Guia aborda exclusivamente a captura de CO_2 diretamente na origem das emissões. As tecnologias de captura direta de ar estão fora do escopo deste subcapítulo. Outras tecnologias que capturam diferentes formas de carbono (como CH_4) exigem definições mais detalhadas.

CCS (Captura e Armazenamento de Carbono, ou mais especificamente Captura e Armazenamento de CO_2) consiste na separação do CO_2e sua posterior injeção em formações geológicas, promovendo seu isolamento de longo prazo da atmosfera.

O termo “longo prazo” corresponde ao período mínimo exigido para que a tecnologia seja reconhecida como uma solução eficaz e ambientalmente segura para mitigar as mudanças climáticas [ISO 27917: 2017], [ISO Guide 84:2020].

CCU (Captura e Utilização de Carbono, ou mais especificamente Captura e Utilização de CO_2) corresponde a processos industriais que transformam o CO_2 capturado em produtos de alto valor agregado. Em contraste com a CCS, o armazenamento de CO_2em CCU é apenas temporário. As emissões podem ser adiadas, o que significa que não impactam o clima enquanto estiverem armazenadas (Müller, Kätelhön et al., 2020).

A CC se refere exclusivamente a fontes industriais de emissão, não abrangendo processos biológicos nos quais o CO_2 também é armazenado ou sequestrado, como o plantio de árvores.

Captura e Armazenamento de Carbono

A CCS pode ser incluída no cálculo de PCF se um armazenamento permanente e completo em instalações apropriadas for garantido. O armazenamento permanente tem um período de referência de 100 anos, mas eventuais vazamentos precisam ser detectados, monitorados, reportados e contabilizados no cálculo da PCF do produto. 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 Tabela 5.12 apresenta exemplos de processos e aplicações de CCS, enquanto a Figura 5.21 ilustra um exemplo de processo e seu respectivo cálculo de PCF.

A CCS só pode ser incluída na PCF se a tecnologia estiver em operação durante toda a fabricação do produto.

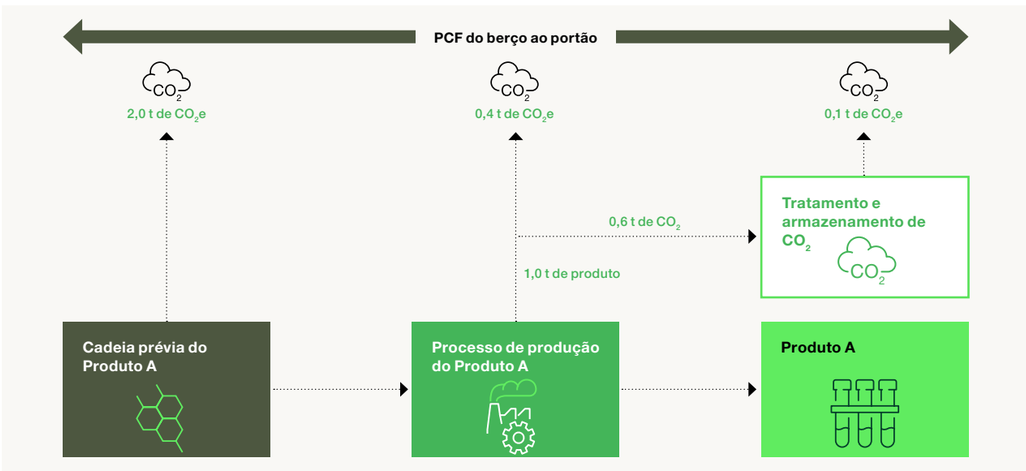
Sem a CCS, a emissão do “Produto de Processo A” seria de 1 t CO_2e, o que resultaria em uma emissão total de 3,0 t CO_2e. Com o CCS, a emissão do “Processo de Produção do Produto A” é reduzida a 0,4 t. Para tratamento e armazenamento, 0,1 t de CO_2e são emitidos; portanto, a emissão líquida total de CO_2e é de 2,5 t de CO_2e (2,0 t + 0,4 t + 0,1 t).

- PCF líquida, incluindo CCS, (Produto A) a ser reportada: 2,5 t CO_2e.
- Informação adicional voluntária sobre a CAC: 0,6 t de CO_2 (capturado e armazenado).
- Informação adicional voluntária sobre as emissões de GEE liberadas: 0,4 t (processo) e 0,1 t (tratamento).

Tabela 5.12: Exemplos de CCS

Exemplo de caso (veja a Figura 5.21)	Regra de cálculo da 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 (CCS)	A captura de 0,6 toneladas de CO_2 deve ser considerada. O resultado líquido da 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 5.21)	Os valores absolutos das emissões liberadas e emissões armazenadas podem ser relatados individualmente

Figura 5.21: Exemplo de CCS considerando o armazenamento de 0,6 t de CO_2 por tonelada do produto A



PCF (Produto A) = 2,0 t de CO_2e/t + 0,4 t de CO_2e/t + 0,1 t de CO_2e/t = 2,5 t de CO_2e/t

Captura e utilização do carbono

O CO_2 capturado resulta de uma transformação humana e pode ser utilizado como insumo na fabricação de produtos químicos (processo conhecido como CCU), assim como os plásticos descartados que são reciclados. Atualmente, os padrões de ACV de produtos não estão harmonizados para a avaliação de tecnologias de reciclagem e não consideram totalmente o papel da PCF na orientação de tecnologias com potencial para reduzir emissões de GEE na indústria química, como a CCU. Esta seção descreve a abordagem de corte (ou abordagem de conteúdo reciclado), originalmente definida no Protocolo de GEE e discutida no Capítulo 5.2.8.4 deste Guia, amplamente utilizada para reciclagem. Portanto, os profissionais devem utilizar a abordagem de corte ao calcular a PCF para sistemas que incluem a CCU, a fim de harmonizar os resultados.

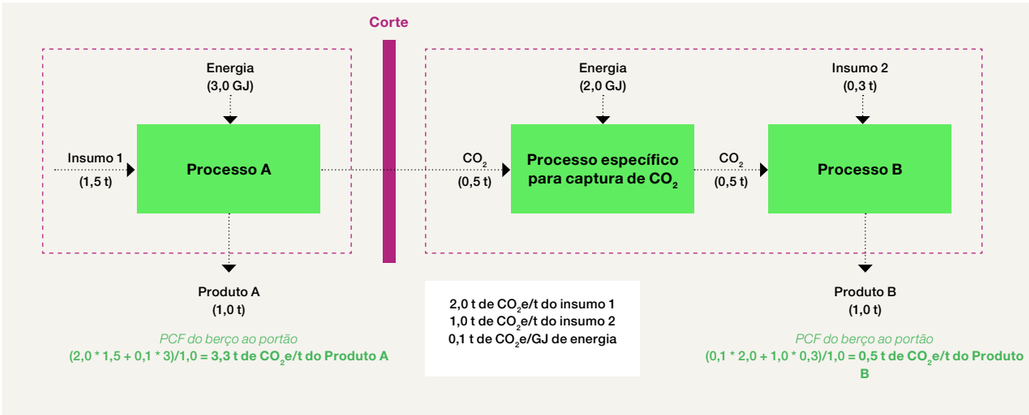
Para ilustrar a abordagem de corte, a Figura 5.22 apresenta um exemplo em que o Processo A gera CO_2 como resíduo, que é capturado e utilizado como matéria-prima no Processo B. A classificação do CO_2 como resíduo segue o diagrama de decisão da Figura 5.7. Neste exemplo, o CO_2 teria sido descartado caso a CCU não fosse aplicada. Assim, é necessário um processo separado de captura de CO_2 para que a CCU produza o produto B, o que requer energia adicional. Alguns exemplos de processos químicos que exigem uma unidade adicional de captura de CO_2 incluem óxido de etileno, ácido acrílico e o processo de craqueamento a vapor (*steam cracking*).

Para o cálculo da PCF, a abordagem de corte é aplicada antes do processo de captura de CO_2 (Figura 5.22). As emissões de GEE associadas à captura e utilização de carbono estão incluídas na PCF do berço ao portão do produto B (0,5 t CO_2e/t Produto B), que resulta da soma das emissões provenientes do consumo de energia (0,1 t CO_2e/GJ * 2 GJ = 0,2 t CO_2e) e das emissões do berço ao portão do insumo 2 (1,0 t CO_2e/t insumo 2 * 0,3 t insumo 2 = 0,3 t CO_2e). Já a PCF do berço ao portão do produto A (3,3 t CO_2e/t Produto A) é obtida considerando as emissões provenientes do insumo 1 e do consumo energético, conforme a seguinte equação:
(2,0 t CO_2e/t insumo 1 * 1,5 t insumo 1 + 0,1 t CO_2e/GJ * 3 GJ = 3,3 t CO_2e). Os benefícios desse processo de reciclagem são distribuídos entre o processo de produção e o de recebimento, e as 0,5 t de CO_2 capturadas não geram encargos para o usuário do CO_2 capturado. Se o processo B e a captura de CO_2 forem conduzidos por empresas diferentes, estas deverão trocar informações sobre a PCF parcial (do berço ao portão) do CO_2 negociado entre elas.

Caso o processo de captura de CO_2 já esteja incorporado ao Processo A e seja fundamental para atender às especificações técnicas do produto A (como no processo *water-gas-shift* na produção de hidrogênio ou na unidade de remoção de gases ácidos na produção de gás natural), a abordagem de corte poderá ser aplicada após a etapa de captura de CO_2. Outro exemplo é uma usina de energia que precisa reduzir suas emissões para atender às exigências regulatórias. Por isso, a usina opta por instalar uma unidade de captura de CO_2. Se o CO_2 capturado for utilizado no Processo B, então o ônus da captura de CO_2 deve ser atribuído ao Processo A.

Na abordagem de CCU, são consideradas somente as emissões de CO_2 capturadas de fontes fósseis ou de origem antropogênica. Caso o CO_2 biogênico (como no CCU obtido da fermentação do bioetanol) ou o CO_2 capturado diretamente do ar (DAC) seja recuperado e utilizado, o carbono biogênico ou atmosférico presente no produto deverá ser reportado separadamente, conforme descrito no Capítulo 5.2.10 e no Modelo de Dados da TfS. No cálculo da PCF do produto que emprega a abordagem CCU, é necessária a aplicação de uma correção de carbono, refletindo a assimilação de carbono correspondente ao seu teor no produto. Por exemplo, se o CO_2 utilizado no Processo B for biogênico ou proveniente de DAC, então a absorção de CO_2 deverá ser incluída no cálculo da PCF do Produto B. Considerando que a absorção de CO_2 do Produto B seja de 0,5 kg CO_2e/kg de produto, então a PCF do berço ao portão

Figura 5.22: Exemplo de cálculo de PCF para captura e utilização de CO_2, onde a captura de CO_2 exige um processo separado e exclusivo, que não faz parte do Processo A (como óxido de etileno, ácido acrílico e craqueamento a vapor)



final do Produto B, incluindo a captura de CO_2, será:

PCF do berço ao portão do Produto B (com absorção de CO_2 biogênico) = 0,5 - 0,5 = 0,0 kg CO_2e/kg Produto B

Se a absorção de CO_2 biogênico for considerada no Produto B, devido ao seu conteúdo de carbono biogênico, esse carbono não poderá ser contabilizado como captura de CO_2 no Processo A.

Na indústria química, o uso de CO_2 ocorre, principalmente, a partir de fontes concentradas de CO_2 fóssil, como aquelas derivadas da produção de hidrogênio ou óxido de etileno. Para produtos baseados na captura de CO_2, os cálculos de PCF devem adotar a abordagem de corte, e o carbono atribuído à CCU deve ser reportado separadamente, conforme estabelecido no Modelo de Dados da TfS.

De forma geral, o CO_2 pode ser capturado diretamente do ar via DAC.

Se a abordagem baseada em créditos for utilizada na aplicação de CO_2 fóssil, o seguinte modelo se aplica:

- no Processo A, é atribuído um ônus de + 1 kg CO_2e por cada kg de CO_2emitido;
- no Processo B, é concedido um crédito de - 1 kg CO_2e para cada kg de CO_2 aproveitado do Processo A.

Na abordagem de crédito, é necessário um esquema externo de certificação contábil para prevenir erros de interpretação e falhas nos cálculos dentro da cadeia de valor. Da mesma maneira, quando produtos baseados em CCU forem misturados com versões convencionais e vendidos como produtos com balanço de massa, será necessário o uso de esquemas de certificação externa apropriados, conforme descrito no Capítulo 5.2.10.5.

5.2.10.5 Cálculo da PCF para produtos com balanço de massa

O balanço de massa é um modelo de cadeia de custódia (ISO 22095:2020) utilizado em diversos setores industriais, quando a separação física entre insumos alternativos e convencionais não é viável no processamento. O balanço de massa contribui para a transição rumo a uma economia circular e sustentável, permitindo o coprocessamento eficiente de materiais alternativos ativos industriais de grande escala e cadeias de suprimentos complexas. Os materiais alternativos não se limitam a insumos de origem biológica, podendo também incluir matérias-primas recicladas quimicamente, resíduos utilizados como matéria-prima e materiais à base de CO_2.

O balanço de massa é especialmente importante para muitas empresas da indústria química que estão em transição para o uso de plásticos reciclados e materiais de origem biológica como matéria-prima. Esta transição tem como objetivo reduzir o uso de matérias-primas fósseis virgens e contribuir na solução do problema global dos resíduos plásticos por meio da reciclagem.

O balanço de massa garante que a quantidade de material produzido esteja equilibrada com a quantidade de material de entrada (não ultrapassando esse valor) e seja ajustada de acordo com os rendimentos e fatores de conversão.

O coprocessamento de matérias-primas alternativas e convencionais resulta na produção de materiais de origem mista, que não podem ser diferenciados em termos de composição ou propriedades técnicas. O balanço de massa permite que o conteúdo alternativo seja atribuído aos produtos individuais, gerando valor a partir do uso de insumos alternativos. Os grandes ativos integrados não podem ser convertidos imediatamente, e o balanço de massa atua como uma ponte essencial nesse processo.

A determinação da PCF baseada na cadeia de custódia do balanço de massa deverá cumprir os seguintes requisitos:

1. O balanço de massa deve seguir um padrão de certificação transparente, e sua conformidade deve ser verificada por uma terceira parte independente e qualificada. Os diversos sistemas de certificação possuem exigências específicas, todas contempladas no escopo deste Guia.

a. O sistema de certificação deverá incluir regras bem definidas para a cadeia de custódia, critérios de rastreabilidade, limites bem definidos, orientações para declarações comerciais, além de mecanismos de prevenção contra dupla contagem e a identificação do tipo de matéria-prima sustentável em todas as etapas da cadeia de suprimentos. Diferentes sistemas de certificação possuem requisitos distintos, que os profissionais podem seguir para se alinhar a este guia.
b. Para que as características ambientais de um insumo sustentável' (seja matéria-prima, combustível ou energia) possam ser atribuídas a um produto de interesse e gerar uma PCF com balanço de massa, é imprescindível que o produto obtenha a certificação de balanço de massa. A certificação confirma a quantidade total necessária de matéria-prima, considerando todas as perdas ao longo do processo.

A matéria-prima necessária pode ser substituída por insumos sustentáveis, desde que sejam seguidas as normas dos sistemas de certificação de cadeia de custódia (como ISCC PLUS, REDcert2, UL ECVP 2809, RSB Advanced Materials, FSC, RSPO ou similares). Os esquemas de certificação da cadeia de custódia permitem uma variedade de limites sistêmicos (por exemplo, processo específico, instalação industrial, unidade produtiva única ou múltipla) e diferentes métodos de atribuição.

É essencial garantir que o insumo sustentável selecionado para a atribuição do balanço de massa, assim como o cálculo da quantidade necessária desse insumo, estejam alinhados com as regras básicas de cálculo estabelecidas neste Guia. Diferentes métodos de atribuição podem gerar variações nas proporções certificadas de insumos sustentáveis, impactando a declaração qualitativa do balanço de massa (MB-claim) e a PCF. Portanto, a abordagem de atribuição deve ser descrita de forma transparente no cálculo da PCF. Os métodos de atribuição devem ser selecionados de acordo com o sistema do produto, documentados de forma transparente, e sua adequação deve ser confirmada pelo auditor.

(1)Por exemplo, insumos circulares, biológicos ou de baixo carbono são alguns insumos sustentáveis.

2. A ACV do processo de fabricação onde ocorre a atribuição do balanço de massa deve estar alinhada à norma ISO 14044 [ISO 14044: 2006]. O estudo deve detalhar os cálculos do fluxo de materiais e das atribuições.

No cálculo da PCF, os limites do sistema para produtos fósseis e com balanço de massa devem estar alinhados com as normas descritas na seção 5.2.4.

O carbono biogênico proveniente da matéria-prima biogênica é atribuído ao conteúdo de carbono do produto com balanço de massa (MB) e às suas emissões não térmicas (relacionadas à matéria-prima) provenientes do processo, resíduos, efluentes e subprodutos, resultando em uma redução na PCF.

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). Por isso, é fundamental garantir precisão na alocação do carbono biogênico ou classificado como bio. Para incluir produtos balanceados em massa, o termo "conteúdo de carbono biogênico" deve ser atualizado para "conteúdo de carbono biogênico/carbono biogênico atribuído (de acordo com a abordagem de balanço de massa)".

Para garantir consistência, a declaração da PCF de produtos com balanço de massa (MB) deve seguir os requisitos de relatório estabelecidos no modelo de dados da TfS, que está em conformidade com a ISO 14067. As emissões e remoções biogênicas devem ser reportadas separadamente e podem ser incorporadas ao valor final da PCF. Para assegurar um cálculo correto do fim de vida, é essencial reportar tanto o conteúdo de carbono biogênico quanto o conteúdo de carbono fóssil.

A abordagem matemática para o cálculo da PCF em processos nos quais ocorre balanço de massa varia conforme o tipo de processo químico.

Nesta seção, a Figura 5.23 ilustra dois exemplos de métodos de cálculo da PCF aplicados a produtos com balanço de massa (MB). O método de cálculo "inventário" está localizado na parte inferior da Figura, enquanto o método de cálculo "referência convencional" está posicionado na parte superior direita. Ambos os métodos propõem dois conjuntos distintos de abordagens para o balanço de massa. Na opção (1), o processo gera um produto composto por 50% de MB e 50% de produto convencional, ao passo que, na opção (2), o resultado é um produto completamente MB (100%). Ambas as opções também geram quantidades correspondentes de produtos convencionais não modificados. É possível adotar diversas conFigurações de balanço de massa, que podem ir de 0 a 100%, ou ainda misturar diferentes abordagens dentro de um mesmo sistema, sendo todas calculáveis por um dos métodos apresentados.

No método de cálculo "inventário", os insumos convencionais A e os insumos alternativos A* são distribuídos proporcionalmente no produto final, considerando o consumo de energia e as emissões diretas do processo, conforme sua conFiguração específica. Isso corresponde à etapa de alocação dos insumos, identificada como "Componente da PCF alocado em massa" nas tabelas da Figura 5.23. Os insumos totais do inventário, produtos e perdas são balanceados em massa. Uma alocação baseada no conteúdo energético também pode ser aplicada em vez da alocação em massa. Em seguida, as características de emissão de GEE (denominadas "Fator de Emissão" nas tabelas da Figura 5.23) dos insumos são livremente atribuídas aos produtos finais (etapa de atribuição). Na etapa final, as emissões atribuídas calculadas multiplicando as quantidades de insumos pelos fatores de emissão) são somadas e divididas pela quantidade total de produto para determinar a PCF do produto com balanço de massa (MB) ou convencional. Assim, a PCF no método "inventário" para o produto MB pode ser determinada com base no fator de emissão e na quantidade de material alternativo utilizado. Essa abordagem está em conformidade com os critérios de uma ACV convencional, permitindo que o estudo seja realizado de forma independente, sem referência a outros produtos.

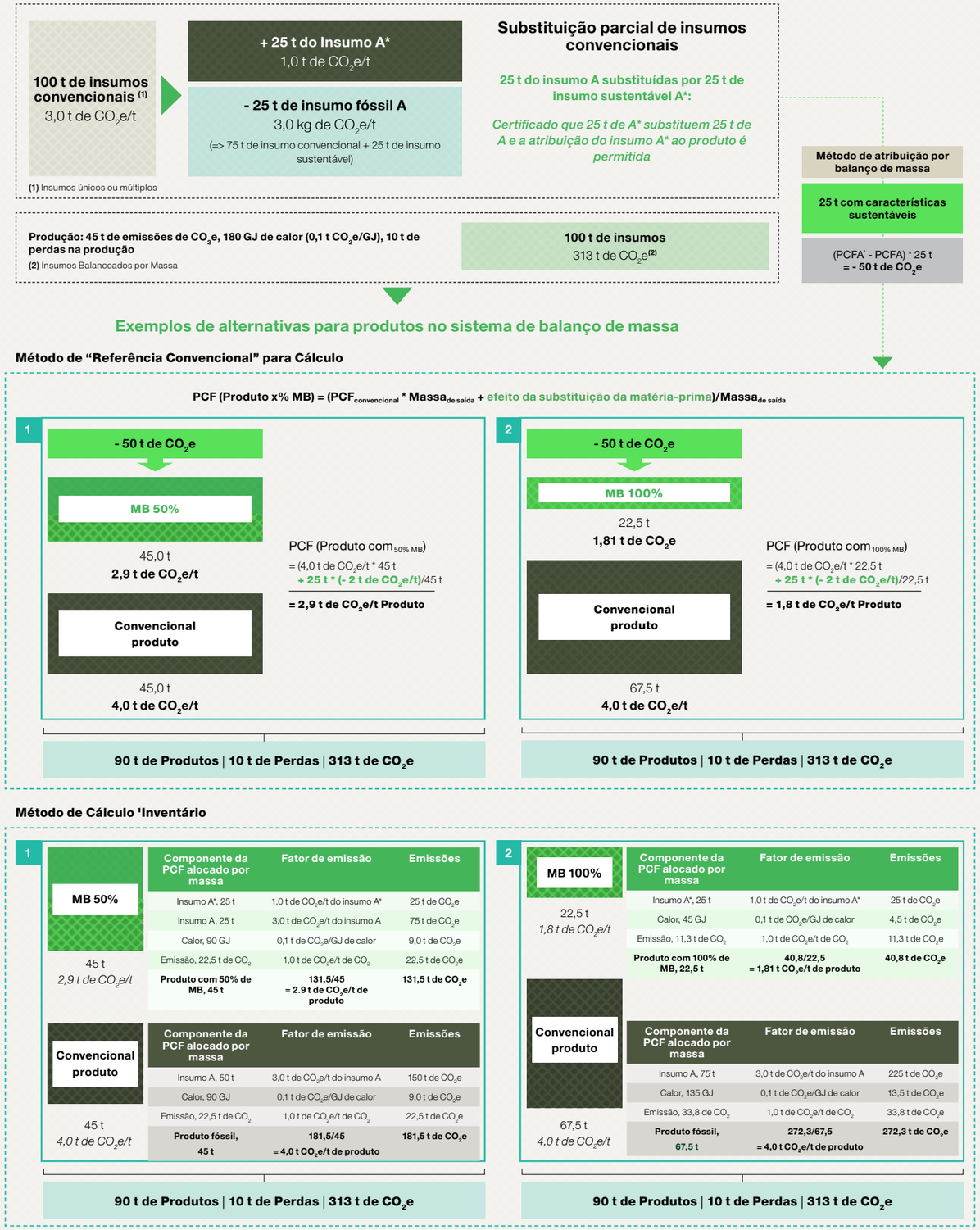
Outra possibilidade é realizar o cálculo utilizando as informações da PCF do produto fóssil como referência. A principal vantagem desse método é que todos os consumos de utilidades do processo, emissões térmicas e demais fatores já estão incorporados na PCF do produto fóssil, não sendo necessária uma análise separada desses elementos.

A PCF do produto MB, no método de cálculo "referência convencional", pode ser obtida a partir da PCF do produto convencional, utilizando a seguinte fórmula (também destacada na Figura 5.23):

Fórmula 5.3:

PCF (Produto x% MB) = ($PCF_{convencional}$ * $Massa_{saída}$ + efeito da substituição da matéria-prima)/$Massa_{saída}$

Figura 5.23: Balanço de Massa – Exemplos ilustrativos de métodos de cálculo de PCF



Método de Cálculo 'Inventário

A PCF do produto MB é calculada somando o impacto da substituição da matéria-prima (diferença entre a PCF da matéria-prima alternativa e da convencional, multiplicada pela quantidade certificada de matéria-prima substituída) às emissões totais do produto convencional. A emissão resultante é então dividida pelo volume do produto MB. O limite de volume é determinado pela quantidade certificada de matéria-prima convencional substituída por insumo sustentável, incluindo as perdas do processo.

Essa abordagem assegura que a PCF seja determinada substituindo o impacto da matéria-prima convencional pelo insumo sustentável, proporcionalmente à quantidade efetivamente substituída. Essa abordagem estabelece uma relação linear entre a proporção de substituição da matéria-prima e a redução na PCF, enquanto as emissões dos sistemas convencionais continuam sendo consideradas. O ponto de inserção do insumo sustentável define a matéria-prima convencional correspondente que será substituída. Independentemente do caso, ao calcular a PCF, é necessário verificar se a quantidade de carbono renovável e reciclado não ultrapassa a soma do carbono contido no produto e nas emissões associadas à matéria-prima.

Além disso, essa abordagem garante a comparabilidade entre a PCF fóssil e a PCF do produto com balanço de massa (MB). Conforme exigido pelos esquemas de certificação, uma determinada quantidade de insumo sustentável é adquirida e utilizada na produção. A PCF dos produtos com balanço de massa é calculada substituindo o impacto da matéria-prima convencional pela quantidade equivalente de insumo sustentável trocada (ver seção 4.6.7.1.1).

Um exemplo publicado é o estudo de Jeswani [Jeswani et al., 2019], que propôs uma metodologia para para integrar a abordagem de balanço de massa à ACV para aplicações de biomassa na indústria química. Este conceito está em conformidade com os requisitos da ISO 14044 [ISO 14044: 2006] e pode ser aplicado a abordagens de balanço de massa que utilizam matérias-primas de base biológica (*biomass balance*) 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 (por meio do balanço de massa) é feita com base nas taxas relativas de conversão das matérias-primas e nos valores químicos dos produtos obtidos.

Nos dois métodos de cálculo, caso seja comprovado que a matéria-prima circular afeta o consumo energético, as emissões diretas ou a eficiência do sistema, essa variável deverá ser considerada.

Sistemas multi-insumo e de saída única necessariamente utilizam matérias-primas diferentes, com pegadas ambientais distintas, para produzir o resultado desejado. Por meio da abordagem de atribuição livre, a contabilização por balanço de massa (MB) permite que as características de base biológica ou recicladas de um insumo sejam atribuídas à molécula inteira do produto final, respeitando a regra (massa do insumo = massa do produto multiplicada por um fator de conversão). Há um potencial risco de que matérias-primas com menor pegada ambiental sejam usadas na atribuição ao produto final, enquanto matérias-primas com pegadas mais elevadas sejam ignoradas. Por isso, é essencial que a abordagem adotada seja documentada com total transparência.

5.2.11 Qualidade e compartilhamento de dados primários

5.2.11.1 Proporção de dados primários

Para aumentar a transparência sobre a utilização de dados primários nos cálculos da PCF, a proporção de dados primários (PDS) de cada conjunto de dados deverá ser calculada e disponibilizada [PACT Methodology]. Mais detalhes podem ser encontrados no formato de intercâmbio de dados, principalmente em relação ao momento em que esse campo passará a ser obrigatório.

O cálculo da PDS é realizado com base na proporção (%) do impacto total de GEE (CO_2e) que resulta da utilização de dados primários dentro dos limites do berço ao portão (ver a Fórmula 5.4). No caso excepcional em que a contribuição da PCF for zero, essa fórmula não será aplicável.

Consulte o glossário para definições de dados primários e secundários.

Fórmula 5.4: abordagem de cálculo da PDS

$$PDS_{DU} = \frac{\sum (|IC_i| * PDS_i) + (BCC * 44/12 * PDS_{BCC})}{\sum |IC_i| + BCC * 44/12}$$

Onde:

- DU é a unidade declarada;
- PCF_{DU} corresponde à pegada de carbono do produto associada à unidade declarada (DU), desconsiderando o CO_2 biogênico, e expressa em kg CO_2e/DU;
- DS_{DU} é a proporção de dados primários na PCF_{DU}, expressa em % (0-100%);
- i corresponde a qualquer entrada ou saída de um processo, com exceção da unidade declarada (DU);
- $|IC_i|$ representa o valor absoluto da contribuição do impacto de i para a PCF_{DU}, expresso em kg CO_2e/DU;
- PDS_i indica a proporção de dados primários referente ao impacto do contribuinte i, variando entre 0 e 100%;
- BCC é o conteúdo de carbono biogênico da unidade declarada (DU), expresso como uma fração da DU;
- PDS_{BCC} representa a proporção de dados primários associada ao BCC (geralmente 100%).

Nota 1: o fator 44/12 converte o conteúdo de carbono do CO_2 com base nas massas molares do CO_2 (44) e do C (12).
Nota 2: se todos os valores de IC_i forem maiores que zero, então $\sum|IC_i|$ será igual a PCF_{DU}.

A contribuição do carbono biogênico é incorporada à fórmula para garantir a contabilização dos materiais de origem biológica no PDS, mesmo que esse valor geralmente seja de 100% quando o BCC é conhecido.

O ideal é que a proporção de dados primários referente aos fluxos de entrada essenciais obtidos de fornecedores da cadeia anterior (nível n-1) esteja disponível. Se essas informações forem disponibilizadas, a PDS da PCF será determinada com base em uma média ponderada atribuída à PCF para os insumos de material e energia. Todos os membros da cadeia de suprimentos são incentivados a participar deste processo. No entanto, a proporção de dados primários só pode ser determinada com precisão se a maior parte das informações sobre os insumos for fornecida pelos respectivos fornecedores.

Figura 5.24: Cálculo da participação de dados primários para dois componentes fósseis

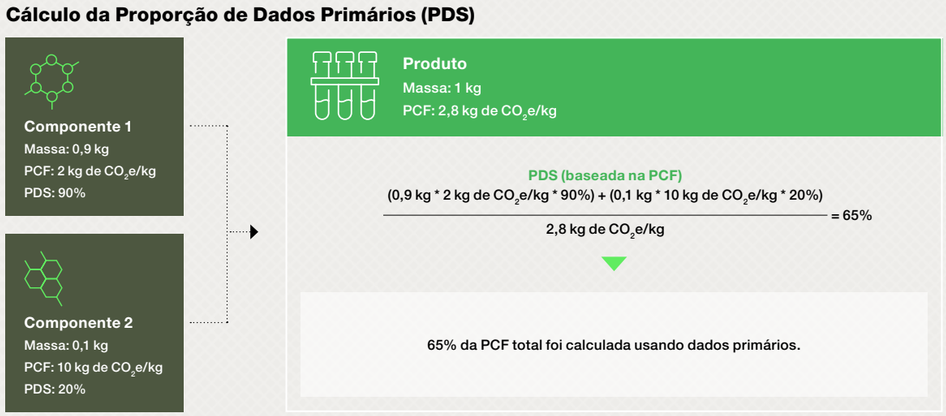
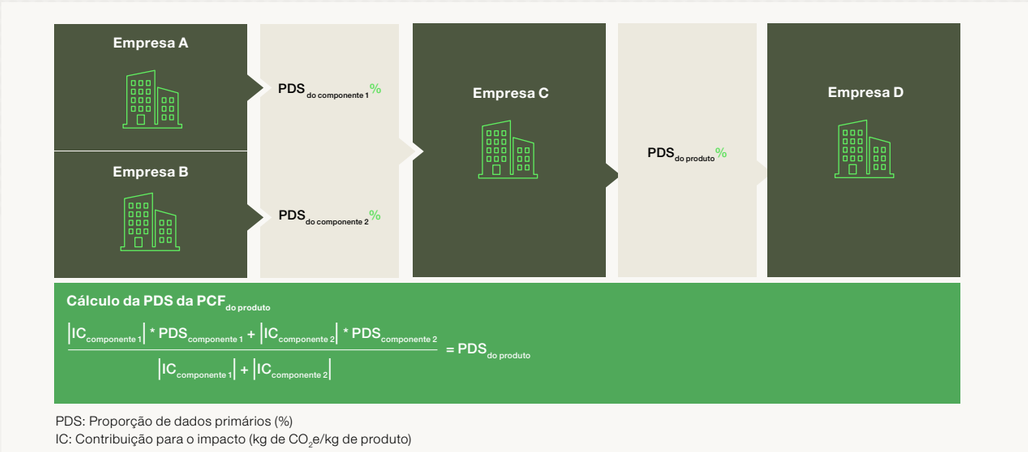


Figura 5.25: Cálculo da proporção de dados primários para uma PCF [Metodologia PACT]



PDS: Proporção de dados primários (%)
IC: Contribuição para o impacto (kg de CO_2e/kg de produto)

O cálculo da PDS total é realizado multiplicando as PDS individuais recebidas dos fornecedores e de outros elementos, como insumos energéticos ou emissões diretas da produção, pelo quociente entre suas respectivas contribuições relativas ao impacto total (em valor absoluto) e a soma dos valores absolutos de todas as contribuições de impacto. A soma de todos os componentes ponderados da PDS resulta na PDS total da unidade declarada.

Para garantir maior transparência no uso de dados primários, as informações sobre a PDS devem ser compartilhadas com os agentes *downstream* (nível n+1), juntamente com a PCF, conforme indicado no formato de troca de dados. A inclusão de uma explicação sobre a proporção de dados primários é incentivada, visando permitir que as empresas colaborem entre si e ampliem a circulação desses dados no sistema. Essa abordagem aumenta a precisão das PCFs, principalmente quando os dados possuem alta qualidade (Figura 5.24). A abordagem do PACT na versão publicada é apresentada na Figura 5.25.

Figura 5.26: Exemplo de cálculo da participação de dados primários para uma PCF fóssil (à esquerda) e uma PCF com carbono biogênico (à direita)

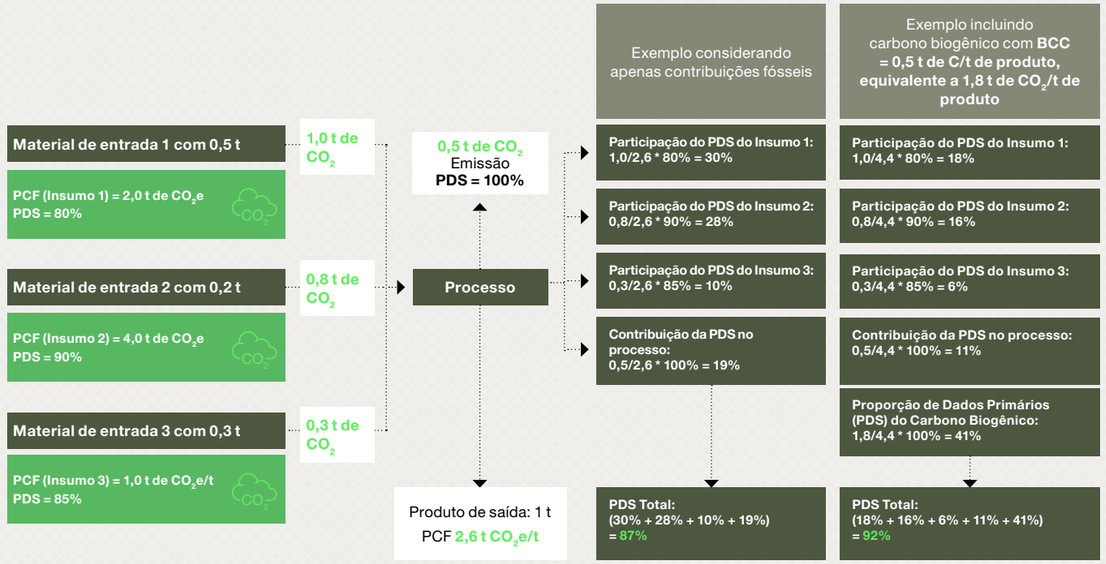


Tabela 5.13: Exemplo de cálculo da PDS para fontes de dados primários e secundários

Material	Dados de entrada (unidades respectivas)	Fonte de dados	FE (kg de CO_2e/ unidade)	Fonte de FE	Contribuição para o impacto (kg CO_2e)	PDS:
A	10.435	Primária	0,19	Primária	1.983	100%
B	10.000	Secundária	0,18	Secundária	1.800	0%
C	5.000	Primária	0,18	Secundária	900	0%
Produto	**1**				**4.683**	**42%**

A Figura 5.26 exibe um exemplo detalhado, ilustrando as etapas aplicadas na geração de uma PDS para a PCF de um produto. A proporção de dados primários só poderá ser atribuída se tanto os dados de atividade (por exemplo, quantidade em kWh) quanto o fator de emissão forem obtidos a partir de fontes primárias. Se qualquer um desses dados for derivado de fontes secundárias, a PDS desse processo unitário será classificada como dado secundário, ou seja, PDS = 0%. Consulte a Tabela 5.13 para um exemplo.

A PDS deve ser calculada para a PCF, incluindo todas as emissões e remoções biogênicas. As emissões biogênicas de CO_2 podem ser desconsideradas, uma vez que são equilibradas pela assimilação. No caso de materiais biogênicos, a contribuição é determinada pelo seu conteúdo de carbono biogênico (BCC), que pode ser convertido em CO_2 com base na proporção entre as massas moleculares do CO_2 (44) e do C (12). A PDS desse elemento geralmente é 100%, pois o BCC é um valor conhecido e deve ser reportado no formato de dados TfS. Conforme mostrado na Figura 5.26, se o produto fabricado for de origem biológica e apresentar, por exemplo, 50% de BCC, o valor correspondente de CO_2 será 0,5 * 44/12 = 1,83 kg CO_2. Isso resulta em novos valores de PDS, apresentados na última coluna da Figura 5.26.

5.2.11.2 Classificação da qualidade dos dados

No processo de coleta de dados, as empresas devem analisar a qualidade dos dados que impactam a PCF (como fatores de emissão e emissões diretas), utilizando indicadores de qualidade de dados (DQIs). Deve-se calcular e relatar a qualidade dos dados de cada PCF.

Caso existam dados internos de melhor qualidade do que os disponíveis em bancos secundários (como fatores de emissão internos para combustíveis) e sejam utilizados nos cálculos, sua adequação deve ser analisada e reportada por meio de uma classificação de qualidade dos dados (DQR), conforme os critérios estabelecidos neste Capítulo. Os dados extraídos de bancos de fatores de emissão verificadas (conforme descrito no Capítulo 5.2.6) deverão ser relatados na DQR, considerando sua representatividade, relevância e correta aplicação ao produto em questão. O cálculo e o relatório da DQR serão obrigatórios para PCFs emitidas a partir de 2027, garantindo tempo suficiente para as empresas se prepararem. Até lá, recomenda-se que a DQR seja realizada de forma voluntária.

Avaliar a qualidade dos dados durante a coleta permite que as empresas façam melhorias na qualidade dos dados de forma mais eficiente, em comparação com uma análise realizada apenas após a conclusão da coleta. Além disso, a análise da qualidade dos dados possibilita que as empresas identifiquem fontes secundárias estratégicas que necessitam de aprimoramento ou substituição por dados primários, garantindo um acompanhamento mais preciso do impacto das iniciativas de redução de emissões.

Os requisitos deste padrão foram alinhados com a Metodologia PACT, Catena-X e GBA. A avaliação da qualidade dos dados exige três DQIs; essa modificação em relação à diretriz anterior também será implementada na versão 3 da Metodologia PACT.

O processo começa com a análise da representatividade tecnológica, geográfica e temporal dos fatores de emissão e das emissões diretas para cada material que impacta o cálculo. Os fatores de emissão podem estar presentes em bancos de dados específicos da empresa ou secundários, ou ser derivados deles, e a mesma matriz deve ser aplicada para avaliar sua qualidade. Os dados de emissões diretas podem ser derivados conforme explicado no Capítulo 5.2.8.5 e devem utilizar a mesma matriz proposta para os fatores de emissão. A lógica por trás dessa abordagem é a seguinte:

- **Sobreposição com abordagens existentes:** focar apenas na avaliação dos fatores de emissão e das emissões diretas é consistente com todas as abordagens atualmente disponíveis.
- **Redução da complexidade:** avaliar apenas a qualidade dos fatores de emissão e das emissões diretas minimiza complexidades potenciais que poderiam ser introduzidas em uma nova abordagem para a qualidade dos dados de atividade, visto que, na prática, a avaliação da qualidade dos dados de atividade e dos fatores de emissão são processos distintos (por exemplo, descrições em uma única matriz não são totalmente aplicáveis a ambos os tipos de dados).
- **Não é necessária nenhuma avaliação extra dos dados de atividade:** todas as orientações exigem o uso de dados primários de atividade, o que faz com que as DQRs de tecnologia, localização e temporalidade sejam classificadas como “1 - Excelente” na maioria dos casos. Da mesma forma, quando as emissões diretas forem medidas diretamente, sem estimativas aproximadas, a DQR associada será classificada como “1 - Excelente”na maioria dos casos.
- **Praticidade e escalabilidade:** ter uma solução simples e aplicável a diversos setores é essencial para permitir que as empresas adotem essa métrica para todos os seus produtos.

As Tabelas 5.14-5.16 apresentam um resumo dos indicadores de qualidade.

- **Representatividade Tecnológica (TeR):** grau em que os dados refletem a(s) tecnologia(s) real(is) utilizada(s) no processo.
- **Representatividade Geográfica (GeR):** grau em que os dados refletem a localização geográfica real dos processos dentro do limite do inventário (por exemplo, país ou unidade).
- **Representatividade Temporal (TiR):** grau em que os dados refletem o período real (por exemplo, ano) em que o processo foi avaliado.

A avaliação da qualidade dos dados, conforme descrita nas Tabelas 5.14 a 5.16, pode fornecer informações quantitativas por meio de uma DQR, permitindo que os usuários tenham uma visão mais clara da qualidade geral dos dados e da PCF resultante. Os níveis de qualidade são divididos em cinco categorias, variando de 1 a 5, onde 1 representa o melhor desempenho em cada indicador. A representatividade (tecnológica, geográfica e temporal) determina a precisão com que os processos e produtos selecionados retratam o sistema avaliado.

Na avaliação dos indicadores individuais, especialmente no que se refere à representatividade tecnológica, qualquer dado de fornecedor que não for utilizado exatamente como fornecido e para seu propósito original deve ser reavaliado de acordo com as Tabelas 5.14 a 5.16. Se a PCF de um fornecedor referente ao produto A não for usada exatamente para representar o produto A fornecido ao nosso processo, mas for utilizada como aproximação para o produto B de outro fornecedor, isso conFigura um uso por estimativa (*proxy*) e exige uma reavaliação da DQR, com uma classificação de representatividade tecnológica entre 3 e 5. O mesmo princípio vale para a representatividade geográfica.

A agregação dos três indicadores em uma única DQR ocorre no nível de cada material de entrada/saída, ou seja, fator de emissão ou emissão direta. A DQR associada a cada material de entrada ou saída é determinada pela média dos três indicadores de qualidade dos dados, atribuindo pesos iguais a cada critério (ver também a equação mencionada na primeira linha da Fórmula 5.5). Segue abaixo um exemplo ilustrativo desse processo, aplicado a dois produtos genéricos, A e B.

Por exemplo:

	Produto A	Produto B
Representatividade Tecnológica (TeR)	2	3
Representatividade Temporal (TiR)	1	3
Representatividade Geográfica (GeR)	2	2
Total	**5**	**8**
Processo DQR (Total/3)	**1,7**	**2,7**

A Metodologia PACT determina que somente os insumos que correspondam a mais de 5% da soma dos valores absolutos de cada contribuição de impacto sejam avaliados na DQR, reduzindo, assim, o esforço necessário para gerar os fatores de DQR. A TfS também recomenda esta abordagem.

A primeira equação da Fórmula 5.5 ilustra o cálculo geral de uma única DQR para um material de entrada ou saída,

Tabela 5.14: Resumo dos critérios para avaliação da adequação tecnológica

1	2	3	4	5
O banco de dados foi elaborado a partir de informações que representam exatamente a tecnologia aplicada (ou seja, dados específicos da instalação e do processo onde o produto foi fabricado)	O conjunto de dados foi desenvolvido a partir de informações específicas da empresa e da mesma tecnologia utilizada na produção real (ou seja, mesma tecnologia, específica da empresa/local, mas não necessariamente da unidade produtiva — podendo ser uma média caso existam vários dados disponíveis)	Os dados refletem uma média de uma tecnologia equivalente à utilizada no processo real de fabricação (ou seja, a mesma tecnologia, mas sem vínculo com uma empresa específica)	O conjunto de dados foi elaborado com informações que representam uma tecnologia *proxy* (ou seja, uma tecnologia similar, mas não idêntica, independentemente de serem médias ou dados específicos do fornecedor)	O conjunto de dados foi baseado em uma tecnologia diferente ou desconhecida em relação à efetivamente utilizada
Explicação: essa pontuação máxima de qualidade é possível apenas se forem utilizados dados primários	*Explicação: essa pontuação máxima de qualidade é possível apenas se forem utilizados dados primários*	*Explicação: esta é a pontuação máxima de qualidade possível para dados secundários*		

Tabela 5.15: Resumo dos critérios utilizados na avaliação da representatividade geográfica

1	2	3	4	5
O conjunto de dados foi criado com base em informações que refletem a subdivisão do país (se aplicável) ou o país de fabricação do produto.	O conjunto de dados foi criado com base em informações que refletem a subdivisão do país (se aplicável) ou o país de fabricação do produto. O local de geração dos dados é compatível com a área geográfica onde a unidade produtiva está localizada	O conjunto de dados foi gerado a partir de informações relativas à região geográfica em que o produto foi produzido (e.g., Europa, Ásia, América do Norte). O local de geração dos dados é compatível com a área geográfica onde a unidade produtiva está localizada	O conjunto de dados foi criado com base em médias globais	Os dados foram gerados com um escopo geográfico desconhecido ou pertencente a um país ou região diferente do local de fabricação do produto
Exemplo de subdivisão territorial dentro de um país: províncias da China, Estados dos Estados Unidos, unidades federativas do Brasil, entre outros, aplicáveis a países de grande território	*Exemplo: a unidade está localizada na Espanha e os dados refletem uma média europeia*	*Exemplo: a unidade está localizada na Espanha e os dados refletem uma média europeia*	*Exemplo: a unidade está localizada no Japão e os dados correspondem a uma média global*	*Exemplo 1: na ausência de uma média global, a aplicabilidade geográfica do conjunto de dados é incerta. Exemplo 2: a unidade está no México, mas os dados representam uma média dos Estados Unidos, da Finlândia, da Ásia ou da Europa*

Tabela 5.16: Resumo dos critérios para a avaliação da representatividade temporal

1	2	3	4	5
A diferença entre o “Fim do Período de Referência” do conjunto de dados e a “Data de Emissão” da PCF é de ≤1 ano (ou seja, 366 dias para considerar anos bissextos)	A diferença entre o “Fim do Período de Referência” do conjunto de dados e a “Data de Emissão” da PCF é de ≤1 ano (ou seja, 366 dias para considerar anos bissextos)	A diferença entre o “Fim do Período de Referência” do conjunto de dados e a “Data de Emissão” da PCF é superior a 1 ano e inferior ou igual a 2 anos (731 dias)	A diferença entre o “Fim do Período de Referência” do conjunto de dados e a “Data de Emissão” da PCF é superior a 2 anos e inferior ou igual a 3 anos (1.096 dias)	O intervalo entre o “Fim do Período de Referência” do conjunto de dados e a “Data de Emissão” da PCF ultrapassa 4 anos

“Fim do Período de Referência”* (exemplo: dados coletados de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2023) “Data de Emissão”** (por exemplo, 01/06/2024) Cálculo da diferença temporal: “Fim do Período de Referência” – “Data de Emissão” (exemplo: 31/12/2023 - 01/06/2024) = 6 meses, ou seja, nível 1 na classificação.

* Final do período de coleta de dados

** O momento exato em que a PCF foi disponibilizada para comunicação, independentemente de seu compartilhamento.

considerando os três DQIs mencionados anteriormente. A segunda equação apresenta a agregação das DQRs de cada contribuição de impacto, determinando a pontuação total da DQR associada à PCF de uma unidade declarada.

A DQR deve contemplar todas as emissões e remoções biogênicas no cálculo da PCF. A PCF é calculada com o valor absoluto das contribuições da PCF |IC|, garantindo a inclusão precisa de fatores de impacto negativos.

As contribuições dos materiais de entrada para a PCF do processo estão vinculadas com a DQR dos materiais de entrada. Quanto mais próximo de 1 for o valor da DQR (indicando maior qualidade) e maior for a sua contribuição para o impacto total, mais positivo será o efeito do material de entrada na pontuação geral da DQR.

Fórmula 5.5: cálculo geral da classificação de qualidade dos dados (DQR)

$$DQR_i = \frac{TeR_i + GeR_i + TiR_i}{3}$$

Classificação da qualidade dos dados (DQR) do(s) produto(s) obtido(s) a partir de um processo com um ou mais materiais de entrada:

$$DQR_{DU} = \frac{\sum (|IC_i| * DQR_i) + BCC * 44/12 * DQR_{BCC}}{\sum |IC_i| + BCC * 44/12}, \text{ para } |IC_i| \geq 0{,}05 \sum |IC_i|$$

Onde:
- DU é a unidade declarada;
- PCF_{DU} corresponde à pegada de carbono do produto associada à unidade declarada (DU), desconsiderando o CO_2 biogênico, e expressa em kg CO_2e/DU;
- DQR_{DU} é a qualidade dos dados da PCF_{DU}, variando de 1 a 5;
- i corresponde a qualquer entrada ou saída de um processo, com exceção da unidade declarada (DU);
- $|IC_i|$ representa o valor absoluto da contribuição do impacto de i para a PCF_{DU}, expresso em kg CO_2e/DU;
- DQR_i é a qualidade dos dados do fator i, variando de 1 a 5;
- BCC é o conteúdo de carbono biogênico da unidade declarada (DU), expresso como uma fração da DU;
- A DQR_{BCC} indica a qualidade dos dados relacionada ao BCC.

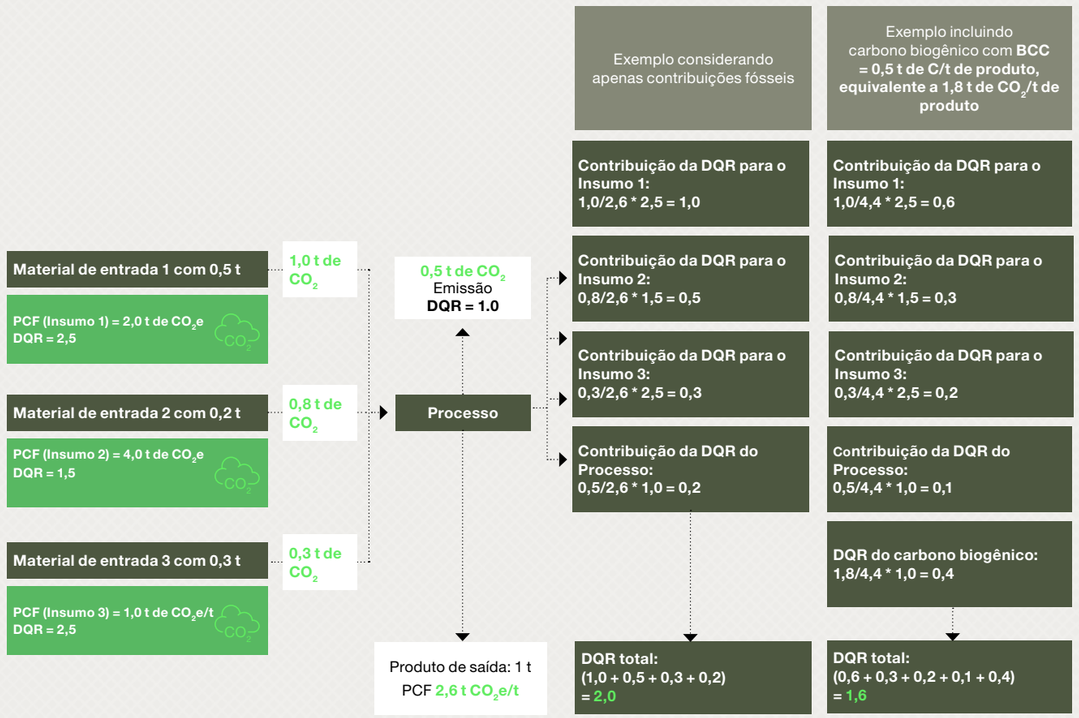
Nota 1: o fator 44/12 converte o conteúdo de carbono do CO_2 com base nas massas molares do CO_2 (44) e do C (12).

Nota 2: se todos os valores de IC_i forem maiores que zero, então $\sum|IC_i|$ será igual a PCF_{DU}.

Nota 3: como a DQR_i é uma combinação linear dos DQIs, substituir a DQR_i na equação principal por TeR_i, GeR_i ou TiR_i resultará no valor correspondente do DQI para DU.

A DQR_{DU} deve ser calculada com base em uma saída de 1 kg ou 1 t, conforme especificado na unidade declarada.

Figura 5.27: Exemplo de DQR para um processo que inclui DQR *upstream*



Para um exemplo, veja a Figura 5.27. A DQR total para este processo é 2,0 e deverá ser reportada ao destinatário dos dados da PCF após o final de 2027. Da mesma forma, a DQR total para um processo com um produto de base biológica (considerando um BCC de 50%) é 1,6. No exemplo apresentado, a DQR da contribuição biogênica foi considerada igual a 1, pois foi inteiramente calculada a partir de dados primários.

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.

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. Caso as fontes de dados sejam classificadas como de baixa qualidade pelos indicadores de qualidade dos dados, as empresas devem revisar e coletar novas informações [Padrão de Produtos do Protocolo de GEE].

Os passos a seguir podem auxiliar na melhoria da 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 forem identificadas como significativas para os resultados da 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 elaboração do relatório

5.3.1 Auditoria dos cálculos da PCF e certificação de programas ou empresas relacionados à PCF

Diferentes partes interessadas, como clientes, investidores e reguladores, utilizam os dados da PCF para embasar suas decisões sobre sustentabilidade e mudanças climáticas. Se os resultados da PCF reportados não forem confiáveis, as partes interessadas podem duvidar das alegações das empresas questionar a eficácia das iniciativas de sustentabilidade. Portanto, é fundamental garantir a confiabilidade dos resultados da PCF para que as ações sustentáveis tenham credibilidade e impacto real.

A TfS e a Catena-X desenvolveram um novo documento com orientações sobre os processos e requisitos de verificação e certificação. O documento "Catena-X e TFS PCF Verification Framework" está disponível no seguinte link para mais informações sobre este tema: **https://www.tfs-initiative.com/pcf-guideline#verification-framework**

De forma resumida, o *framework* define três níveis distintos de confiança:

Nível 1: Verificação do Conjunto de Dados da PCF.
Nível 2: Certificação do Programa de PCF.
Nível 3: Verificação da PCF.

O Nível de Confiança 1 refere-se a uma verificação de integridade, garantindo a conformidade com o modelo de dados da PCF, e é geralmente realizada de maneira automatizada por plataformas de intercâmbio de dados e soluções integradas. Isso não constitui uma certificação, nem uma verificação.

O Nível de Confiança 2 consiste em uma certificação de uma terceira parte independente que avalia a conformidade do programa de PCF de uma empresa.
Isso inclui a certificação do uso das ferramentas de cálculo da PCF pela empresa.

O Nível de Confiança 3 está relacionado à verificação de um conjunto de dados específico da PCF. Esse processo avalia a declaração de informações da PCF com base em dados históricos para verificar sua conformidade com o Guia de PCF da TfS.

A verificação deve ser a abordagem padrão para PCFs em conformidade com a TfS. A verificação deve ser realizada por uma parte independente, que pode ser uma terceira parte ou, em alternativa, uma primeira ou segunda parte que atue como verificadora. A verificação realizada por uma primeira ou segunda parte tem um nível de confiança menor do que a conduzida por uma terceira parte. Para que uma primeira ou segunda parte realize a verificação, é necessário que um programa certificado de PCF já esteja em vigor.

Em uma verificação por segunda parte, a segunda parte (ou seja, o cliente) pode solicitar e receber acesso a dados adicionais do fornecedor, além do modelo de dados regular da PCF, a fim de possibilitar uma avaliação técnica sobre a plausibilidade da PCF fornecida. Para que uma segunda parte realize a verificação, o fornecedor deve possuir uma certificação válida de seu programa de PCF (nível de confiança 2). Além disso, as partes podem assinar um acordo de confidencialidade sobre o compartilhamento de dados adicionais. Uma vez cumprida essa condição, a segunda parte deverá solicitar acesso confidencial aos seguintes dados adicionais (como requisito mínimo):

- localização da produção;
- declaração do tipo de fornecedor (ex.: fabricante ou distribuidor);
- aplicação de PCRs específicas no cálculo da PCF;
- outros dados que fazem parte do modelo de dados da PCF, mas que não foram disponibilizadas anteriormente por terem sido classificadas como "opcionais" ou ainda não exigidas no momento da troca da PCF;
- tecnologia utilizada no processo produtivo.

O tipo de verificação deve ser informado junto à PCF, e mais detalhes podem ser encontrados no *framework* mencionado. Os requisitos de competência a serem cumpridos por um verificador/certificador, ou por uma equipe de verificação/certificação, estão descritos no Capítulo 4 da norma ISO 14066:2023.

Além dos requisitos mencionados, o verificador deve demonstrar conhecimento e experiência nas seguintes áreas:

- métodos de cálculo da PCF, de acordo com os regulamentos e normas aplicáveis;
- os níveis de garantia (regular e avançado), conforme definidos neste *framework*;
- fontes dos fatores de emissão de GEE;
- Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e/ou Pegada de Carbono de Produtos (PCF).
- Processos de verificação da PCF de acordo com este regulamento, incluindo, mas não se limitando a: análise de estratégia, identificação de riscos, planejamento e documentação da verificação, além de processos de revisão para garantir a qualidade;
- conceito de materialidade;
- características específicas do setor, indústria ou produto, incluindo processos produtivos comuns, técnicas de monitoramento, sistemas internos de controle, premissas aplicáveis, melhores práticas e emissões de GEE;
- softwares de modelagem ou soluções automatizadas de cálculo.

A verificação de compensações de carbono está fora do escopo deste documento e da diretriz de verificação. Considerando que o escopo do relatório da PCF é sempre do berço ao portão (*cradle-to-gate*), cabe ao cliente a responsabilidade de reportar esses valores ao destinatário final. Se a organização do cliente gerencia sua própria logística de distribuição, também será responsável pelo cálculo e verificação das emissões correspondentes.

O relatório de verificação estabelece a conexão entre os dados da PCF e o processo de verificação concluído. Esse documento confirma que os atributos da PCF foram verificados de acordo com um método específico de verificação. O responsável pela verificação fornece a declaração de conformidade ao cliente. O cliente pode apresentar a declaração de verificação ao destinatário do conjunto de dados da PCF (cliente) com o objetivo de garantir maior confiabilidade às informações fornecidas. Portanto, a declaração de verificação pode complementar ao intercâmbio de conjuntos de dados da PCF.

O processo de certificação do programa de PCF tem como objetivo assegurar que a empresa responsável pelo cálculo da PCF estabeleceu um programa alinhado ao Guia de PCF da TfS. O programa de PCF deve conter uma descrição da metodologia adotada pela empresa para o cálculo da PCF. Quando aplicável, a adoção de uma solução automatizada para cálculo da PCF (incluindo ferramentas, fontes de dados integradas e gerenciamento de TI) também deverá passar por certificação. Uma solução automatizada de cálculo da PCF é definida como uma ferramenta digital capaz de realizar cálculos em larga escala de forma automatizada.

As diretrizes não estabelecem a obrigatoriedade de adoção de um programa de PCF ou de uma solução automatizada para o cálculo da PCF. Cabe a cada empresa adotar uma abordagem própria, alinhada às regras de cálculo estabelecidas no regulamento correspondente.

O escopo da certificação deve ser claramente definido (por exemplo, unidades organizacionais, produtos, categorias de produtos, locais). A certificação do programa de PCF deve assegurar o cumprimento dos requisitos metodológicos descritos no regulamento correspondente, incluindo os atributos obrigatórios previstos no modelo de dados da PCF.

Tanto os programas de PCF certificados quanto os sistemas automatizados para cálculo da PCF devem incluir um processo de verificação do conjunto de dados da PCF. Além disso, é essencial garantir a conformidade com os elementos descritos no programa de PCF. A certificação do programa de PCF é restrita a sistemas, processos e ferramentas de cálculo utilizados internamente por uma empresa e alinhados à sua realidade operacional.

Essa certificação não atesta a conformidade de um conjunto de dados específico de PCF para um produto, tampouco certifica, verifica ou avalia qualquer resultado obtido por meio de uma ferramenta ou programa. Os cálculos e dados provenientes de programas de PCF certificados podem ser utilizados como insumos para atividades de verificação da PCF. Se o programa de PCF ou as soluções automatizadas de cálculo já forem certificados e reconhecidos como confiáveis, as verificações individuais da PCF poderão ser conduzidas de forma mais simplificada. Para obter uma verificação de primeira ou segunda parte, é necessário que o programa de PCF seja certificado. No entanto, a certificação do programa de PCF não é obrigatória para obter a verificação de terceira parte de um conjunto de dados específico da PCF. Os programas de certificação de PCF não podem ser substituídos por esquemas de certificação já estabelecidos, como ISO 9001 ou ISO 14001.

5.3.2 Garantia de qualidade

A garantia da qualidade é definida como parte da gestão da qualidade, com foco em assegurar que os requisitos de qualidade sejam atendidos. Assim, a garantia da qualidade deve avaliar se os resultados da PCF e a abordagem adotada para alcançá-los cumprem os requisitos de alta qualidade, indo além da qualidade dos dados (adaptado de [ISO 9000: 2005]).

A lista de verificação a seguir pode ajudar o especialista em ACV na validação da PCF. Além do especialista em ACV, a validação pode contar com o suporte de profissionais como especialistas em tecnologia, controladores, gerentes de planta e gerentes de unidade:

- confira o balanço de massa global (inclui insumos de matéria-prima, saídas de produtos, resíduos e emissões para o ar e a água);
- verifique se todas as etapas do ciclo de vida foram devidamente consideradas;
- verifique o balanço elementar através de um cálculo estequiométrico;
- confirme se as emissões diretas são realistas (por exemplo, por meio do balanço de carbono);
- confirme se o balanço de carbono foi fechado, garantindo que todas as entradas foram devidamente equilibradas com as saídas para produtos, emissões (ar, água e solo) e resíduos; analise se as emissões diretas do processo são plausíveis, garantindo que os fluxos de entrada e saída de carbono e nitrogênio estejam equilibrados;
- verifique a agregação, refinamento e modelagem dos dados para calcular o inventário do produto com base em seus próprios conjuntos de dados;
- confira e as fórmulas utilizadas no cálculo estão corretas;
- verifique se o consumo de utilidades é plausível;
- verifique os fatores de alocação (conforme o Capítulo 5.2.9): a soma das entradas e saídas alocadas de um processo unitário deve ser igual às entradas e saídas do processo antes da alocação, e os fatores de alocação para todos os coprodutos de um processo com múltiplas saídas devem totalizar 1;
- compare as emissões de CO_2e com seus cálculos internos, com o mesmo produto em outras unidades/fábricas/empresas, com dados de ACV existentes e com bancos de dados de terceiros;
- confira se as emissões e absorções biogênicas são consideradas e relatadas corretamente (Capítulo 5.2.10.1);
- avalie se os conjuntos de dados secundários utilizados são adequados para os dados de *upstream* dentro do Escopo 3:
  - verifique se a tecnologia e a localização geográfica representadas no ICV são adequadas;
  - confira se a aplicação de *proxies* é apropriada;
  - verifique se a tecnologia e a localização geográfica representadas no ICV são adequadas;
- confira se uma pontuação de qualidade de dados foi gerada e se esta é significativa;
- analise se há desvios relevantes em relação aos dados de ACV de referência:
  - Conduza análises de sensibilidade e revisões de qualidade dos resultados obtidos: utilize diferentes opções de modelagem (como um conjunto de dados alternativo para uma matéria-prima ou um método de alocação distinto para o sistema de produto analisado) para verificar a solidez dos resultados;
  - uma variação de 10% no resultado da PCF (considerando ou não as etapas do ciclo de vida) é geralmente aceita por profissionais da área devido a incertezas inerentes, variações de fatores ou diferenças nos conjuntos de dados utilizados no cálculo da PCF; todas as decisões devem ser claramente documentadas no relatório interno de cálculo da PCF, incluindo a justificativa e as implicações das inclusões ou exclusões realizadas; o limite de significância deve ser informado e justificado;

Todas as decisões devem ser claramente documentadas no relatório interno de cálculo da PCF, incluindo a justificativa e as implicações das inclusões ou exclusões realizadas. [BASF SE (2021)].

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

5.3.3 Dados para relatórios de PCF e informações complementares

Para garantir a correta interpretação e validação dos dados da PCF, são necessárias informações complementares, que também possibilitam a quantificação da PCF de clientes em etapas subsequentes da cadeia de valor. A Tabela 5.17 apresenta exemplos de diferentes abordagens de comunicação de dados.

A PCF cobre uma única categoria de impacto ambiental. Vale ressaltar que, neste contexto, não são permitidas declarações gerais sobre o desempenho ambiental do produto, nem afirmações comparativas que sugiram a superioridade ambiental de um produto em relação a outro. A comparação entre PCFs só pode ser realizada quando todos os critérios necessários são atendidos e todas as informações relevantes são relatadas.

O "Modelo de Dados de PCF da TfS: como relatar dados de PCF" define os princípios do modelo de dados para a troca de informações de PCF, em conformidade com o Guia para o cálculo da Pegada de Carbono de Produto para a Indústria Química da TfS. Este documento revoga a Tabela 5.20, seção 5.3.2 da versão 2.0 do mesmo Guia e, nas versões futuras, será mantido como um documento autônomo com referências cruzadas.

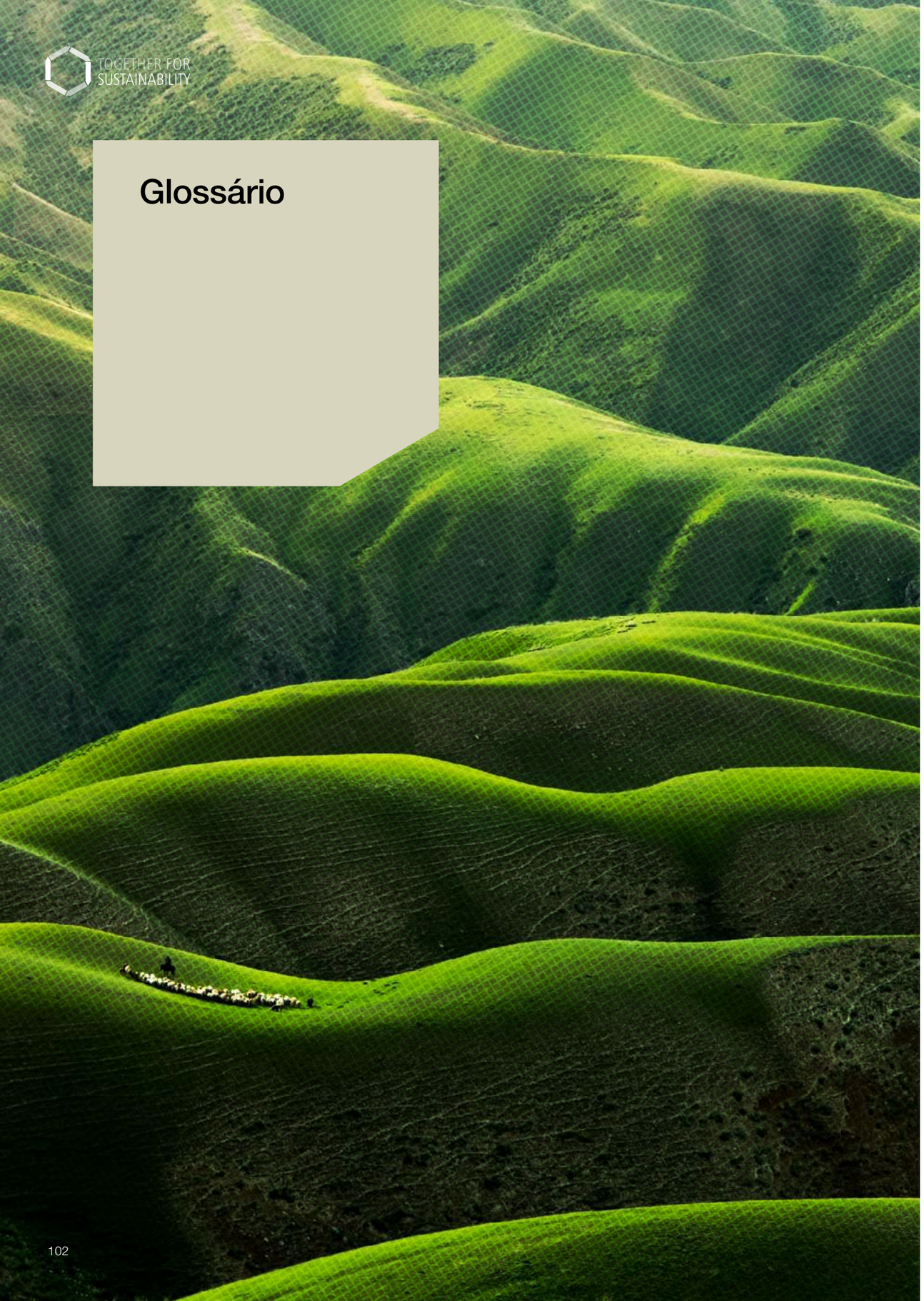
Os campos marcados como "obrigatórios" na tabela devem ser fornecidos pelos fornecedores ao divulgar os valores da PCF. Alguns campos passarão a ser obrigatórios para PCFs emitidas a partir de 2027, garantindo um período de transição para adaptação. A TfS segue recomendando fortemente que seja relatada a maior quantidade de dados possível. Caso disponíveis, informações complementares, atualmente não obrigatórias, podem ser incluídas para fornecer maior suporte.

A ISO 14067 [ISO 14067: 2018] explica os requisitos para o relato de dados, os quais estão refletidos na lista de atributos. Um estudo de PCF só será considerado conforme se atender a todos os requisitos do relatório.

A TfS utiliza a plataforma de intercâmbio de dados SiGreen. A lista de atributos de dados é divulgada em um documento separado e será atualizada de forma independente dos ciclos de atualização deste guia. O modelo de intercâmbio de dados está disponível no seguinte link: **https://www.tfs-initiative.com/pcf-guideline#tfspcfdatamodel**

Tabela 5.17: Exemplos de diferentes abordagens de empresas no relatório de dados

Exemplo de caso	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% da PCF calculada.	A PCF se mantém a mesma que a calculada.	A compensação de 50% das emissões pode ser fornecida separadamente dos resultados do inventário.
A empresa investe em créditos de emissão provenientes de uma instalação de captura e armazenamento de carbono para compensar 30% da PCF calculada.	A PCF se mantém a mesma que a calculada.	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 de energia elétrica de um determinado local, reduzindo a zero as emissões associadas à eletricidade na PCF.	A PCF é reduzida de acordo com o potencial de diminuição do consumo de eletricidade; compensações não são contabilizadas como créditos.	A compensação de emissões pode ser informada de forma independente dos dados do inventário.
A empresa captura e vende como subproduto o CO_2 gerado diretamente em uma reação química (ver Capítulo 5.2.10.4).	O impacto associado à captura de CO_2 atmosférico e sua venda como subproduto deve ser contabilizado nos resultados do inventário da PCF com base na quantidade de CO_2 capturada, podendo 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.



TOGETHER FOR SUSTAINABILITY

Glossário

Abreviaturas	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"[1]. Estes dados podem ser medidos, modelados ou calculados. Há duas categorias de dados de atividade: dados de atividade de 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. Dados sobre processos que estão além 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.
	Conteúdo 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 processo de sequestro ou absorção de emissões de GEE da atmosfera, que ocorre predominantemente quando o CO_2 é absorvido por materiais biogênicos através da 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 (CAS)	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 elétrica. 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.
CFP	Pegada de Carbono de um produto	Veja Pegada de Carbono do Produto (PCF).
CFCs	Clorofluorocarbono	Consulte a definição de Gases de Efeito Estufa.
CH_4	Metano	Consulte a definição de Gases de Efeito Estufa.
CMP	Produtos fabricados sob contrato	A fabricação sob contrato acontece quando uma empresa delega parte da produção a um terceiro para minimizar despesas.
	Do berço ao portão	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.
	Do 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

Abreviaturas	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 insumos (por exemplo, eletricidade) em um país ou região específica.
CO_2e	Dióxido de Carbono Equivalente	O dióxido de carbono equivalente, ou CO_2e, é uma métrica que converte diferentes gases de efeito estufa em uma quantidade correspondente 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 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 (ECICS)	Veja a Tabela 4.2
EEIO	Dados de entrada e saída com abordagem ambiental expandida	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 baseada em múltiplos critérios para quantificar o impacto ambiental de um produto, serviço ou empresa ao longo de seu ciclo de vida.
EoL	Fim de vida útil	O fim da vida útil retrata o fim do ciclo de vida de um produto. Nesta abordagem 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.

Abreviaturas	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: • Dióxido de carbono (CO_2) • Metano (CH_4) • Óxido nitroso (N_2O) Os gases fluorados: • Hidrofluorcarbonetos (HFC) • Perfluorcarbonetos (PFC) • Hexafluoreto de enxofre (SF_6) • Trifluoreto de nitrogênio (NF_3) A conversão para equivalentes de dióxido de carbono (CO_2) possibilita a comparação entre eles e a avaliação de suas contribuições individuais e totais para o aquecimento global.
Protocolo de GEE	Padrão do Protocolo de Gases de Efeito Estufa	Padrão Internacional para o cálculo das 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	Consulte a definição de Gases de Efeito Estufa.
HEFs	Éteres fluorados	Produto químico líquido.
HFCs	Hidrofluorcarbonetos	Consulte a definição de Gases de Efeito Estufa.
SH	Sistemas Harmonizados de Descrição e Codificação de Mercadoria	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	Desde 2005, o Sistema Internacional de Referência de Dados do Ciclo de Vida tem sido uma iniciativa do JRC e DG ENV para estabelecer diretrizes e padrões que garantam mais consistência e 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	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	
kg	Quilograma	

Abreviaturas	Termo	Definição
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].
LCI	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 do Ciclo de Vida (ACV)	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	Consulte a definição de Gases de Efeito Estufa.
N_2O	Óxido nitroso	Consulte a definição de Gases 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. Uma PCF parcial é considerada 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. Dados primários podem ser coletados por meio de leituras de medidores, registros de aquisição, faturas de serviços públicos, modelos de engenharia, monitoramento direto, balanços de materiais ou produtos, cálculos estequiométricos ou outros métodos para obtenção de informações de processos específicos na cadeia de valor da empresa.” [Path 2021:41]
PCF	Pegada de Carbono do 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 (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]
	Operador do programa	Entidades responsáveis por conduzir um programa de declaração ambiental ou um programa de comunicação de pegada ambiental. Um operador de programa pode ser uma empresa, um conjunto de empresas, um setor industrial, uma associação comercial, autoridades públicas ou agências, um corpo científico independente ou outra organização. [ISO 14027]
	Remoção	O processo de sequestro ou absorção de emissões de GEE da atmosfera, que ocorre predominantemente quando o CO_2 é absorvido por materiais biogênicos através da 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]

Abreviaturas	Termo	Definição
PFC	Perfluorcarbonetos	Consulte a definição de Gases de Efeito Estufa.
PFPE	Perfluoropoliéteres	Perfluoropoliéteres (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
SF_6	Hexafluoreto de enxofre	Consulte a definição de Gases 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 de Entrada Molecular Simplificada (SMILES)	Veja a Tabela 4.2
Transação à vista		Uma transação à vista é a venda de uma mercadoria, ativo ou direito, em que os termos estabelecem que a entrega deve ocorrer dentro do maior dos seguintes períodos: (a) 2 dias úteis de negociação; (b) o período padrão de entrega geralmente aceito no mercado para essa mercadoria, ativo ou direito.
	Expansão do sistema	Expandindo o sistema de produtos para incluir as funções adicionais relacionadas aos coprodutos. A expansão do sistema é um método utilizado para evitar a alocação de coprodutos.
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 das Nações Unidas para Produtos e Serviços (UNSPSC)	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]
	Resíduo	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.

TOGETHER FOR SUSTAINABILITY

Referências

ACLCA, (2022), Guidance for Quantifying Renewable Electricity Instruments in Environmental Product Declarations (EPDs), https://aclca.org/wp-content/uploads/2022-ACLCA-PCR-Open-Standard_Addendum_Quantifying-Renewable-Electricity-Instruments-in-EPDs_FINAL_061323.pdf, (Consultado em 12 de agosto de 2024)

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 de 2022)

BASF SE, (2021), Guideline for Product Carbon Footprint Calculations of companies

Center of Research Colutions, (2021), Residual Mix Emission Rate (2019 Data), https://www.green-e.org/2021-residual-mix (Consultado em 18 de agosto de 2022)

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

EcoTransiIT, (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 Declarations- 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.

Eurochlor, (2022), The Chlorine Alkali Process Final Report

European Commission, (2021), Final Product Environmental Footprint Category Rules and Organisation Environmental Footprint Sector Rules, https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/PEFCR_OEFSR_en.htm (Consultado em 18 de agosto de 2022)

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

European Union, (2008), European Waste Framework Directive 2008/98/EC - Directive on waste and repealing certain Directives

European Union, (2012), Guidance on the interpretation of key provisions of Directive 2008/98/EC on waste

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

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 Greenhous Gas Emissions from Purchased Goods and Services

ICCA & WBCSD, (2013), Addressing the Avoided Emission Challenge, Guidelines from the chemical industry for accounting for and reporting greenhouse gas (GHG) emissions avoided along 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-Lifecyle Assessment-Principles and Framework

ISO 14040:2006+Amd 1: 2021, (2020), Envionment Management-Lifecyle 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 14068-1:2023, (2023), Climate change management — Transition to net zero Part 1: Carbon neutrality

ISO 14083:2023, Greenhouse gases — Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations

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 Assessement

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.; Kätelhön, 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

PACT Methodology- Guidance for the Accounting and Exchanging of Product Life Cycle Emissions, WBCSD (2023),

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

The Institute of Life Cycle Assessment, (2015), Guidelines for Assessing the Contribution of Products to avoided Greenhouse Gas Emissions, Japan

WBCSD (2023), 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), Reporting Matters

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

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 (Accessed 18 August 2022)

Anexos

Propostas para o cálculo de *proxies*, caso não haja dados primários ou secundários a disposição

Exemplo: aterro sanitário

O conteúdo de carbono do material residual deve ser completamente convertido em CO_2e 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: nenhuma emissão de GEE deve ser alocada.
- Resíduos para aterro de superfície: 100% de conversão para CO_2e baseado no conteúdo de carbono.

[BASF SE (2021)]

Exemplo: Tratamento de efluentes

As emissões do tratamento de efluentes gerados durante a produção do produto A devem ser alocadas à 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 conteúdo de carbono do material residual deve ser totalmente convertido em CO_2e. Como base para esse cálculo, a carga de Carbono Orgânico Total (TOC) do processo pode ser utilizada, se disponível.

Se a carga de Carbono Orgânico Total (TOC) dos seus processos for conhecida:

- 100% de conversão para CO_2e baseado no conteúdo 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 CO_2e 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 contida é de 0,1 kg.

0,0,1 kg de CO_2e/kg de efluentes da eletricidade

0,0005 kg de CO_2e/kg de efluentes da incineração de lodo

PCF do $_{\text{Produto A}}$ = 0,0,1 kg de CO_2e/kg WWT eletricidade * 100 kg + 0,0005 kg de CO_2e/kg WWT incineração de lodo * 100 kg + 0,7 kg de CO_2e/kg WWT TOC = 0,85 kg de CO_2e/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 dos insumos kg/kg	Materiais de saída	Quantidades em kg	Quantidades em mol	Conteúdo de N em kg N/kg	Preços em Euro/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 baseada na massa	Massa em kg do 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: Rendimento/ Total de rendimentos	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	Produto: Rendimento: Valor * N em kg	Fator de alocação: Rendimento/ Total de rendimentos	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 estequio-métrica	Produto: Valor * mol	Fator de alocação: Rendimento/ Total de rendimentos	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**

TOGETHER FOR SUSTAINABILITY

tfs-initiative.com/scope-3-ghg-emissions

©Together for Sustainability, 2024