

**Bruxelas, 10 de julho de 2026
(OR. en)**

**11809/26
ADD 1**

**CLIMA 394
ENV 932
AGRI 584
FORETS 108
ENER 515
IND 481
COMPET 945
DELECT 111**

NOTA DE ENVIO

de:	Secretária-geral da Comissão Europeia, com a assinatura de Martine DEPREZ, diretora
data de receção:	10 de julho de 2026
para:	Thérèse BLANCHET, secretária-geral do Conselho da União Europeia
n.º doc. Com.:	C(2026) 4666 final - Annex
Assunto:	ANEXO do Regulamento Delegado da Comissão que completa o Regulamento (UE) 2024/3012 do Parlamento Europeu e do Conselho estabelecendo as metodologias de certificação para as atividades de carbonicultura

Envia-se em anexo, à atenção das delegações, o documento C(2026) 4666 final - Annex.

Anexo: C(2026) 4666 final - Annex



COMISSÃO
EUROPEIA

Bruxelas, 9.7.2026
C(2026) 4666 final

ANNEX

ANEXO

do

Regulamento Delegado da Comissão

**que completa o Regulamento (UE) 2024/3012 do Parlamento Europeu e do Conselho
estabelecendo as metodologias de certificação para as atividades de carbonicultura**

ANEXO

METODOLOGIAS DE CERTIFICAÇÃO A QUE SE REFEREM OS ARTIGOS 1.º, 2.º E 3.º

DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente anexo, entende-se por:

- (1) «Atividade elegível», uma atividade elegível para certificação ao abrigo do Regulamento (UE) 2024/3012;
- (2) «Prados permanentes», terras utilizadas para a produção de erva ou outras forrageiras herbáceas, naturais ou cultivadas, que não tenham sido incluídas no sistema de rotação de culturas do operador por um período de cinco anos ou mais e que, caso os Estados-Membros assim o decidam, não tenham sido lavradas, aradas ou ressemeadas com diferentes tipos de erva ou outras forrageiras herbáceas durante cinco anos ou mais;
- (3) «Solo orgânico», solo orgânico tal como definido em conformidade com as Orientações de 2006 do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (PIAC)¹ («Orientações de 2006 do PIAC») ou nos termos das definições nacionais aceites no âmbito da comunicação dos inventários de gases com efeito de estufa (GEE). Os solos que não são orgânicos são solos minerais;
- (4) «Profundidade do lençol freático», a altura da superfície freática da água em relação à superfície do solo;
- (5) «Área da atividade», a área ou áreas delimitadas no espaço em que a atividade tem lugar;
- (6) «Turfa», material do solo constituído por material vegetal parcialmente decomposto, que se acumulou em condições de hidromorfia;
- (7) «Período de certificação», o período entre uma auditoria de recertificação e a auditoria de certificação ou auditoria de recertificação precedente mais recente;
- (8) «Renovação», o início de um novo período de atividade e a prorrogação do período de monitorização em curso;
- (9) «Tempo de desaparecimento da turfa», o período durante o qual a camada total de turfa desapareceria na ausência da atividade;
- (10) «Estrato», uma área que apresenta condições biofísicas homogéneas, como o clima e o tipo de solo, e um historial de gestão;
- (11) «Calibração», um processo que envolve o ajustamento de parâmetros e constantes num modelo, de modo a prever com maior precisão os valores medidos;

¹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, volume 4 «Agriculture, Forestry and Other Land Use», capítulo 3, «Default climate and soil classifications», anexo 3A.5.

- (12) «Validação», o processo de avaliação do desempenho de um modelo no que diz respeito aos valores medidos, demonstrando o seu desempenho satisfatório em termos de adequação e caracterização do erro de predição do modelo.

1. DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE DE CARBONICULTURA

1.1. Critérios de elegibilidade

1.1.1. Agricultura e agrossilvicultura em solos minerais

1.1.1.1. Atividade elegível

A atividade elegível deve ser realizada em solos minerais agrícolas (terras cultivadas e pastagens) e abranger uma ou mais práticas da seguinte lista não exaustiva:

- (a) Práticas agrícolas que aumentem as remoções líquidas de carbono nos solos ou reduzam as emissões líquidas de CO₂ dos solos, tais como:
 - i) uma melhor gestão das culturas que aumente a cobertura do solo e/ou que aumente a incorporação de carbono no solo, como as culturas de cobertura, as rotações de culturas e a retenção de resíduos de culturas,
 - ii) práticas de mobilização de conservação que reduzam as perturbações do solo,
 - iii) conversão de terras cultivadas em pastagens,
 - iv) melhoria da gestão das pastagens, como o pastoreio rotativo ou os prados mistos,
 - v) utilização de corretivos orgânicos dos solos² ou adubos orgânicos³;
- (b) Práticas agroflorestais que aumentem as remoções líquidas de carbono na biomassa viva, tais como:
 - i) plantação de árvores no interior de parcelas, como a silvopastorícia ou a agrossilvicultura,
 - ii) plantação de elementos lenhosos entre parcelas, tais como sebes ou outros elementos paisagísticos,
 - iii) novas culturas lenhosas perenes;
- (c) Práticas agrícolas e de agrossilvicultura que reduzam as emissões diretas e indiretas de N₂O provenientes de solos agrícolas geridos, tais como:
 - i) fertilização de precisão,
 - ii) substituição de adubos minerais azotados pelo cultivo de leguminosas ou pela utilização de corretivos do solo ou bioestimulantes para plantas⁴,
 - iii) alteração do tipo de produtos fertilizantes,
 - iv) utilização de inibidores da nitrificação, da desnitrificação ou da urease.

Podem ser combinadas várias práticas dentro da área de atividade.

² Em consonância com as Categorias Funcionais do Produto enumeradas na parte I, ponto 3, do anexo I do Regulamento (UE) 2019/1009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de junho de 2019, que estabelece regras relativas à disponibilização no mercado de produtos fertilizantes UE e que altera os Regulamentos (CE) n.º 1069/2009 e (CE) n.º 1107/2009 e revoga o Regulamento (CE) n.º 2003/2003 (JO L 170 de 25.6.2019, p. 1, ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj>).

³ Em consonância com as Categorias Funcionais do Produto enumeradas na parte I, ponto 1, ponto A, do anexo I do Regulamento (UE) 2019/1009.

⁴ Em consonância com as Categorias Funcionais do Produto enumeradas na parte I, ponto 6, do anexo I do Regulamento (UE) 2019/1009.

1.1.1.2. Requisitos de elegibilidade

Aplicam-se os seguintes requisitos de elegibilidade:

- (a) A atividade não deve resultar na remoção de árvores existentes ou de outros elementos lenhosos;
- (b) A atividade não pode ter lugar em terras nas quais o lençol freático tenha sido artificialmente reduzido por meio de novos sistemas de drenagem após 1 de janeiro de 2023;
- (c) As práticas de mobilização de conservação a que se refere o ponto 1.1.1.1, alínea a), subalínea ii), só são elegíveis se combinadas com práticas ao longo da rotação que aumentem a incorporação de carbono nos solos;
- (d) A conversão de terras cultivadas em pastagens a que se refere o ponto 1.1.1.1, alínea a), subalínea iii), e a melhoria da gestão das pastagens a que se refere o ponto 1.1.1.1, alínea a), subalínea iv), não podem ser efetuadas em terras nas quais os prados permanentes tenham sido convertidos em terras cultivadas após 1 de janeiro de 2023;
- (e) As práticas referidas no ponto 1.1.1.1, alínea a), subalínea v), só são elegíveis se combinadas com as práticas de melhoria da gestão das culturas para além da rotação a que se refere o ponto 1.1.1.1, alínea a), subalínea i);
- (f) No que diz respeito às práticas a que se refere o ponto 1.1.1.1, alínea a), subalínea v), o biocarvão só pode ser aplicado se a abordagem de quantificação permitir excluir a fração permanente de carbono no biocarvão⁵ da quantificação das reservas de carbono orgânico do solo;
- (g) As práticas referidas no ponto 1.1.1.1, alínea b), não podem ter lugar em terras onde os sistemas agroflorestais existentes tenham sido removidos após 1 de janeiro de 2023, exceto se tal tiver ocorrido para efeitos de controlo de incêndios, pragas ou devido a eventos de desenraizamento pelo vento;
- (h) As práticas referidas no ponto 1.1.1.1, alínea c), só são elegíveis se complementarem as práticas referidas na alínea a) ou na alínea b) do referido ponto e tiverem por objetivo melhorar a eficiência da utilização do azoto na produção vegetal, ou seja, o rácio entre o azoto removido pela cultura colhida e o azoto aplicado ao solo, e manter os níveis de produção das culturas na área de atividade;
- (i) A atividade deve manter zonas-tampão ripícolas, tais como florestas ripícolas, faixas de proteção, prados ou pastagens, ao longo de efluentes na área de atividade, em conformidade com a Diretiva 2009/128/CE do Parlamento Europeu e do Conselho⁶.

Para efeitos das práticas referidas no ponto 1.1.1.1, alínea b), as práticas de gestão devem ser realizadas de forma a minimizar os impactos negativos na qualidade e saúde do solo. As espécies de árvores inadequadas em resultado da avaliação dos riscos efetuada nos termos do ponto 4.1.2 não são elegíveis. Para efeitos das práticas referidas no ponto 1.1.1.1, alínea b), subalínea iii), deve ser efetuada, pelo menos, uma das práticas agrícolas enumeradas na alínea a).

⁵ Abrangido pelo âmbito de aplicação do Regulamento Delegado (UE) 2026/285 da Comissão que completa o Regulamento (UE) 2024/3012 do Parlamento Europeu e do Conselho estabelecendo as metodologias de certificação para as atividades de remoções permanentes de carbono.

⁶ Diretiva 2009/128/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de outubro de 2009, que estabelece um quadro de ação a nível comunitário para uma utilização sustentável dos pesticidas (JO L 309 de 24.11.2009, p. 71, ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/128/oj>).

1.1.2. Reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos

1.1.2.1. Atividade elegível

A atividade elegível deve resultar numa subida do lençol freático em solos orgânicos e turfeiras e pode abranger as seguintes práticas:

- (a) Bloqueio, represamento, enchimento ou remoção de estruturas de drenagem;
- (b) Redução ou impedimento da extração de água, incluindo na área de drenagem mineral e nas águas subterrâneas, e criação ou facilitação de estruturas à superfície que dificultem o escoamento superficial das águas pluviais.

As práticas referidas no primeiro parágrafo podem ser combinadas com:

- (a) O restabelecimento ativo da vegetação que forma a turfa e a remoção superficial da camada superior degradada ou da vegetação atípica;
- (b) A aplicação da paludicultura.

1.1.2.2. Requisitos de elegibilidade

Aplicam-se os seguintes requisitos de elegibilidade:

- (a) A atividade não pode ter lugar em terras nas quais o lençol freático tenha sido artificialmente reduzido por meio de novos sistemas de drenagem após 1 de janeiro de 2023;
- (b) Os solos minerais podem ser incluídos na área de atividade se as alterações nas emissões nesses solos em resultado da atividade forem contabilizadas;
- (c) Não deve ser efetuada qualquer extração de turfa na área de atividade;
- (d) A atividade deve incluir práticas destinadas a atenuar quaisquer riscos⁷ para a sua viabilidade, em conformidade com os requisitos nacionais ou subnacionais, se for caso disso;
- (e) No que diz respeito à paludicultura a que se refere o ponto 1.1.2.1, segundo parágrafo, alínea b), aplica-se o seguinte:
 - (a) a perturbação do solo deve ser minimizada aquando da sementeira, gestão ou colheita, em conformidade com as melhores práticas disponíveis,
 - (b) a biomassa subterrânea não deve ser colhida e os musgos só podem ser colhidos em locais onde sejam ativamente cultivados.

1.1.3. Florestação

1.1.3.1. Atividade elegível

A atividade elegível deve resultar na florestação de:

- (a) Pastagens;
- (b) Terras cultivadas;

⁷ Como o aumento dos níveis de humidade através do aumento do coberto vegetal ou a redução da extração de água na bacia hidrográfica. Os sistemas de certificação podem fornecer orientações suplementares sobre estas práticas de atenuação dos riscos.

- (c) Terras em que, nos 20 anos anteriores ao início do período de atividade, o coberto florestal combinado das árvores esparsas existentes era inferior a 10 % da área da atividade.

A atividade pode incluir a plantação direta e a sementeira, bem como práticas que permitam ou facilitem a regeneração natural.

1.1.3.2. Requisitos de elegibilidade

Aplicam-se os seguintes requisitos de elegibilidade:

- (a) A florestação em pastagens a que se refere o ponto 1.1.3.1, alínea a), e a florestação em terras cultivadas a que se refere o ponto 1.1.3.1, alínea b), não podem ter lugar em terras em que o coberto florestal combinado das árvores esparsas existentes tenha sido superior a 10 % da área de atividade após 1 de janeiro de 2023;
- (b) A atividade não deve resultar na remoção de árvores ou de outros elementos lenhosos existentes, exceto se estes estiverem incluídos na lista de espécies exóticas invasoras que suscitem preocupação na União nos termos do Regulamento de Execução (UE) 2016/1141 da Comissão⁸ ou se a sua remoção for necessária para limitar a propagação de agentes patogénicos;
- (c) A superfície mínima da área de atividade é de 0,5 ha;
- (d) A atividade só pode ter lugar em turfeiras se estas estiverem sujeitas a reumidificação;
- (e) Em solos orgânicos que não turfeiras, a atividade não deve resultar no abaixamento do lençol freático nem em qualquer forma de degradação do solo;
- (f) A atividade deve refletir a composição das espécies típica das condições naturais locais determinadas pelas condições pedológicas, hidrológicas e climáticas e por fatores locais específicos, como a exposição ao vento;
- (g) A composição mista de espécies deve ser a abordagem habitual, podendo ser utilizada uma única espécie nos casos em que tal reflita a composição natural das espécies e esta seja a espécie mais adequada adaptada às condições climáticas e pedológicas;
- (h) Com exceção da regeneração natural, a densidade de plantação ao longo de todo o período de atividade deve estar em consonância com as densidades de plantação ou com requisitos equivalentes aplicáveis no Estado-Membro em que a atividade é executada;
- (i) As práticas de gestão devem ser realizadas de forma a minimizar os impactos negativos na qualidade do solo e na saúde do solo. Em especial:
 - i) a mobilização do solo só é permitida para efeitos de preparação do local e plantação/sementeira, quer no início da atividade, quer se forem plantadas árvores em fases posteriores para recuperar as perdas resultantes de falhas ou da colheita,

⁸ Regulamento de Execução (UE) 2016/1141 da Comissão, de 13 de julho de 2016, que adota uma lista de espécies exóticas invasoras que suscitem preocupação na União em conformidade com o Regulamento (UE) n.º 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho (JO L 189 de 14.7.2016, p. 4, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2016/1141/oj).

- ii) nas terras cultivadas, deve ser dada preferência à mobilização do solo que não exceda 15 cm de profundidade, embora, sempre que tal seja necessário para garantir o bom estabelecimento das árvores plantadas, ser possa ser efetuada uma mobilização do solo até 30 cm de profundidade,
- iii) nos prados permanentes, não se efetua mobilização do solo,
- iv) o corte da erva só é permitido na medida e durante o período necessários para proporcionar espaço de crescimento às árvores e para efeitos de prevenção de incêndios.

Para efeitos do primeiro parágrafo, alínea f), as espécies de árvores inadequadas em resultado da avaliação dos riscos efetuada em conformidade com o ponto 4.1.2 não são elegíveis, exceto no caso das espécies para as quais o êxito histórico ou experimental, bem como a potencial adequação futura na região, sejam demonstrados no plano de atividades referido no ponto 1.3.1. As espécies não autóctones não podem ser utilizadas, exceto se for demonstrado que as espécies autóctones e as suas proveniências deixaram de estar adaptadas às condições climáticas e pedo-hidrológicas previstas para a área de atividade e que a seleção das espécies não autóctones, incluindo o seu material florestal de reprodução, não prejudica as condições do ecossistema.

Para efeitos do primeiro parágrafo, alínea g), se as condições de cultivo iniciais tiverem melhorado, os operadores devem introduzir espécies adicionais, nomeadamente através do estabelecimento natural, que devem estar sujeitas às condições estabelecidas no primeiro parágrafo, alínea f).

Se o disposto no primeiro parágrafo, alínea i), subalínea iii), não puder ser cumprido devido às condições pedológicas locais, pode ser efetuada uma mobilização do solo até 30 cm de profundidade, devendo a justificação pertinente ser incluída no plano de atividades.

1.2. Período de atividade e período de monitorização

1.2.1. Agricultura e agrossilvicultura em solos minerais

1.2.1.1. Período de atividade

A duração do período de atividade deve ser:

- (a) Em relação às práticas referidas no ponto 1.1.1.1, alíneas a) e c): cinco anos, renováveis até três vezes por períodos de igual duração;
- (b) Em relação às práticas referidas no ponto 1.1.1.1, alínea b): 15 anos, renovável uma vez por um período de igual duração.

No momento da apresentação do plano de atividades referido no ponto 1.3.1, os operadores ou grupos de operadores podem já comprometer-se com um período de atividade global de, no máximo, 20 anos para as práticas referidas no ponto 1.1.1.1, alíneas a) e c), ou de, no máximo, 30 anos para as práticas referidas no ponto 1.1.1.1, alínea b).

1.2.1.2. Período de monitorização

O período de monitorização tem início ao mesmo tempo que o primeiro período de atividade e termina:

- (a) No caso das práticas que aumentam as remoções líquidas de carbono nos solos ou na biomassa viva a que se refere o ponto 1.1.1.1, alíneas a) e b): cinco anos mais tarde do que o primeiro período de atividade ou, em caso de renovação, cinco anos mais tarde do que o novo período de atividade;

- (b) No caso das práticas que reduzem as emissões líquidas de CO₂ dos solos ou que reduzem as emissões diretas e indiretas de N₂O dos solos agrícolas geridos, tal como referido no ponto 1.1.1.1, alíneas a) e c): ao mesmo tempo que o período de atividade.

Os operadores ou grupos de operadores podem comprometer-se com um período de monitorização mais longo no momento da apresentação do plano de atividades inicial ou revisto.

1.2.2. Reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos

1.2.2.1. Período de atividade

A duração do período de atividade deve ser de, pelo menos, 10 anos. A sua duração máxima deve ser de 30 anos ou o tempo de desaparecimento da turfa identificado em toda a área de atividade na ausência da atividade, consoante o que for menor. O período de atividade pode ser renovado até à mesma duração máxima global. A taxa de desaparecimento da turfa deve ser:

- (a) 1,0 cm por ano em turfeiras com condições ácidas e pobres em nutrientes, recebendo principalmente água da precipitação, como pântanos turfosos;
- (b) 1,5 cm por ano em turfeiras ricas em nutrientes alimentadas por águas subterrâneas ou águas de superfície, como pântanos.

Estes valores devem ser aumentados em caso de erosão da turfa pela ação da água, do vento ou do gelo e podem ser reduzidos se os operadores ou grupos de operadores demonstrarem, com uma fundamentação científica, que a taxa é inferior, por exemplo, em turfeiras pouco drenadas ou turfeiras menos ricas em nutrientes nas zonas climáticas do norte.

A determinação das taxas de desaparecimento de turfa pertinentes deve ser apoiada por informações fiáveis e verificáveis baseadas em conjuntos de dados pertinentes ou por literatura científica relativa à área de atividade ou a regiões comparáveis.

A área de atividade deve ser estratificada com base em profundidades de turfa e tempos de desaparecimento da turfa comparáveis antes do início do período de atividade.

As medições da profundidade da turfa são efetuadas num *raster* sistemático ou aleatoriamente estratificado ou em transecções com cobertura e espaçamento adequados, a fim de permitir uma determinação adequada e abrangente das profundidades de turfa pertinentes em toda a área de atividade.

No caso de diferenças relevantes na altura da superfície, como em antigos locais de extração de turfa, a seleção dos pontos de medição da profundidade da turfa deve ser orientada por um modelo de elevação digital de alta resolução da área de atividade.

As medições da profundidade da turfa devem ser carotadas até uma profundidade máxima de 50 cm. A carotagem deve seguir protocolos científicos normalizados e o método de eleição deve ser justificado no plano de atividades.

Durante os primeiros cinco anos da atividade, ou a ausência de um pico de emissões de metano é plausível com base na vegetação e na profundidade do lençol freático monitorizados, ou deduz-se anualmente 10 toneladas de equivalente CO₂ por hectare do acréscimo líquido de redução das emissões dos solos. Nos casos referidos no ponto 3.2.1, terceiro parágrafo, alíneas a) e b), não é exigida a plausibilidade da ausência de um pico de metano nem a dedução de 10 toneladas de CO₂ equivalente por hectare se a atividade tiver tido início, pelo menos, cinco anos antes do operador se ter candidatado a um regime de

certificação ou de ter aderido a um grupo operadores, ou pelo menos cinco anos antes do reconhecimento do sistema de certificação ao abrigo do qual o operador é certificado.

1.2.2.2. Período de monitorização

O período de monitorização tem início e termina ao mesmo tempo que o período de atividade. Em caso de renovação, o período de monitorização prorrogado termina ao mesmo tempo que o novo período de atividade.

1.2.3. Florestação

1.2.3.1. Período de atividade

A duração mínima do período de atividade é de 35 anos.

Não é permitida qualquer renovação.

1.2.3.2. Período de monitorização

O período de monitorização tem início ao mesmo tempo que o período de atividade e a sua duração é de, pelo menos, 40 anos.

Os operadores ou grupos de operadores podem comprometer-se com um período de monitorização mais longo no momento da apresentação do plano de atividades inicial ou revisto.

1.3. Planos e relatórios

1.3.1. Plano de atividades

O plano de atividades deve incluir:

- (a) Informações gerais:
 - i) propriedade legal e informações de contacto,
 - ii) limites georreferenciados da atividade, incluindo, se aplicável, códigos do sistema integrado de gestão e de controlo ou do sistema de identificação das parcelas agrícolas (SIPA) nacionais, e dimensão prevista da área da atividade,
 - iii) duração do período de atividade, incluindo data de início,
 - iv) as informações a que se refere o artigo 8.º, n.º 1, do Regulamento de Execução (UE) 2025/2358 da Comissão⁹;
- (b) No que diz respeito aos requisitos de elegibilidade:
 - i) descrição das práticas previstas,
 - ii) provas da utilização anterior do solo, com base em fontes como o SIPA, medições recentes ou dados de teledeteção;
- (c) No que diz respeito ao critério de quantificação:
 - i) o valor de referência estimado, incluindo os pressupostos utilizados para o calcular, discriminado por remoções de carbono, emissões dos solos e outras emissões de GEE associadas à atividade,

⁹ Regulamento de Execução (UE) 2025/2358 da Comissão, de 20 de novembro de 2025, que estabelece regras aplicáveis aos sistemas de certificação, aos organismos de certificação e às auditorias ao abrigo do Regulamento (UE) 2024/3012 do Parlamento Europeu e do Conselho (JO L, 2025/2358, 21.11.2025, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2025/2358/oj).

- ii) a estimativa das remoções de carbono e/ou emissões dos solos e de outros gases de estufa que serão geradas pela atividade, discriminadas por remoções totais de carbono, o total das emissões dos solos, e outras emissões de GEE associadas à atividade;
- (d) No que diz respeito ao critério do caráter adicional:
 - i) ensaio regulamentar,
 - ii) critério do efeito de incentivo,
 - iii) teste da viabilidade financeira;
- (e) No que diz respeito ao critério de armazenamento, monitorização e responsabilidade:
 - (a) avaliação dos riscos de inversão,
 - (b) práticas propostas para atenuar os riscos de inversão,
 - iii) mecanismo de responsabilidade escolhido;
- (f) No que diz respeito ao critério de sustentabilidade:
 - i) descrição de como a atividade cumpre os requisitos mínimos de sustentabilidade a que se refere o ponto 5.1,
 - ii) uma descrição de como a atividade cumpre a obrigação de gerar benefícios conexos para a proteção e o restauro da biodiversidade e dos ecossistemas, incluindo a saúde dos solos e a prevenção da degradação dos solos,
 - iii) se for caso disso, outros benefícios conexos esperados em matéria de sustentabilidade;
- (g) Um plano de monitorização conforme especificado no ponto 1.3.2.

1.3.2. Plano de monitorização

O plano de monitorização deve consistir em documentação pormenorizada, completa e transparente sobre a forma como os operadores ou grupos de operadores planeiam monitorizar a atividade. Os sistemas de certificação podem fornecer orientações suplementares que especifiquem os elementos a incluir para cada tipo de atividade, requisitos de medição mais frequente e/ou requisitos mais pormenorizados em matéria de garantia da qualidade.

O plano de monitorização deve incluir o seguinte:

- (a) Uma descrição dos reservatórios de carbono e das fontes de emissão aplicáveis à atividade a que se referem os quadros 1 e 2 que serão utilizados para a quantificação e, para cada um deles, a abordagem de quantificação e de monitorização escolhida e a frequência da monitorização;
- (b) A documentação pertinente enumerada nos pontos 2.4.1.3, 2.4.2.3, 2.4.3.3 e 2.4.4.3;
- (c) Uma descrição da forma como os potenciais eventos de inversão serão monitorizados e como as inversões, caso ocorram, serão quantificadas ao longo de todo o período de monitorização;
- (d) Uma descrição da abordagem para monitorizar outros benefícios conexos em matéria de sustentabilidade a que se refere o ponto 5.3, se for caso disso.

1.3.3. Plano de atividades revisto

Os operadores ou grupos de operadores devem apresentar ao organismo de certificação um plano de atividades revisto nos seguintes casos:

a) Alterações de qualquer um dos elementos enumerados nos pontos 1.3.1 e 1.3.2, que justifiquem a necessidade de reconfirmar a conformidade da atividade com a metodologia aplicável; e/ou

b) Renovação da atividade.

As outras alterações devem ser descritas apenas no relatório de monitorização.

No caso da alínea b) acima, o plano de atividades revisto deve incluir, pelo menos, informações atualizadas sobre:

- (a) a data de início a que se refere o ponto 1.3.1, alínea a), subalínea iii),
- (b) o valor de referência estimado e a estimativa das remoções de carbono e/ou emissões dos solos e de outros gases de estufa que serão geradas pela atividade durante o novo período de atividade, tal como referido no ponto 1.3.1, alínea c), com base em pressupostos e parâmetros atualizados,
- (c) o teste da viabilidade financeira a que se refere o ponto 1.3.1, alínea d), subalínea iii), tendo em conta os custos e as receitas que ocorrem durante o período de monitorização prorrogado,
- (d) a avaliação dos riscos a que se refere o ponto 1.3.1, alínea e), subalínea i).

O plano de atividades revisto deve descrever a natureza, a fundamentação e os impactos das alterações.

1.3.4. Relatório de monitorização

Antes de cada auditoria de recertificação, os operadores ou grupos de operadores devem apresentar ao organismo de certificação um relatório de monitorização que inclua as informações especificadas no ponto 1.3.4.1.

Antes de cada auditoria de monitorização, os operadores ou grupos de operadores devem apresentar ao organismo de certificação um relatório de monitorização que inclua as informações especificadas no ponto 1.3.4.2.

Os operadores ou grupos de operadores devem obter, registar, compilar, analisar, documentar e arquivar os dados relativos à monitorização, nomeadamente pressupostos, referências, dados da atividade e fatores de cálculo, de uma forma transparente e que permita verificar o desempenho alcançado durante o período de certificação, quando tal lhes for solicitado, e comunicar estas informações aos organismos ou sistemas de certificação.

Os sistemas de certificação devem fornecer orientações adicionais sobre a apresentação tardia ou incompleta do relatório de monitorização ou sobre documentos adicionais a apresentar para efeitos de recertificação e auditorias de monitorização.

Os sistemas de certificação devem permitir a partilha anonimizada de dados de monitorização com a Comissão, a pedido das autoridades nacionais competentes ou da Comissão.

1.3.4.1. Relatório de monitorização antes das auditorias de recertificação

Para efeitos das auditorias de recertificação, o relatório de monitorização deve incluir:

- (a) As informações enumeradas no Quadro 1 e no Quadro 2, se for caso disso;

Quadro 1

Reservatórios de carbono decorrentes do uso do solo, da	GEE	Unidade de dados	Descrição	Aplicável a

alteração do uso do solo e das florestas e fontes de emissões decorrentes do uso do solo, da alteração do uso do solo e das florestas				
Biomassa viva	CO ₂	tonela das de equiva lente CO ₂	Quantidade do total de remoções líquidas	Agricultura e agrossilvicultura em solos minerais, florestação
			Quantidade do total de emissões líquidas	Reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos
Solos minerais	CO ₂	tonela das de equiva lente CO ₂	Quantidade do total de remoções líquidas	Agricultura e agrossilvicultura em solos minerais, florestação
			Quantidade do total de emissões líquidas	Agricultura e agrossilvicultura em solos minerais, reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos, florestação
Solos orgânicos	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	tonela das de equiva lente CO ₂	Quantidade do total de emissões líquidas	Reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos
Emissões diretas e indiretas de N ₂ O provenientes de solos não agrícolas geridos	N ₂ O	tonela das de equiva lente CO ₂	Quantidade do total de emissões líquidas	Reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos, florestação

Quadro 2

Fontes de emissões não decorrentes do uso do solo, da alteração do uso do solo e das florestas	GEE	Unida de de dados	Descrição	Aplicável a
Solos agrícolas geridos	N ₂ O	tonela das de equiva lente CO ₂	Quantidade do total de emissões	Agricultura e agrossilvicultura em solos minerais
Calagem	CO ₂	tonela das de equiva lente	Quantidade do total de emissões	Agricultura e agrossilvicultura em solos minerais, reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos

		CO ₂		
Aplicação de ureia	CO ₂	tonela das de equiva lente CO ₂	Quantidade do total de emissões	Agricultura e agrossilvicultura em solos minerais, reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos
Combustão de combustíveis	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	tonela das de equiva lente CO ₂	Quantidade do total de emissões	Agricultura e agrossilvicultura em solos minerais, reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos, florestação

- (b) Informações sobre a utilização das abordagens de quantificação e monitorização pertinentes estabelecidas nos pontos 2.4.1.2, 2.4.2.2, 2.4.3.2 e 2.4.4.2, e as respetivas incertezas estimadas;
- (c) Informações para verificar a conformidade com os testes relativos ao caráter adicional estabelecidos no ponto 3;
- (d) Demonstração de que não ocorreu qualquer inversão ou informações sobre qualquer inversão ocorrida, a que se refere o ponto 1.3.4.2, segundo parágrafo;
- (e) Informações para verificar a conformidade com os requisitos pertinentes em matéria de sustentabilidade estabelecidos no ponto 5.

Para efeitos da demonstração referida na alínea d), os operadores de florestação e de agrossilvicultura podem utilizar ortoimagens aéreas ou espaciais. No caso dos solos minerais agrícolas, a ausência de uma inversão evitável deve ser demonstrada através de provas da continuação da atividade.

O relatório de monitorização deve incluir as informações referidas nas alíneas c) e e) apenas de cinco em cinco anos.

1.3.4.2. Relatório de monitorização antes das auditorias de monitorização

Para efeitos das auditorias de monitorização, os operadores ou grupos de operadores devem apresentar o relatório de monitorização, pelo menos, de cinco em cinco anos e no prazo de um ano após terem tomado conhecimento de um evento que resulte numa inversão, incluindo a demonstração de que não ocorreu qualquer inversão ou informações sobre qualquer inversão ocorrida.

Caso tenha ocorrido inversão, o relatório de monitorização deve:

- (a) Incluir uma descrição da abordagem de monitorização utilizada;
- (b) Identificar a localização do evento num formato de vetor geoespacial, como o shapefile, a Keyhole Markup Language ou formatos semelhantes, como um ou mais polígonos, ou especificando as coordenadas da fronteira geográfica utilizando um sistema de coordenadas normalizado, como o ETRS89 ou o WGS84;
- (c) Incluir uma descrição e dados pertinentes relacionados com o evento de inversão observado e classificar o evento como evitável ou inevitável;
- (d) Quantificar o volume da inversão utilizando as regras de quantificação estabelecidas no ponto 2 ou, se tal não for possível devido à natureza do evento de inversão, produzir uma estimativa prudente da mesma e demonstrar por que razão a estimativa é prudente;

- (e) Descrever as medidas tomadas para pôr termo à inversão e para evitar ou minimizar a ocorrência de eventos semelhantes no futuro.

2. QUANTIFICAÇÃO DO VALOR DE REFERÊNCIA, DAS REMOÇÕES TOTAIS DE CARBONO, DAS EMISSÕES DOS SOLOS DECORRENTES DO USO DO SOLO, DA ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO E DAS FLORESTAS, DOS GEE ASSOCIADOS E DO FATOR DE DEDUÇÃO DA INCERTEZA

2.1. Âmbito

O acréscimo líquido de remoção temporária de carbono e o acréscimo líquido de redução das emissões dos solos devem ser quantificados de acordo com as equações (1) e (2).

$$\text{Acréscimo líquido de remoção temporária de carbono} = (RC_{\text{valor de referência}} - RC_{\text{atividade}}) \times (1 - INC) - GEE_{\text{associados}} \quad \text{equação (1)}$$

$$\begin{aligned} \text{Acréscimo líquido de redução das emissões dos solos} \\ = (ESL_{\text{valor de referência}} - ESL_{\text{atividade}} + ESA_{\text{valor de referência}} - ESA_{\text{atividade}}) \times (1 - INC) - GEE_{\text{associados}} \end{aligned} \quad \text{equação (2)}$$

Em que:

valor de referência (subscrito) = a quantidade correspondente à ausência da atividade («cenário de referência»)

atividade (subscrito) = a quantidade correspondente à execução da atividade («cenário da atividade»)

INC = o fator que representa a incerteza ao nível do grupo de operadores que deve ser deduzido para obter uma estimativa prudente das remoções totais de carbono ou das reduções de emissões («fator de dedução da incerteza»).

Se, num período de certificação, o resultado da equação (1) ou (2) for negativo apesar de um aumento das remoções de carbono ou de uma redução das emissões dos solos, esse acréscimo negativo deve ser registado como défice de créditos e subtraído da equação (1) ou (2) no período de certificação seguinte.

O Quadro 3 mostra a correspondência entre os termos das equações (1) e (2) e os reservatórios de carbono do uso do solo, alteração do uso do solo e florestas e as fontes de emissões de GEE definidos nas Orientações de 2006 do PIAC.

Quadro 3

Termo	Reservatório de carbono ou fonte de emissões de GEE do PIAC	GEE
RC (remoções líquidas de carbono)	Biomassa viva	CO ₂
	Carbono orgânico do solo (COS) em solos minerais	CO ₂
ESL (emissões líquidas dos solos)	Carbono orgânico do solo (COS) em solos minerais	CO ₂ , N ₂ O

decorrentes do uso do solo, alteração do uso do solo e florestas)	Carbono orgânico do solo (COS) em solos orgânicos	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
ESA (emissões de solos agrícolas)	Emissões diretas e indiretas de N ₂ O provenientes de solos agrícolas geridos	N ₂ O
GEE_{associados}	Biomassa viva em árvores e arbustos (caules, ramos e raízes)	CO ₂
	Emissões diretas e indiretas de N ₂ O provenientes de solos agrícolas geridos	N ₂ O
	Calagem e aplicação de ureia	CO ₂
	Combustão de combustíveis	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O

Se as emissões diretas e indiretas de óxido nitroso (N₂O) provenientes de solos agrícolas geridos¹⁰ forem inferiores às do cenário de referência, essas emissões devem ser contabilizadas na equação (2) sob o termo ESA. Se forem superiores às do cenário de referência, essas emissões devem ser contabilizadas nas equações (1) ou (2) como GEE_{associados}.

As alterações nas reservas de carbono no solo (RC em solos minerais), nas emissões de solos orgânicos e minerais (ESL) e nas emissões de N₂O (ESA) devem ser quantificadas separadamente para cada estrato de terreno e somadas em todos os estratos de terreno, a fim de obter a alteração total das reservas de carbono e as alterações nas emissões do solo na área da atividade. Além disso, as alterações nas reservas de carbono no solo ou nas emissões do solo podem ser quantificadas para outras áreas sob o controle operacional do operador.

Se, no contexto das atividades de florestação, os operadores efetuarem mobilização do solo em prados permanentes, deve deduzir-se do acréscimo líquido de remoção temporária de carbono correspondente ao período de certificação durante o qual ocorre a mobilização de solo, a perda de 12 %¹¹ das reservas de carbono do solo existentes, com base em amostras de solo ou no estado de referência predefinido pertinente para as reservas de carbono orgânico do solo para solos minerais, nos termos da revisão de 2019 das Orientações de 2006 do PIAC¹².

Se as atividades agrícolas e agroflorestais em solos minerais gerarem remoções de carbono e reduções das emissões dos solos, os GEE_{associados} são subtraídos tanto do acréscimo líquido de remoção temporária de carbono como do acréscimo líquido de redução das emissões dos solos após aplicação de um fator de ponderação. O fator de ponderação corresponde às dimensões relativas do acréscimo bruto de remoção temporária de carbono e do acréscimo bruto de

¹⁰ Estas emissões são comunicadas nos inventários de GEE da categoria «Agricultura», em conformidade com as Orientações de 2006 do PIAC. As emissões indiretas de N₂O são as emissões resultantes da deposição atmosférica e da lixiviação e escoamento de azoto.

¹¹ Com base nos fatores de alteração relativa das reservas para a gestão das pastagens constantes do capítulo 6, volume 4, quadro 6.2, das Orientações de 2019 do PIAC. O quadro 6.2 indica que a transição de prados melhorados para solos geridos nominalmente implica uma perda de carbono de 1,14 a 1, o que representa uma perda de -12 %.

¹² COSref para solos minerais constante do volume 4, capítulo 2, quadro 2.3.

redução das emissões dos solos, entendendo-se por «bruto» antes da subtração dos GEE_{associados}.

Se forem comunicadas emissões de CO₂ provenientes dos solos orgânicos, a estimativa deve incluir as emissões fora do local, como o carbono orgânico particulado, o carbono orgânico dissolvido e o carbono inorgânico dissolvido.

2.1.1. Agricultura e agrossilvicultura em solos minerais

O âmbito da metodologia de certificação para a agricultura e a agrossilvicultura em solos minerais abrange:

- (a) Remoções de carbono em solos minerais e, em caso de práticas agroflorestais, na biomassa viva;
- (b) Emissões dos solos decorrentes do uso do solo, da alteração do uso do solo e das florestas em solos minerais;
- (c) Emissões dos solos agrícolas provenientes de solos agrícolas geridos;
- (d) GEE_{associados}, concretamente um aumento das:
 - i) emissões diretas e indiretas de N₂O provenientes de solos agrícolas geridos,
 - ii) emissões de CO₂ provenientes da calagem ou da aplicação de ureia,
 - iii) emissões de combustão de combustíveis provenientes de operações no terreno ou do transporte para a área da atividade,em comparação com o mesmo tipo de emissões no cenário de referência, tal como referido no ponto 2.3.1.

2.1.2. Reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos

O âmbito da metodologia de certificação para a reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos abrange:

- (a) Emissões dos solos decorrentes do uso do solo, da alteração do uso do solo e das florestas em solos orgânicos;
- (b) Emissões dos solos agrícolas provenientes de solos agrícolas geridos, se aplicável (facultativo);
- (c) GEE_{associados}, concretamente um aumento das:
 - i) emissões de CO₂ provenientes da biomassa viva, se aplicável,
 - ii) emissões diretas e indiretas de N₂O provenientes de solos agrícolas geridos,
 - iii) emissões de CO₂ provenientes da calagem ou da aplicação de ureia, se aplicável,
 - iv) emissões de combustão de combustíveis provenientes de operações no terreno ou do transporte para a área da atividade,em comparação com o mesmo tipo de emissões no cenário de referência, tal como referido no ponto 2.3.1.

2.1.3. Florestação

O âmbito da metodologia de certificação para a florestação abrange:

- (a) Remoções de carbono na biomassa viva e, facultativamente, em solos minerais;

- (b) Emissões dos solos decorrentes do uso do solo, da alteração do uso do solo e das florestas em solos minerais e orgânicos (facultativo);
- (c) Emissões dos solos agrícolas provenientes de solos agrícolas geridos (facultativo);
- (d) $GEE_{\text{associados}}$, concretamente um aumento das:
 - i) emissões diretas e indiretas de N_2O provenientes dos solos relacionadas com a aplicação de fertilizantes em árvores recém-plantadas,
 - ii) emissões de combustão de combustíveis provenientes de operações no terreno ou do transporte para a área da atividade,
 em comparação com um valor de referência igual a zero.

2.2. Fórmulas de quantificação

Para o cálculo das remoções de carbono, das ESL em solos minerais e, no caso da reumidificação de turfeiras e de outros solos orgânicos, de $GEE_{\text{associados}}$ provenientes de biomassa viva, a alteração das reservas de carbono no cenário de referência e no cenário da atividade durante cada período de certificação é calculada de acordo com a equação (3):

$\text{alteração das reservas de carbono} = C_{y=t+x} - C_{y=t}$	equação (3)
--	----------------

Em que:

- y = ano (y = 0 é o ano de início do período de atividade)
- t = ano de início do período de certificação
- x = duração do período de certificação (em anos ou meses)
- $C_{y=t}$ = reservas de carbono no início do período de atividade (se t = 0) ou no início de cada período de certificação (se t ≥ 1) (em toneladas C)
- $C_{y=t+x}$ = reservas de carbono no final de cada período de certificação (em toneladas C)

A alteração das reservas de carbono deve ser multiplicada por $-44/12$ para converter carbono em CO_2 . Quando as reservas de carbono aumentam, tal resulta em remoções de carbono (RC), que é um número negativo. Se as reservas de carbono diminuírem, tal resulta em ESL ou $GEE_{\text{associados}}$, que são valores positivos.

As ESL nos solos orgânicos, as ESA e os $GEE_{\text{associados}}$ (exceto os provenientes de biomassa viva) devem ser calculados somando as emissões anuais dos GEE pertinentes no cenário de referência e no cenário da atividade durante cada período de certificação, em conformidade com a equação (4):

$\text{emissões} = \sum_{y=t}^{y=t+x} E_y$	equação (4)
--	----------------

Em que:

y =	ano (y = 0 é o ano de início do período de atividade)
t =	ano de início do período de certificação
x =	duração do período de certificação (em anos ou meses)
E _y =	emissões (ESL, ESA ou GEE _{associados}) no ano y (em toneladas de equivalente CO ₂)

Para a conversão das emissões de GEE em equivalente CO₂, devem ser utilizados os potenciais de aquecimento global incluídos no Regulamento Delegado (UE) 2020/1044 da Comissão¹³ ou no último relatório de avaliação do PIAC¹⁴.

2.3. Valores de referência

2.3.1. Valor de referência para os solos

Aplica-se um valor de referência específico de uma atividade às RC em solos minerais, às ESL e às ESA.

O cenário de referência deve refletir a continuação da gestão do solo ou das culturas efetuada durante um período de referência, tendo em conta, se for caso disso, os ciclos de rotação de culturas. O período de referência abrange, pelo menos, três anos imediatamente anteriores ao início do período de atividade; em caso de renovação, é utilizado o período de referência anterior ao início do primeiro período de atividade. A duração do período de referência é alargada, se for caso disso, à duração do ciclo de rotação das culturas pertinente.

Se for utilizada a abordagem de modelos descrita no ponto 2.4.1, o valor de referência previsto específico da atividade incluído no plano de atividades, se for caso disso, é ajustado em cada auditoria de recertificação, a fim de ter em conta os impactos das condições meteorológicas reais ocorridas durante o período de certificação anterior.

Se for utilizada a abordagem de medições descrita no ponto 2.4.2, o valor de referência é medido em parcelas testemunha em que seja efetuada a mesma gestão que no período de referência, ou deve aplicar-se um valor referência igual a zero.

2.3.2. Valor de referência para a biomassa viva

Aplica-se um valor de referência igual a zero às RC na biomassa viva em árvores, elementos lenhosos ou pomares resultantes de atividades de plantação, sementeira ou regeneração natural. Caso estivessem presentes árvores, elementos lenhosos ou pomares na área da atividade antes da data de apresentação do plano de atividades ao organismo de certificação, o

¹³ Regulamento Delegado (UE) 2020/1044 da Comissão, de 8 de maio de 2020, que completa o Regulamento (UE) 2018/1999 do Parlamento Europeu e do Conselho no respeitante aos valores dos potenciais de aquecimento global e às orientações de inventário, bem como ao sistema de inventário da União, e que revoga o Regulamento Delegado (UE) n.º 666/2014 da Comissão (JO L 230 de 17.7.2020, p. 1, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg_del/2020/1044/oj).

¹⁴ Sexto Relatório de Avaliação (RA6) do PIAC 2021, Forster, P., T. Storelvmo, K. Armour, W. Collins, J. L. Dufresne, D. Frame, D. J. Lunt, T. Mauritsen, M. D. Palmer, M. Watanabe, M. Wild, H. Zhang, 2021, «The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity». Em: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. No prelo. — https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter_07.pdf.

crescimento das reservas de carbono dessa vegetação preexistente não deve ser incluído na quantificação do acréscimo líquido de remoção temporária de carbono.

2.3.3. Atualização do valor de referência

Para as práticas referidas no ponto 1.1.1.1, alínea c), o nível de ambição do valor $ESA_{\text{valor de referência}}$ deve ser aumentado de cinco em cinco anos mediante a aplicação de um ajustamento em baixa. Esse ajustamento corresponde a 1 % do valor de referência inicial para cada ano decorrido desde o início do primeiro período de atividade.

2.4. Abordagens de quantificação e monitorização

Para quantificar e monitorizar o acréscimo líquido de remoção temporária de carbono e o acréscimo líquido de redução das emissões dos solos, devem ser utilizadas uma ou mais das seguintes abordagens:

- (a) Abordagem 1: modelos
- (b) Abordagem 2: medições
- (c) Abordagem 3: variáveis substitutas
- (d) Abordagem 4: fatores de emissão por defeito

O Quadro 4 enumera as abordagens possíveis para quantificar e monitorizar cada termo do acréscimo líquido de remoção temporária de carbono e do acréscimo líquido de redução das emissões dos solos:

Quadro 4

Reservatório de carbono ou fonte de emissões de GEE do PIAC	Abordagem(ns):
Biomassa viva	1, 2
Carbono orgânico do solo em solos minerais	1, 2
Carbono orgânico do solo em solos orgânicos	1, 3
Emissões diretas e indiretas de N ₂ O provenientes de solos agrícolas geridos	1, 4
Calagem e aplicação de ureia	1, 4
Combustão de combustíveis	4

Se forem aplicáveis várias abordagens, apenas uma delas deve ser escolhida para quantificar ou monitorizar o mesmo termo de forma coerente ao longo de todo o período de monitorização.

Deve ser utilizada a mesma abordagem para o cálculo do mesmo termo nos cenários da atividade e de base.

No caso dos grupos de operadores, a quantificação e a monitorização devem ser efetuadas ao nível do grupo.

2.4.1. Abordagem 1: modelos

2.4.1.1. Modelos elegíveis

Os modelos elegíveis devem abranger:

- (a) Modelos baseados em processos, ou seja, quadros computacionais que simulam os processos biológicos, químicos e físicos que regem os fluxos de GEE, tais como modelos biogeoquímicos, modelos de carbono no solo, modelos de processos ecossistêmicos, modelos hidrológicos e modelos dinâmicos de vegetação;
- (b) Modelos estatísticos e probabilísticos, que utilizam técnicas estatísticas para relacionar variáveis ambientais observadas (incluindo práticas de gestão) e/ou dados de teledeteção (satélite, LiDAR, imagens de alta resolução) às alterações das reservas de carbono e fluxos de GEE. Os exemplos incluem modelos de aprendizagem automática e profunda, modelos de regressão e modelos de análise geoespacial.

O modelo selecionado deve ser um modelo que a Comissão tenha considerado conforme com os seguintes critérios:

- a) Transparência e rastreabilidade, ou seja, os atributos do modelo devem ser bem descritos, a versão do modelo deve ser claramente indicada e as alterações entre versões devem ser rastreáveis e bem documentadas;
- b) Credibilidade científica, ou seja, deve ter sido demonstrado em literatura científica revista pelos pares que o modelo é capaz de estimar as alterações das reservas de carbono e/ou as emissões de GEE para a gestão dos solos/das culturas, a gestão dos fertilizantes, a reumidificação e a recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos, ou a agrossilvicultura/florestação em condições edafoclimáticas comparáveis e para os tipos funcionais das plantas ou as características da vegetação pertinentes para a atividade;
- c) Adequação, ou seja, o modelo deve ter sido calibrado e validado com base em medições diretas dos fluxos de GEE ou das alterações das reservas de carbono a partir de conjuntos de dados que representem com exatidão a região edafoclimática onde a atividade tem lugar, ao passo que os dados de calibração e validação devem ser independentes, quer utilizando dois conjuntos de dados separados sem sobreposição de locais de investigação, quer recorrendo a um processo estatístico como a validação cruzada;
- d) Exatidão mínima, ou seja, quando testado em relação ao conjunto de dados de validação, o desvio médio do modelo, expresso na equação (5), deve ser inferior ou igual a uma estimativa da incerteza de medição agrupada (IMA), expressa na equação (6); pelo menos 90 % dos valores observados devem situar-se nos intervalos de previsão de 90 % do modelo, e a variância explicada pelo modelo (R^2), tal como expressa na equação (7), deve ser superior a zero.

$\text{desvio médio} = \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)/n$	equação (5)
--	----------------

Em que:

P_i = alteração prevista das reservas de carbono ou das emissões de GEE

O_i = alteração observada nas reservas de carbono ou nas emissões de GEE

$i =$ índice da observação no estudo

$n =$ número de observações para um determinado estudo

$IMA = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k \sigma_j^2 (n_j - 1)}{\sum_{j=1}^k (n_j - 1)}}$	equação (6)
---	----------------

Em que:

$k =$ número de observações em todos os estudos

$\sigma_j^2 =$ erro-padrão da j -ésima alteração observada nas reservas de carbono ou nas emissões de GEE

$n_j =$ número de medições repetidas utilizadas na j -ésima observação

$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2}$	equação (7)
---	----------------

Em que:

$P_i =$ alteração prevista das reservas de carbono ou das emissões de GEE

$O_i =$ alteração observada nas reservas de carbono ou nas emissões de GEE para observação i

$\bar{O} =$ média dos valores observados de alteração das reservas de carbono ou das emissões de GEE

$i =$ índice da observação no estudo

$n =$ número de observações no conjunto de validação

2.4.1.2. Utilização de modelos

Se for utilizado um modelo para estimar as alterações das reservas de carbono orgânico do solo, devem ser utilizados dados medidos relativos ao solo para a inicialização do modelo e a verificação do modelo¹⁵.

Para a inicialização do modelo, o carbono orgânico do solo inicial deve ser determinado com base em mapas de reservas de carbono orgânico do solo regionais ou nacionais validados ou em amostras de solo colhidas em conformidade com as regras de amostragem e laboratoriais referidas no ponto 2.4.2.2, abrangendo os estratos principais e localizadas na área da atividade. Regra geral, as amostras de solo devem ser colhidas no prazo de 18 meses antes ou depois do início do período de atividade; em alternativa, podem ser utilizadas informações pertinentes sobre as reservas de carbono orgânico do solo provenientes de amostras de solo colhidas nos cinco anos anteriores ao início do período de atividade.

¹⁵ A verificação do modelo deve ser realizada ao nível de um grupo de operadores que utilizem o mesmo modelo em condições pedoclimáticas semelhantes.

Para a verificação do modelo, devem ser colhidas amostras de solo no prazo de 18 meses antes ou depois do início do período de atividade e, posteriormente, pelo menos de cinco em cinco anos. O número de amostras de solo deve ser escolhido de modo a alcançar o nível de incerteza visado; em alternativa, caso se utilizem modelos baseados em processos, o número de amostras de solo pode ser igual a 20 % do resultado da equação (8). Os pontos de amostragem iniciais devem ser sujeitos a reamostragem nos mesmos locais, utilizando a mesma abordagem de amostragem e análise laboratorial. Em alternativa, podem ser utilizados dados de amostragem disponíveis provenientes das redes de monitorização regionais ou nacionais para efeitos de verificação do modelo, desde que essas redes regionais ou nacionais incluam dados sobre a gestão das culturas e dos solos e se baseiem em amostras de solo colhidas com, pelo menos, a mesma densidade de amostragem e resolução temporal, abrangendo práticas semelhantes de gestão das terras e localizadas na região da área da atividade. O valor mediano das alterações das reservas de carbono orgânico do solo simuladas pelo modelo deve situar-se dentro do intervalo de confiança de 90 % das medições das alterações das reservas de carbono orgânico do solo utilizadas para a verificação do modelo. Os resultados da verificação do modelo devem ser tidos em conta para quantificar a incerteza do modelo para futuros períodos de certificação.

Se for utilizado um modelo para estimar as alterações das reservas do carbono na biomassa viva com base em dados de teledeteção, o modelo deve ter em conta as variáveis mais proeminentes específicas do local pertinentes para a atividade, incluindo a cobertura do solo, o volume da biomassa aérea, o volume da biomassa subterrânea, as condições climáticas locais, o tipo de solo, o tipo e a intensidade de gestão e o modelo numérico altimétrico. A resolução mínima dos dados de teledeteção da cobertura do solo e do volume da biomassa aérea deve ser de 10 m. O tratamento de dados em bruto provenientes da teledeteção deve incluir a calibração local apoiada pela utilização de medições incorporadas no cálculo final dos intervalos de confiança para as estimativas das remoções totais de carbono ou das reduções das emissões dos solos.

2.4.1.3. Informações a incluir no plano de monitorização

O plano de monitorização deve incluir uma descrição dos procedimentos seguidos para aplicar o modelo, abrangendo, pelo menos:

- (a) A conformidade da utilização do modelo com o domínio de aplicação;
- (b) Uma descrição do tipo e da fonte dos dados de entrada e do potencial pré-tratamento dos dados;
- (c) Os limites do sistema (espacial, temporal, profundidade do solo, etc.);
- (d) O delineamento amostral utilizado para efeitos de verificação, incluindo as informações enumeradas no ponto 2.4.2.3, e o nível de desempenho esperado do modelo;
- (e) Uma descrição da abordagem adotada para estimar a incerteza nos resultados do modelo, incluindo o erro de predição do modelo resultante;
- (f) Informações sobre as etapas de garantia controlo da qualidade;
- (g) A entidade responsável pela recolha e pelo arquivo.

2.4.2. *Abordagem 2: medições*

2.4.2.1. Medições elegíveis

As medições elegíveis devem abranger:

- (a) Medições diretas do carbono orgânico do solo através de técnicas de amostragem do solo;
- (b) Equações alométricas, fatores de expansão da biomassa (FEB) ou fatores de conversão e expansão da biomassa (FCEB) que medem indiretamente a biomassa através da correlação de medições diretas da estrutura florestal, como o diâmetro e a altura das árvores, com a biomassa ou o carbono;
- (c) Medições indiretas através de técnicas de deteção proximal no local, ou seja, sensores no terreno que estão em contacto com o solo ou a uma distância máxima de 2 m do solo e que detetam sinais provenientes do solo.

As equações alométricas, os fatores de expansão da biomassa ou os fatores de conversão e expansão da biomassa, incluindo os parâmetros utilizados para os calcular, como a gravidade específica da madeira ou a densidade da madeira, as frações de carbono e as razões sistema radicular/sistema foliar, a que se refere o primeiro parágrafo, alínea b), devem corresponder a um dos seguintes:

- a) Ser específicos do local, ou seja, desenvolvidos através da recolha de uma amostra representativa de árvores semelhantes num local próximo da área de atividade e da medição direta dos seus volumes e biomassa seca;
- b) Estarem publicados em literatura científica revista pelos pares e basearem-se em investigação realizada no local ou na região da atividade ou para um tipo de floresta e um clima e condições edáficas semelhantes; ou
- c) Serem aplicados nos inventários florestais regionais ou nacionais ou nos inventários nacionais de GEE relativos ao setor do uso do solo, da alteração do uso do solo e das florestas.

Além disso, devem ser selecionados de acordo com todos os seguintes critérios:

- (a) Validação da hierarquia taxonómica: a escolha da equação deve adequar-se à espécie a medir e minimizar os desvios introduzidos pelas diferenças filogenéticas na arquitetura das árvores e nas propriedades da madeira, respeitando a seguinte ordem de prioridade:
 - (a) equações específicas por espécie desenvolvidas para a espécie plantada ou inventariada,
 - (b) equações específicas por género,
 - (c) equações derivadas de famílias ou grupos funcionais estreitamente relacionados,
 - (d) equações generalizadas de árvores folhosas ou de coníferas, sob reserva de justificação da aplicabilidade a um grupo funcional alargado;
- b) Validação da dimensão e da estrutura do povoamento: a distribuição das dimensões das árvores (estrutura do povoamento) na parcela de inventário deve estar alinhada com a gama utilizada para o desenvolvimento original da equação;
- c) Validação climática e edáfica: as condições climáticas e edáficas da área da atividade devem situar-se na gama de condições em que a equação selecionada foi originalmente desenvolvida.

As técnicas de deteção proximal referidas no primeiro parágrafo, alínea c), devem ser técnicas que a Comissão considerou conformes com os seguintes critérios:

- a) Transparência, ou seja, as funções e os parâmetros subjacentes à técnica de detecção proximal devem ser bem descritos;
- b) Credibilidade científica, ou seja, deve ter sido demonstrado em literatura científica revista pelos pares que a técnica de detecção proximal é capaz de detetar diferenças nas reservas de carbono do solo ou da biomassa em diferentes condições edafoclimáticas ou práticas de gestão e, se utilizada para medir o carbono do solo, para medir especificamente o carbono do solo sem interferência significativa de outras propriedades do solo;
- c) Adequação, conforme descrito no ponto 2.4.1.1, segundo parágrafo, alínea c);
- d) Exatidão mínima, conforme descrito no ponto 2.4.1.1, segundo parágrafo, alínea d).

2.4.2.2. Utilização das medições

A. Regras aplicáveis às abordagens referidas no ponto 2.4.2.1, primeiro parágrafo, alíneas a) e c)

O delineamento amostral para solos minerais pode basear-se na amostragem aleatória estratificada da área da atividade utilizando uma abordagem baseada em modelos ou uma abordagem baseada no delineamento. O delineamento amostral e os estratos devem manter-se os mesmos entre a medição e a nova medição. A dimensão da amostra deve ser calculada *ex ante* utilizando métodos de intervalo de confiança ou métodos de teste de hipóteses; deve ser suficientemente grande para quantificar as alterações no limite inferior do intervalo de confiança unilateral com um nível de confiança mínimo de 70 % e para atenuar o risco de perda de locais de amostragem no terreno ao longo do tempo. O número mínimo de amostras é calculado de acordo com a equação (8):

$n \geq \sigma^2 \frac{z_{\alpha}^2}{E^2}$	equação (8)
--	----------------

Em que:

n = número mínimo de amostras esperado

σ^2 = variância prevista das reservas de carbono orgânico do solo com base em conjuntos de dados locais existentes ou alterações das reservas de carbono orgânico do solo, se esses dados estiverem disponíveis

z_{α} = valor crítico da distribuição normal estandardizada ao nível de significância α (α = 100 % — nível de confiança), com um valor z de 0,52 para um nível de confiança unilateral de 70 %

E = erro admissível (por exemplo, dimensão do efeito esperado multiplicada pelo nível de confiança ou a diferença mínima detetável)

Os locais de amostragem no terreno devem ser determinados a partir do delineamento amostral e da dimensão da amostra. As coordenadas destes locais de amostragem no terreno devem ser registadas para apoiar a reamostragem nos mesmos locais.

Pode ser efetuada uma amostragem individual ou composta de solos nos locais de amostragem no terreno, em conformidade com a dimensão da amostra e o delineamento amostral exigidos.

A amostragem do solo deve ser representativa da camada de 0-30 cm ou, no caso de camada superior do solo menos profunda, da camada que vai da superfície (0 cm) até ao substrato rochoso. As profundidades reais do solo objeto de amostragem devem ser registadas e utilizadas nos cálculos das reservas de carbono orgânico do solo.

As amostras de solo devem ser colhidas no prazo de um ano antes ou depois do início do período de atividade. A amostragem do solo deve ser efetuada na mesma estação, pelo menos seis semanas após o último evento de fertilização orgânica e, sempre que possível, nas mesmas condições de solo e mobilização do solo aquando da medição e da nova medição.

Deve ser utilizado o mesmo tipo de equipamento para a medição e a nova medição.

Em alternativa, pode ser aplicada a metodologia estabelecida no anexo V do Regulamento de Execução (UE) 2022/996 da Comissão¹⁶.

B. Regras aplicáveis à abordagem referida no ponto 2.4.2.1, primeiro parágrafo, alínea a)

A determinação laboratorial das reservas de carbono orgânico do solo deve basear-se na equação (9):

$COS_{\text{reservas}} = CO_{\%} \times DA_{\text{tf}} \times \text{profundidade} \times (1 - G_v)$	equação (9)
---	----------------

em que:

$CO_{\%}$ = teor de carbono orgânico na fração de terra fina (% , < 2 mm)

DA_{tf} = densidade aparente da fração de terra fina (g cm^{-3})

profundidade = profundidade da respetiva camada de solo (cm) proveniente da amostragem no terreno

G_v = teor de fragmentos grosseiros volumétricos (> 2 mm) (pode ser utilizado um valor por defeito de densidade de $2,6 \text{ g/cm}^3$ para converter a massa em volume)

O $CO_{\%}$ pode ser determinado utilizando combustão seca com análise elementar (EN ISO 15936), diferenciação do carbono total em função da temperatura (EN 17505:2023), espetrometria no infravermelho próximo (EN ISO 17184:2014) ou métodos alternativos para os quais exista uma norma ISO ou uma acreditação formal num Estado-Membro. O carbono inorgânico deve ser excluído.

A DA_{tf} deve ser determinada utilizando uma determinação laboratorial de acordo com a norma ISO EN 11272:2017, com a adição de etapas documentadas para determinar a DA_{tf} a partir da fração de terra fina; ou métodos alternativos para os quais estejam disponíveis normas ISO ou uma acreditação formal num Estado-Membro; ou uma função validada de pedotransferência. Essa função de pedotransferência deve ser representativa das condições edafoclimáticas, com base em dados de, pelo menos, 300 medições diretas, e deve ter um R^2 de, pelo menos, 0,6 e não apresentar desvios (menos de 5 %).

Se for caso disso, os modelos e os parâmetros dos modelos devem ser claramente descritos e justificados. Para todos os métodos, deve ser comunicado o erro analítico.

¹⁶ Regulamento de Execução (UE) 2022/996 da Comissão, de 14 de junho de 2022, que estabelece regras de verificação dos critérios de sustentabilidade e de redução das emissões de gases com efeito de estufa e dos critérios de baixo risco de alteração indireta do uso do solo (JO L 168 de 27.6.2022, p. 1, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2022/996/oj).

No que diz respeito à nova medição, podem ser utilizados os mesmos valores DA_{tf} e G_v utilizados para a reserva inicial de carbono orgânico do solo para calcular a reserva de carbono orgânico do solo nas auditorias de recertificação subsequentes. Se a DA_{tf} for medida novamente, as alterações das existências de carbono orgânico do solo devem ser calculadas com base no método da massa de solo equivalente, tal como descrito nas orientações da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (2019)¹⁷ ou noutros métodos de massa de solo equivalente, sempre que tal se justifique. Os erros associados aos métodos de massa de solo equivalente devem ser contabilizados com a propagação dos erros. Os métodos e cálculos da massa de solo equivalente devem ser documentados. Não é necessário realizar uma análise da massa de solo equivalente quando os solos são objeto de amostragem a uma profundidade de, pelo menos, 60 cm ou até ao substrato rochoso.

Os métodos laboratoriais devem manter-se inalterados e demonstrar coerência para a medição e nova medição. Os laboratórios utilizados para a análise do solo devem estar em conformidade com a norma ISO/IEC 17025:2017 e disponibilizar dados de controlo da qualidade (por exemplo, ensaios interlaboratoriais, utilização de materiais de referência, métodos de calibração) para a determinação da incerteza analítica e para efeitos de auditoria.

C. Regras aplicáveis à abordagem referida no ponto 2.4.2.1, primeiro parágrafo, alínea b)

O delineamento amostral para a agrossilvicultura deve seguir uma abordagem baseada em recenseamentos: no início do período de atividade, deve ser efetuada uma contagem das unidades de plantação (árvores isoladas, renques de árvores, metro de sebes, pequenas matas). O número de unidades de plantação deve ser utilizado para calcular as reservas de carbono. Nas auditorias de recertificação subsequentes, deve ser utilizada uma amostra representativa das unidades de plantação. Deve ser estimada a biomassa de árvores e sebes para cada parcela e para os limites das parcelas. Os locais de amostragem no terreno das árvores ou sebes devem ser distribuídos aleatoriamente pela área da atividade.

O delineamento amostral para florestação deve seguir uma abordagem por zona: devem ser utilizados métodos de amostragem baseados nas parcelas para calcular a biomassa e as estimativas das reservas de carbono resultantes por unidade de área, utilizando a área da atividade como multiplicador. As parcelas de amostra devem fornecer uma amostra representativa e ser distribuídas aleatoriamente por todos os estratos identificados na área da atividade. O número de parcelas é selecionado em função da variabilidade da área da atividade e da margem de erro aceite.

No caso da agrossilvicultura e da florestação, os locais de amostragem no terreno devem ser determinados a partir do delineamento amostral e da dimensão da amostra. As coordenadas destes locais de amostragem no terreno devem ser registadas para apoiar a reamostragem nos mesmos locais. As dimensões das árvores, como o diâmetro e a altura, devem ser medidas e convertidas em biomassa e carbono utilizando equações alométricas adequadas e/ou os FEB/FCEB, tal como referido no ponto 2.4.2.1. As informações sobre as espécies e a dimensão das árvores individuais devem ser registadas juntamente com as equações alométricas ou os FEB/FCEB aplicados.

No caso da agrossilvicultura, o número de unidades de plantação a amostrar deve ser selecionado em função das espécies e classes de diâmetro das árvores, das circunstâncias biofísicas na área da atividade, do intervalo de confiança pretendido e da margem de erro

¹⁷ Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, *Measuring and modeling soil carbon stocks and stock changes in livestock production systems: Guidelines for assessment*, 2019.

aceite. O número mínimo de unidades de plantação a ser objeto de amostragem é calculado pela equação (10):

$n \geq \sigma^2 \frac{z_{\alpha}^2}{E^2}$	equação (10)
--	-----------------

Em que:

n = número mínimo previsto de unidades de amostragem

σ^2 = variância prevista da biomassa com base em conjuntos de dados locais existentes ou em novas medições

z_{α} = valor crítico da distribuição normal standardizada ao nível de significância pretendido α ($\alpha = 100\%$ — nível de confiança), com um valor z de 1,65 para um nível de confiança de 90 %.

E = erro admissível (por exemplo, dimensão do efeito esperado multiplicada pelo nível de confiança)

No caso da florestação, o número de parcelas a ser objeto de amostragem por estrato pode ser calculado utilizando a ferramenta metodológica pertinente do mecanismo de desenvolvimento limpo para a florestação e reflorestação¹⁸ ou os instrumentos disponíveis adotados no âmbito do mecanismo de créditos do Acordo de Paris.

2.4.2.3. Informações a incluir no plano de monitorização

Se forem utilizadas as abordagens referidas no ponto 2.4.2.1, primeiro parágrafo, alínea a), alínea b), com equações alométricas e FEB/FCEB específicos do local, ou alínea c), o plano de monitorização deve incluir:

- (a) Uma descrição do delineamento amostral, descrevendo claramente, se aplicável, os métodos e modelos utilizados, incluindo os parâmetros do modelo;
- (b) Uma demonstração de que a dimensão da amostra é adequada para o delineamento amostral utilizado e suficiente para medir as alterações previstas das reservas de carbono na área da atividade durante o período de certificação, com base na literatura científica pertinente;
- (c) O efeito/diferença mínimo relevante, ou seja, a alteração esperada das reservas de carbono durante o período de certificação que deve ser detetada pelo delineamento amostral;
- (d) Informações prévias sobre a variância da população da variável-alvo, ou seja, a variabilidade esperada das alterações das reservas de carbono para a área da atividade;
- (e) Uma descrição e justificação do processo de seleção dos locais de amostragem, dos procedimentos no terreno para a recolha de medições, do equipamento e métodos de medição e dos processos para lidar com exclusões e substituições;

¹⁸ UNFCCC/CCNUCC, *A/R Methodological Tool Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM activities* (versão 02.1.0).

- (f) Protocolo de colheita de amostras e protocolos pertinentes de garantia da qualidade e de controlo da qualidade;
- (g) Uma descrição da estratégia de reamostragem e a fundamentação para a frequência de reamostragem adotada;
- (h) Protocolos de tratamento de dados, de garantia da qualidade e de controlo da qualidade, incluindo a forma como a frequência de reamostragem adotada é tratada ao estimar as alterações das reservas de carbono e a incerteza que lhes está associada.

Se as equações alométricas, os FEB ou os FCEB a que se refere o ponto 2.4.2.1, primeiro parágrafo, alínea b), forem obtidos a partir de literatura científica revista pelos pares, inventários florestais regionais ou nacionais, ou dos inventários nacionais de GEE relativos ao setor do uso do solo, da alteração do uso do solo e das florestas, o plano de monitorização deve incluir as informações referidas no ponto 2.4.1.3.

2.4.3. *Abordagem 3: variáveis substitutas*

2.4.3.1. Modelos elegíveis baseados em variáveis substitutas

Os modelos elegíveis devem:

- (a) Aplicar-se às turfeiras e a outros solos orgânicos;
- (b) Utilizar os tipos de vegetação, a profundidade do lençol freático e o uso do solo como variáveis substitutas, devendo dar-se preferência à vegetação e só podendo o uso do solo ser utilizado como variável substituta principal na ausência de coberto vegetal;
- (c) Correlacionar as variáveis substitutas do local (como a profundidade do lençol freático ou os tipos de vegetação) com os fluxos de GEE, utilizando a regressão estatística ou a análise multivariada;
- (d) Basear-se numa meta-análise dos dados publicados que incluam, pelo menos, as emissões de CO₂ e CH₄;
- (e) Quando a vegetação é utilizada como variável substituta, distinguir os tipos de vegetação com base nas espécies ou grupos de espécies vegetais que são indicativos da profundidade do lençol freático ou da proporção de espécies que apresentam aerênquima na vegetação.

Se um tipo de vegetação na área da atividade não tiver semelhanças suficientes com os tipos de vegetação utilizados no modelo, podem ser utilizados modelos de regressão entre a profundidade média anual do lençol freático e os fluxos de GEE da mesma região da área da atividade para determinar os fatores de emissão.

Os modelos referidos no primeiro parágrafo devem ser modelos que a Comissão tenha considerado conformes com os seguintes critérios:

- (a) Transparência, ou seja, as funções e os parâmetros subjacentes ao modelo devem ser bem descritos e os fatores de emissão específicos das variáveis substitutas devem ser acessíveis ao público;
- (b) Credibilidade científica, ou seja, deve ter sido demonstrado em literatura científica revista pelos pares que o modelo é capaz de detetar diferenças nos fluxos de GEE em relação às condições edafoclimáticas e às práticas de gestão pertinentes;
- (c) A adequação, ou seja, o modelo deve ter sido calibrado e validado com base em medições diretas dos fluxos de GEE que representem com exatidão a região edafoclimática onde a atividade tem lugar, ao passo que os dados de calibração e validação devem ser

independentes, quer utilizando dois conjuntos de dados separados sem sobreposição de locais de investigação, quer recorrendo a um processo estatístico como a validação cruzada;

- (d) Representatividade e fiabilidade, ou seja, o modelo deve basear-se em medições de GEE ao longo de todo o ano em, pelo menos, 100 locais, representativos de, pelo menos, 10 combinações diferentes de profundidades do lençol freático e vegetação, sempre que possível, na região da área da atividade. Se não estiver disponível um modelo para a região edafoclimática onde a atividade tem lugar, pode ser utilizado um modelo de outra região com tipos de turfeiras/solos orgânicos, tipos de vegetação e condições climáticas semelhantes. Nesse caso, devem ser utilizadas medições de GEE ao longo de todo o ano em, pelo menos, 10 locais representativos de, pelo menos, cinco combinações diferentes de profundidades do lençol freático e vegetação, sempre que possível, na região em que a atividade tem lugar, para extrapolar estimativas utilizando o modelo dessa outra região.

2.4.3.2. Utilização de variáveis substitutas

A recolha de informações substitutas deve ser estratificada de forma a representar adequadamente as diferenças pertinentes em termos de relevo, composição da vegetação, estrutura da vegetação, profundidade do lençol freático e profundidade da turfa na área da atividade. Essa recolha pode utilizar uma grelha, uma abordagem geoestatística, uma cartografia com cobertura total ou uma combinação destes elementos. As coordenadas destes locais de amostragem no terreno devem ser registadas para apoiar a reamostragem nos mesmos locais.

Se a vegetação for utilizada como variável substituta, a área da atividade deve ser cartografada pelo menos à escala de 1:10 000 a cada cinco anos.

Se a profundidade do lençol freático for utilizada como variável substituta, a área da atividade deve ser medida ou modelizada pelo menos duas vezes por mês, sempre que possível.

Se forem utilizados tipos de vegetação, classes de profundidade do lençol freático e tipos de uso do solo como variáveis substitutas, o fator de emissão é a média dos respetivos valores de emissão anuais medidos.

Se for utilizada a profundidade do lençol freático como variável substituta, utiliza-se a reta de regressão que correlaciona o valor das respetivas variáveis para calcular o fator de emissão.

2.4.3.3. Informações a incluir no plano de monitorização

O plano de monitorização deve incluir:

- (a) Uma descrição do delineamento da estratificação, da amostragem e da cartografia, incluindo uma descrição e justificação da seleção do local da amostra, dos procedimentos no terreno, do equipamento utilizado e dos procedimentos para lidar com exclusões e substituições;
- (b) Uma demonstração de que o delineamento da estratificação, da amostragem e da cartografia são adequadas e suficientes para avaliar os fluxos de GEE em relação à área da atividade durante o período de certificação, com base na literatura científica pertinente;
- (c) A alteração mínima prevista do fluxo de GEE pertinente durante o período de certificação que deve ser detetada pelo delineamento da estratificação, da amostragem e da cartografia;
- (d) A variabilidade esperada dos fluxos de GEE para a área da atividade;

2.4.4. *Abordagem 4: fatores de emissão por defeito*

2.4.4.1. Fatores de emissão elegíveis

Os fatores de emissão elegíveis devem abranger:

- (a) Fatores de emissão de nível 2 utilizados no inventário nacional de GEE do Estado-Membro em que a atividade tem lugar;
- (b) Se não estiverem disponíveis fatores de emissão nos termos da alínea a), fatores de emissão de nível 1 incluídos nas Orientações de 2006 do PIAC¹⁹ e eventuais revisões dessas orientações.

2.4.4.2. Utilização de fatores de emissão

Os fatores de emissão devem ser multiplicados pelos dados da atividade pertinentes.

2.4.4.3. Informações a incluir no plano de monitorização

O plano de monitorização deve incluir:

- (a) Uma justificação dos fatores de emissão selecionados;
- (b) A fonte dos fatores de emissão utilizados;
- (c) Uma descrição dos dados da atividade.

2.5. **Quantificação do fator de dedução da incerteza**

O fator de dedução da incerteza deve ser de 8 % ou igual à incerteza estimada, consoante o que for mais elevado. Para o efeito, a quantificação das remoções totais de carbono e das emissões dos solos deve incluir uma estimativa da incerteza tendo em conta o erro de predição do modelo, refletindo tanto a incerteza do parâmetro como a incerteza estrutural, o erro de medição dos dados de entrada e o erro de amostragem relacionado com o delineamento amostral, consoante o caso. No caso das alterações das reservas de carbono dos solos e da biomassa, a quantificação da incerteza pode ser cumulativa ao longo de vários períodos de certificação. Se for caso disso, os efeitos de autocorrelação espacial devem ser tidos em conta na agregação da incerteza calculada para toda a área da atividade.

O erro de predição do modelo deve ser quantificado utilizando uma validação estatística baseada em medições de verdade de terreno ou uma simulação Monte-Carlo. Se for utilizado um método de validação estatística frequencista, o erro de predição do modelo deve ser expresso como o desvio-padrão da diferença entre os valores modelizados e as medições de verdade de terreno. Se for utilizada uma simulação Monte-Carlo, o erro de predição do modelo deve ser expresso como o desvio-padrão da distribuição de probabilidades. Os dados de entrada para a simulação Monte-Carlo devem ser retirados das distribuições descritas pelas entradas médias dos parâmetros medidos e pelo erro de medição correspondente.

O erro de medição corresponde ao erro-padrão da média e obtém-se a partir de:

- (a) Laboratórios utilizados na análise de solos, no que diz respeito aos solos minerais;
- (b) Valores por defeito constantes das Orientações de 2006 do PIAC, métodos de amostragem estatística ou, se os primeiros não estiverem disponíveis, pareceres de peritos, em relação aos solos orgânicos;
- (c) Orientações de 2006 do PIAC para a biomassa;

¹⁹ https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf.

(d) Informações fornecidas pelos produtores de equipamento de medição.

No que diz respeito à biomassa, o erro de amostragem deve corresponder ao erro-padrão da média e ser calculado com base na repetição da amostragem de alguns locais de amostragem. No caso dos solos minerais, o erro de amostragem deve corresponder ao erro-padrão da média e ser calculado com base na repetição da amostragem de alguns locais de amostragem ou em informações locais sobre a variabilidade do carbono orgânico do solo a partir de fontes existentes. Ao utilizar FEB/FCEB, a incerteza deve ser propagada nas alterações resultantes das reservas de carbono para a biomassa viva, em conformidade com as Orientações de 2006 do PIAC sobre a combinação de incertezas²⁰.

No caso das alterações das reservas de carbono orgânico do solo e da biomassa, o fator de dedução da incerteza (INC) deve ser calculado de acordo com a equação (11), caso sejam utilizados modelos, e de acordo com a equação (12), caso sejam utilizadas medições diretas:

$INC = \left(\frac{DP_{\Delta x}}{\Delta x} \right) \times t_{ci}$	equação (11)
$INC = \left(\frac{EP_{\Delta x}}{\Delta x} \right) \times t_{ci}$	equação (12)

Em que:

$DP_{\Delta x}$ = desvio-padrão da alteração média modelizada das reservas de carbono do reservatório de carbono x

$EP_{\Delta x}$ = erro-padrão da alteração média medida das reservas de carbono do reservatório de carbono x

Δx = variação média estimada das reservas do reservatório de carbono x

t_{ci} = valor t para uma distribuição t de Student unilateral no intervalo de confiança *ci*, que deve ser igual a 70 % para as alterações das reservas de carbono orgânico do solo e 90 % para as alterações das reservas de carbono da biomassa

No caso das emissões de N₂O provenientes de solos agrícolas geridos, o fator de dedução da incerteza deve ser determinado de acordo com a equação (13).

$INC_{\square} = \left(\frac{DP_{\Delta N2O}}{\Delta N2O} \right) \times t_{ci}$	equação (13)
---	--------------

Em que:

$DP_{\Delta N2O}$ = desvio-padrão da redução média modelizada das emissões de N₂O dos solos

$\Delta N2O$ = redução média estimada das emissões de N₂O dos solos

²⁰ https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_3_Ch3_Uncertainties.pdf
https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/1_Volume1/19R_V1_Ch03_Uncertainties.pdf

t_{ci} = valor t para uma distribuição t de Student unilateral no intervalo de confiança ci , que deve ser igual a 70 %

Se forem utilizadas variáveis substitutas para quantificar e monitorizar as emissões de CO₂ e CH₄ dos solos orgânicos, aplica-se por defeito um fator de dedução da incerteza de 10 %.

Se forem utilizados fatores de emissão para quantificar e monitorizar as emissões de N₂O provenientes de solos agrícolas geridos, o fator de dedução da incerteza é de 15 %, se forem utilizados fatores de emissão de nível 1, ou de 10 %, se forem utilizados fatores de emissão de nível 2.

3. CARÁTER ADICIONAL

3.1. Ensaio regulamentar

Este ensaio deve demonstrar que o benefício climático líquido resultante da atividade não resulta de qualquer requisito legal do operador decorrente da legislação da União ou nacional para realizar a atividade na área da atividade, a menos que essa legislação remeta para a certificação ao abrigo do Regulamento (UE) 2024/3012 ou a integre formalmente como instrumento de execução.

A legislação nacional inclui leis, estatutos e regulamentos também a nível regional, bem como decisões judiciais ou outros acordos juridicamente vinculativos.

As remoções de carbono ou as reduções das emissões dos solos resultantes de atividades exigidas por obrigações nacionais ou da União podem ser elegíveis para certificação se forem além do cumprimento desses requisitos, mas apenas as remoções de carbono ou as reduções das emissões dos solos adicionais podem ser incluídas no acréscimo líquido de remoção de carbono ou de redução das emissões dos solos.

3.2. Viabilidade financeira

3.2.1. Critério do efeito de incentivo

Este critério deve demonstrar que a certificação tem um efeito de incentivo, ou seja, que a certificação induz o operador a alterar o seu comportamento a fim de exercer a atividade adicional que não realizaria sem certificação ou que realizaria de forma limitada ou diferente.

A certificação constitui um incentivo para o operador sempre que os trabalhos relativos à atividade em causa ainda não tenham sido iniciados no momento da apresentação da candidatura ao sistema de certificação ou no momento da adesão a um grupo de operadores. A este respeito, entende-se por «início dos trabalhos da atividade» o início da atividade, ou o primeiro compromisso juridicamente vinculativo de encomenda de equipamentos ou de utilização de serviços, ou qualquer outro compromisso que torne a atividade irreversível, consoante o que ocorrer primeiro. Os trabalhos preparatórios, como a obtenção de licenças e a realização de estudos de viabilidade, não são considerados início dos trabalhos da atividade.

Em derrogação do primeiro e segundo parágrafos, considera-se cumprido o critério do efeito de incentivo relativamente a:

- (a) Operadores que tenham iniciado a atividade antes de se candidatarem a um sistema de certificação ou de aderirem a um grupo de operadores, se a atividade tiver tido início entre 1 de janeiro de 2023 e 31 de dezembro de 2027. Neste caso, para a quantificação do valor de referência, o período de referência referido no ponto 2.3.1 deve consistir, pelo menos, nos três anos imediatamente anteriores ao início dos trabalhos relativos à atividade em causa, e a abordagem de quantificação referida no

ponto 2.3.1 pode incluir árvores e vegetação que estavam presentes na área da atividade antes da apresentação da candidatura ao sistema de certificação ou da adesão a um grupo de operadores, se tiverem sido plantadas ou semeadas entre 1 de janeiro de 2023 e 31 de dezembro de 2027;

- (b) Operadores que iniciaram a atividade ao abrigo de um sistema de certificação antes do seu reconhecimento nos termos do Regulamento de Execução (UE) 2025/2358. Apenas as remoções de carbono ou as reduções das emissões dos solos geradas após a adoção da decisão de reconhecimento são elegíveis para certificação.

3.2.2. *Testes de viabilidade financeira*

Os testes de viabilidade financeira devem demonstrar que a atividade não é financeiramente viável na ausência de receitas provenientes da certificação através de uma análise de investimento.

Para o efeito, pode ser utilizado o teste de custos simples ou o teste de comparação do investimento. O teste de custos simples só pode ser utilizado se a atividade não gerar quaisquer economias de custos ou receitas para além das receitas provenientes da certificação durante o período de monitorização.

3.2.2.1. *Teste de custos simples*

O teste de custos simples deve ser realizado de acordo com as seguintes etapas:

- (a) Descrição dos custos associados ao financiamento da atividade durante o período de monitorização;
- (b) Demonstração, com elementos de prova adequados, de que, na ausência de certificação, a atividade não geraria economias de custos ou receitas durante o período de monitorização;
- (c) Documentação de qualquer financiamento público concedido à atividade e demonstração de que o financiamento público não teria colmatado o défice de financiamento da atividade na ausência das receitas provenientes da certificação.

3.2.2.2. *Teste de comparação do investimento*

O teste de comparação do investimento deve comparar a atratividade financeira da atividade com um cenário de investimento alternativo.

O teste de comparação do investimento deve ser realizado utilizando as seguintes etapas:

- (a) Descrição dos custos associados ao financiamento da atividade e do cenário alternativo durante o período de monitorização;
- (b) Utilização do valor atual líquido (VAL) do investimento como indicador para avaliar a viabilidade financeira da atividade e do cenário alternativo;
- (c) Cálculo da viabilidade financeira da atividade e do cenário alternativo sem receitas provenientes da certificação, utilizando o VAL calculado de acordo com a equação (14), justificando o cálculo com elementos de prova adequados;

$VAL = \sum \frac{P - L}{(1 + i)^t}$	equação (14)
--------------------------------------	-----------------

Em que:

P = receitas esperadas da atividade (sem as receitas da certificação)

- L = custos esperados da atividade
- i = custo médio ponderado estimado do capital ou taxa de atualização de 3,5 %²¹
- t = período de monitorização;
- (d) Aplicação do ponto 3.2.2.1, alínea c);
- (e) Demonstração de que a atividade sem receitas provenientes da certificação não é o cenário financeiramente mais viável, comparando o VAL calculado para a atividade com o cenário alternativo.

3.2.2.3. Regras comuns para testes de custos simples e de comparação do investimento

Os testes devem incluir todos os custos pertinentes, nomeadamente as despesas de capital, as despesas operacionais e os custos de oportunidade, bem como todas as receitas e economias de custos, incluindo qualquer financiamento público recebido. Os testes podem também incluir os custos associados a quaisquer obstáculos enfrentados pela atividade proposta, sempre que estes possam ser monetarizados e quantificados como custos adicionais.

Os testes não devem incluir as despesas incorridas antes do início da atividade, exceto se essas despesas estiverem diretamente relacionadas com a atividade e tiverem sido autorizadas antes da data de início, mas o pagamento for efetuado após a data de início.

Todos os parâmetros e pressupostos devem ser internamente coerentes. Os pressupostos, os dados e as conclusões devem ser documentados de forma transparente e devidamente justificados e fundamentados por elementos de prova.

O teste deve ser executado de forma conservadora.

4. ARMAZENAMENTO, MONITORIZAÇÃO E RESPONSABILIDADE

4.1. Avaliação dos riscos

Os operadores ou grupos de operadores devem realizar uma avaliação dos riscos da atividade antes do início do período da atividade. A taxa de risco resultante da avaliação dos riscos da atividade deve ter em conta apenas os acontecimentos inevitáveis.

As inversões resultantes da gestão da atividade e de quaisquer outras ações deliberadas do operador ou de má gestão, negligência ou ações ilegais do operador, nomeadamente em consequência de insolvência, ou as inversões ocorridas na sequência da não aplicação das medidas de atenuação dos riscos imputáveis ao operador, devem ser classificadas como evitáveis.

As inversões resultantes de fenómenos naturais e fenómenos extremos, guerra ou atos de terrorismo, alterações das políticas ou dos requisitos legais que impeçam o operador de aplicar medidas de atenuação dos riscos e as inversões resultantes de ações ilegais de terceiros que não possam ser controladas, influenciadas ou geridas por meios legais pelo operador devem ser classificadas como inevitáveis.

As inversões causadas por quaisquer fatores que não tenham sido identificados na avaliação dos riscos devem ser classificadas como evitáveis e só podem ser classificadas como inevitáveis com a devida justificação, por exemplo, em casos de força maior manifesta. A

²¹ Com base no Regulamento de Execução (UE) 2022/996 da Comissão, de 14 de junho de 2022, que estabelece regras de verificação dos critérios de sustentabilidade e de redução das emissões de gases com efeito de estufa e dos critérios de baixo risco de alteração indireta do uso do solo (JO L 168 de 27.6.2022, p. 11, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2022/996/oj).

cessação antecipada de uma atividade que gerou unidades de sequestro de carbono pela carbonicultura deve ser considerada equivalente a uma inversão total evitável.

Se, durante o período de monitorização, o total de emissões resultantes da libertação de carbono armazenado não exceder as remoções totais de carbono esperadas após o final do período de atividade, essas emissões não são consideradas uma inversão.

Os operadores ou grupos de operadores devem atualizar a avaliação dos riscos de cinco em cinco anos e após qualquer evento inevitável.

4.1.1. Agricultura em solos minerais

Os operadores ou grupos de operadores devem calcular uma taxa de risco para a atividade, que deve basear-se em dois indicadores²²:

- (a) Perigo, ou seja, as condições climáticas e gestão das terras que provocam alterações no carbono orgânico do solo, e relativamente ao qual as alterações recentes no carbono orgânico do solo na atividade devem ser utilizadas como indicador substituto;
- (b) Vulnerabilidade, ou seja, as características do solo que o tornam mais propenso a perder carbono em caso de perigo, e para a qual deve ser utilizado como indicador substituto o nível de saturação de carbono na área da atividade.

Para efeitos do primeiro parágrafo, alínea a), devem ser estimadas as alterações no carbono orgânico do solo na zona da atividade durante os 10 anos anteriores ao início do período da atividade. Para tal, os operadores ou grupos de operadores podem utilizar os seus próprios dados, os dados de um levantamento nacional ou a estimativa mais recente das alterações no carbono orgânico do solo nos dados disponibilizados pela Comissão²³.

O indicador de perigo deve ser classificado do seguinte modo:

- (a) Reduzido, quando o carbono orgânico do solo tiver aumentado ou permanecido estável;
- (b) Elevado, quando o carbono orgânico do solo tiver diminuído.

Para efeitos do primeiro parágrafo, alínea b), a saturação de carbono é calculada como o rácio entre o teor médio de carbono orgânico associado aos minerais na área da atividade e o teor máximo de carbono orgânico associado aos minerais na zona pedoambiental a que a área de atividade pertence, expresso em percentagem.

Para o efeito, podem ser utilizados os valores de saturação de carbono disponibilizados pela Comissão²⁴. Em alternativa, os operadores ou grupos de operadores podem medir os níveis de carbono orgânico associado aos minerais na área da atividade como o carbono orgânico associado à fração fina do solo (ou seja, limo e argila) que pode ser isolada por um fracionamento granulométrico (<53 micrómetros²⁵) do solo²⁶ e dividi-lo pelo teor máximo de

²² Breure, T.S., De Rosa, D., Panagos, P., Cotrufo, M.F., Jones, A. e Lugato, E., 2025. «Revisiting the soil carbon saturation concept to inform a risk index in European agricultural soils». *Nature Communications*, 16(1), p. 2538. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-57355-y>.

²³ <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/esdacviewer/euso-dashboard/dashboard-stage/>.

²⁴ *Ibidem*.

²⁵ Pode também utilizar-se a separação de carbono orgânico associado aos minerais abaixo de 63 micrómetros, bem como a separação por densidade entre 1,6 e 1,85 g cm⁻³.

²⁶ Lugato, E., Lavallee, J.M., Haddix, M.L. *et al.*, «Different climate sensitivity of particulate and mineral-associated soil organic matter». *Nat. Geosci.* 14, 295–300 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00744-x>.

carbono orgânico associado aos minerais na zona pedoambiental pertinente, tal como disponibilizado pela Comissão²⁷.

O indicador de vulnerabilidade é classificado do seguinte modo:

- (a) Reduzida, quando a saturação de carbono for inferior a 68 %;
- (b) Elevada, quando a saturação de carbono for igual ou superior a 68 %.

Com base na combinação dos indicadores de perigo e vulnerabilidade, a taxa de risco (expressa como a percentagem de carbono em risco de ser libertado) deve ser determinada em conformidade com o quadro 5.

Quadro 5

		Perigo	
		<i>Reduzido</i>	<i>Elevado</i>
Vulnerabilidade	<i>Reduzida</i>	2 %	6 %
	<i>Elevada</i>	4 %	10 %

Se a área da atividade estiver sujeita a um risco de inundação ou a uma suscetibilidade elevada ou muito elevada aos deslizamentos de terras, a taxa de risco indicada no quadro 5 deve ser multiplicada por 1,25; se a área da atividade estiver sujeita a ambas, a taxa de risco indicada no quadro 5 deve ser multiplicada por 1,5. Para o efeito, os operadores ou grupos de operadores devem utilizar mapas dos riscos de inundação e da suscetibilidade aos deslizamentos de terras disponibilizados pela Comissão²⁸ ou mapas nacionais.

Os grupos de operadores podem utilizar a média ponderada da taxa de risco em toda a área da atividade.

Se forem aplicadas práticas de atenuação dos riscos para além dos requisitos de elegibilidade e dos requisitos mínimos de sustentabilidade, como a utilização de culturas de raízes profundas e sequências de culturas diversificadas, os operadores ou grupos de operadores podem ajustar a taxa de risco com base na sua atividade. Para o efeito, a taxa de risco resultante dos conjuntos de dados disponibilizados pela Comissão pode ser reduzida multiplicando-a por um fator compreendido entre 0,8 e 1. Os sistemas de certificação podem fornecer orientações adicionais sobre estas práticas de atenuação dos riscos e o fator correspondente.

4.1.2. Florestação e agrossilvicultura

Os operadores ou grupos de operadores devem avaliar a adequação das espécies e a sua composição no início do período de atividade e no final do período de monitorização. Uma espécie de árvore é considerada adequada se as condições climáticas atuais e futuras se situarem dentro dos intervalos do nicho climático adequado modelizado para essa espécie ou para a sua proveniência prevista.

Para o efeito, pode ser utilizado o conjunto de dados sobre a adequação atual e futura das espécies, disponibilizado pela Comissão²⁹. Em alternativa, os operadores ou grupos de operadores podem utilizar avaliações nacionais específicas ou modelos de envelope climático cientificamente validados, publicados na literatura revista pelos pares e baseados em cenários

²⁷ <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/esdacviewer/euso-dashboard/dashboard-stage/>.

²⁸ *Ibidem*.

²⁹ <https://data.jrc.ec.europa.eu/collection/id-00445>.

climáticos modelizados no âmbito do patamar de concentração representativo 4.5 ou em cenários climáticos mais conservadores.

Os operadores ou grupos de operadores devem utilizar uma taxa de risco para a atividade com base nos conjuntos de dados disponibilizados pela Comissão³⁰.

Os grupos de operadores podem utilizar a média ponderada da taxa de risco em toda a área da atividade.

Se forem aplicadas práticas de atenuação dos riscos para além dos requisitos de elegibilidade e dos requisitos mínimos de sustentabilidade, tais como a coplantação de vegetação que iniba a infestação por pragas, a criação de corta-fogos e torres de vigia, e o pronto acesso a equipamento adequado de combate a incêndios, os operadores ou grupos de operadores podem ajustar a taxa de risco com base na sua atividade. Para o efeito, a taxa de risco resultante dos conjuntos de dados disponibilizados pela Comissão pode ser reduzida multiplicando-a por um fator compreendido entre 0,8 e 1. Os sistemas de certificação podem fornecer orientações adicionais sobre estas práticas de atenuação dos riscos e o fator correspondente.

4.2. Mecanismos de responsabilidade

No caso de atividades que geram um acréscimo líquido de remoção temporária de carbono, deve utilizar-se um mecanismo de responsabilidade para abranger os riscos de inversões que ocorram durante o período de monitorização e que afetem as unidades que foram negociadas, ou seja, que já não se encontram na conta do operador no registo.

Para o efeito, os operadores ou grupos de operadores devem participar numa reserva coletiva gerida por um sistema de certificação ou obter e manter uma cobertura suficiente ao abrigo de uma apólice de seguro ou de produtos de garantia comparáveis. A companhia de seguros ou garantia equivalente deve cumprir as regras pertinentes do mercado financeiro.

Se uma reserva coletiva for utilizada como mecanismo de responsabilidade, após cada auditoria de recertificação, os sistemas de certificação devem afetar à reserva coletiva uma percentagem de unidades pelo menos igual à taxa de risco estabelecida na avaliação dos riscos a que se referem os pontos 4.1.1 e 4.1.2. O sistema de certificação deve assegurar que, em caso de inversão inevitável e evitável das unidades de carbono subjacentes que tenham sido negociadas, essas unidades sejam substituídas por um número igual de unidades da reserva coletiva. Essas unidades devem ter, pelo menos, a mesma duração remanescente que as unidades afetadas pela inversão. No caso de inversões evitáveis para as quais tenham sido anuladas unidades da reserva coletiva, os operadores ou grupos de operadores são plenamente responsáveis pela reconstituição da reserva coletiva com um número equivalente de unidades com, pelo menos, a mesma duração que as unidades que foram anuladas.

Se o seguro for utilizado como mecanismo de responsabilidade, a companhia de seguros deve fornecer uma compensação financeira ou em espécie em caso de inversão inevitável das unidades de carbono subjacentes que foram negociadas. Em caso de compensação em espécie, as unidades devem ter, pelo menos, a mesma duração remanescente que as unidades afetadas pela inversão. Em caso de inversões evitáveis, os operadores são plenamente responsáveis.

Os sistemas de certificação devem avaliar os riscos de cessação antecipada da atividade, incluindo os riscos financeiros, de gestão e sociais. Com base nesta avaliação, devem estabelecer mecanismos de responsabilidade para dissuadir a cessação antecipada da atividade e fazer face a inversões evitáveis em caso de insolvência dos operadores.

³⁰ *Ibidem.*

Os sistemas de certificação devem assegurar a resiliência, a suficiência e a solvência da reserva coletiva, nomeadamente através de testes de esforço regulares da suficiência da cobertura dos riscos. Os sistemas de certificação devem publicar anualmente a composição da reserva coletiva, incluindo a percentagem de unidades atribuídas à carteira por data de emissão, região e tipo de atividade de carbonicultura. O teste de esforço avalia a resiliência da reserva coletiva a uma série de cenários de risco de inversão com base, nomeadamente, na gama de notações de risco, bem como em eventos de inversões significativas, que afetem as atividades associadas à reserva coletiva. O teste de esforço deve ser realizado pelo menos de cinco em cinco anos e no caso de um evento de inversões significativas. Se necessário, com base nos resultados do teste de esforço, os sistemas de certificação devem tomar medidas para fazer face aos riscos que afetam a resiliência, a suficiência e a solvência da reserva coletiva.

Após o termo do período de monitorização, as unidades constantes da reserva coletiva expiram e são canceladas no registo de certificação pertinente.

5. SUSTENTABILIDADE

5.1. Requisitos mínimos de sustentabilidade

Durante o período da atividade, os operadores devem cumprir os seguintes requisitos mínimos de sustentabilidade:

(a) Atenuação das alterações climáticas

Se a atividade incluir a conversão de terras cultivadas em pastagens a que se refere o ponto 1.1.1.1, alínea a), subalínea iii), os operadores não podem converter prados permanentes em terras cultivadas na área sob o seu controlo operacional.

No que diz respeito à reumidificação e à recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos, os operadores não podem reduzir artificialmente o lençol freático por meio de novos sistemas de drenagem na área sob o seu controlo operacional.

No caso das atividades de florestação, os operadores não podem converter terrenos florestais em terras cultivadas ou pastagens na área sob o seu controlo operacional.

Com exceção da turfa presente nos biorresíduos compostados ou utilizada como suporte de cultura em plântulas agroflorestais ou em viveiros de árvores, não pode ser utilizada turfa ou produtos que contenham turfa.

No caso da agricultura em solos minerais, os operadores não podem queimar restolho.

(b) Adaptação às alterações climáticas

A atividade deve ser coerente com as estratégias e os planos de adaptação locais, setoriais, regionais ou nacionais, em conformidade com a legislação nacional.

(c) Utilização sustentável e proteção dos recursos hídricos e marinhos.

Os riscos de degradação ambiental relacionados com a preservação da qualidade da água e a prevenção do estresse hídrico devem ser identificados e tratados em conformidade com a diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho³¹ e com um plano de gestão de bacia hidrográfica, elaborado em conformidade com essa diretiva.

³¹ Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água (JO L 327 de 22.12.2000, p. 1, ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>).

A atividade não deve prejudicar a consecução de um bom estado ambiental das águas marinhas nem deteriorar as águas marinhas que já se encontram em bom estado ambiental, na aceção do artigo 3.º, ponto 5, da Diretiva 2008/56/CE do Parlamento Europeu e do Conselho³².

Se a atividade tiver obtido uma aprovação que enfrente o risco de degradação ambiental na sequência de uma avaliação de impacto ambiental em conformidade com a Diretiva 2011/92/UE do Parlamento Europeu e do Conselho³³ que inclua uma avaliação de impacto na água ou nas águas marinhas em conformidade com a Diretiva 2000/60/CE ou a Diretiva 2008/56/CE, respetivamente, não é necessária uma avaliação adicional do impacto na água.

- (d) Transição para uma economia circular, incluindo a utilização eficiente de biomateriais de origem sustentável

Não são aplicáveis requisitos mínimos.

- (e) Prevenção e controlo da poluição

No caso da agricultura e da agrossilvicultura em solos minerais e das práticas relacionadas com a reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos a que se refere o ponto 1.1.2.1, segundo parágrafo, a atividade deve cumprir as medidas obrigatórias previstas nos programas de ação nacionais estabelecidos ao abrigo da Diretiva 91/676/CEE do Conselho³⁴. A poluição causada pela aplicação de produtos fitofarmacêuticos (PFF) não deve aumentar, em média, durante o período de atividade, em comparação com um valor de referência. Para o efeito, o valor de referência deve pressupor a continuação da aplicação de PFF registada durante o mesmo período de referência que é utilizado para calcular o valor de referência referido no ponto 2.3.1 e pode refletir a aplicação de PFF necessária para controlar surtos de pragas, doenças e espécies exóticas invasoras ocorridos durante o período da atividade.

No que diz respeito às práticas relacionadas com a reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos a que se refere o ponto 1.1.2.1, primeiro parágrafo, a atividade só pode utilizar pesticidas se tal for necessário para controlar surtos em grande escala de pragas, doenças e espécies exóticas invasoras e não pode utilizar fertilizantes nem estrume.

No caso da florestação, a atividade só pode utilizar pesticidas se tal for necessário para controlar surtos de espécies exóticas invasoras ou pragas de quarentena ou surtos em grande escala de pragas ou doenças. A atividade não deve utilizar fertilizantes, exceto quando sejam necessários para garantir a sobrevivência e o crescimento de plântulas, nomeadamente em zonas afetadas pela desertificação, ou quando existam desequilíbrios específicos de nutrientes prejudiciais à saúde das árvores. Nesse caso, a atividade pode utilizar biocinzas derivadas de biomassa não tratada e fertilizantes orgânicos, exceto chorume animal ou estrumes líquidos. A atividade deve cumprir o Regulamento (UE) 2019/1009 e as regras nacionais em matéria de fertilizantes, bem como a legislação da União e nacional em matéria de ingredientes ativos.

³² Diretiva 2008/56/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de junho de 2008, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política para o meio marinho (Diretiva-Quadro Estratégia Marinha) (JO L 164 de 25.6.2008, p. 19, ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/56/oj>).

³³ Diretiva 2011/92/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de dezembro de 2011, relativa à avaliação dos efeitos de determinados projetos públicos e privados no ambiente (JO L 26 de 28.1.2012, p. 1, ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2011/92/oj>).

³⁴ Diretiva 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro de 1991, relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola (JO L 375 de 31.12.1991, p. 11, ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/1991/676/oj>).

Sempre que sejam necessários pesticidas, devem ser privilegiadas outras abordagens ou técnicas, tais como alternativas não químicas aos pesticidas, em conformidade com a Diretiva 2009/128/CE.

- (f) Proteção e restauro da biodiversidade e dos ecossistemas, incluindo a saúde dos solos, bem como prevenção da degradação dos solos

Nas zonas designadas pela autoridade nacional competente como zonas de conservação ou como *habitats* protegidos, a atividade deve ser realizada em conformidade com os objetivos de conservação para essas zonas.

A atividade exclui a utilização ou libertação de espécies exóticas invasoras em conformidade com o Regulamento (UE) n.º 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho³⁵.

No caso da agricultura e da agrossilvicultura em solos minerais e da reumidificação e restauração de turfeiras e de outros solos orgânicos, a atividade não deve resultar na conversão de *habitats* especificamente sensíveis à perda de biodiversidade ou com elevado valor de conservação.

No caso da florestação, a atividade não deve resultar na deterioração do estado de conservação de *habitats* e espécies especificamente sensíveis à perda de biodiversidade ou com elevado valor de conservação, nem na deterioração de zonas designadas para o restauro desses *habitats* e espécies em conformidade com o direito nacional e da União, nem ainda na deterioração da madeira morta ou numa degradação significativa do solo.

Ademais, no caso das práticas relacionadas com a reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos a que se refere o ponto 1.1.2.1, primeiro parágrafo, a atividade deve estar em consonância com os objetivos e requisitos de restauro aplicáveis ao abrigo do direito da União e do direito nacional.

5.2. Benefícios conexos para a proteção e restauro da biodiversidade e dos ecossistemas, incluindo a saúde dos solos, bem como prevenção da degradação dos solos

Os operadores ou grupos de operadores devem usar uma ou mais das seguintes opções para demonstrar a conformidade da atividade com a obrigação de gerar benefícios conexos para a proteção e o restauro da biodiversidade e dos ecossistemas, incluindo a saúde dos solos e a prevenção da degradação dos solos, e para comunicar esses benefícios conexos:

- (a) Pelo menos uma prática foi demonstrada em literatura científica revista pelos pares, incluindo documentos de síntese, metaestudos ou meta-análises, como, se for caso disso, a biblioteca de provas da Comissão³⁶, como tendo impactos benéficos para a proteção ou o restauro da biodiversidade quando realizada em ecossistemas e condições edafoclimáticas semelhantes;
- (b) Pelo menos uma prática corresponde a uma tipologia de medidas a que se refere o ponto 14.4 do anexo do Regulamento de Execução (UE) 2025/912 da Comissão³⁷ e

³⁵ Regulamento (UE) n.º 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2014, relativo à prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras (JO L 317 de 4.11.2014, p. 35, ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/1143/oj>).

³⁶ https://datam.jrc.ec.europa.eu/datam/mashup/JRC_FP_EVIDENCE_LIBRARY/index.html.

³⁷ Regulamento de Execução (UE) 2025/912 da Comissão, de 19 de maio de 2025, que estabelece regras de execução do Regulamento (UE) 2024/1991 do Parlamento Europeu e do Conselho no respeitante a um modelo uniforme para o plano nacional de restauro (JO L, 2025/912, 20.5.2025, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2025/912/oj). As tipologias das medidas estão disponíveis em

contribui ativa ou passivamente para o «restauro» do ecossistema, na aceção do artigo 3.º, ponto 3, do Regulamento (UE) 2024/1991 do Parlamento Europeu e do Conselho³⁸;

- (c) Pelo menos uma prática está alinhada com os planos de gestão e outras medidas de execução ao abrigo da Diretiva 2009/147/CE do Parlamento Europeu e do Conselho³⁹ e da Diretiva 92/43/CEE do Conselho⁴⁰ que satisfaçam as exigências ecológicas dos *habitats* naturais, tal como descrito no artigo 6.º da Diretiva 92/43/CEE, ou foi demonstrado qualitativamente que contribui para melhorar o estado ou manter um bom estado de um tipo de *habitat* ou de um *habitat* de espécies de interesse para a União, utilizando metodologias estabelecidas, como as previstas nessas diretivas, ou a metodologia à escala da União para cartografar e avaliar o estado dos ecossistemas para outros ecossistemas⁴¹;
- (d) No caso da florestação, além das opções descritas nas alíneas a), b) e c), considera-se que cada uma das práticas que se seguem produz benefícios conexos para a proteção e o restauro da biodiversidade e dos ecossistemas, incluindo a saúde dos solos e a prevenção da degradação dos solos:
 - (a) florestação com, pelo menos, três espécies de árvores, em que cada espécie de árvore utilizado cobre, pelo menos, 20 % da composição total das espécies, de forma a que a composição das espécies seja mantida ao longo de todo o período de monitorização,
 - (b) manutenção de espécies pioneiras em zonas de florestas abertas e solos nus,
 - (c) manutenção no local de árvores danificadas pelo vento e de madeira morta,
 - (d) promoção da regeneração natural,
 - (e) manutenção de zonas-tampão ripícolas ao longo de efluentes na área da atividade.

5.3. Outros benefícios conexos para a sustentabilidade

5.3.1. Demonstração de outros benefícios conexos para a sustentabilidade

Os operadores ou grupos de operadores podem comunicar outros benefícios conexos para os objetivos de sustentabilidade. Esses benefícios conexos podem ser demonstrados através de:

- (a) Uma abordagem baseada na atividade: parte-se do princípio de que a aplicação de uma prática específica resulta no benefício conexo; ou
- (b) Uma abordagem baseada nos resultados: o benefício conexo é quantificado mostrando as melhorias em relação aos indicadores de sustentabilidade pertinentes.

<https://biodiversity.europa.eu/europes-biodiversity/nature-restoration/reference-portal-for-nature-restoration-regulation/documentation>.

³⁸ Regulamento (UE) 2024/1991 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de junho de 2024, relativo ao restauro da natureza e que altera o Regulamento (UE) 2022/869 (JO L, 2024/1991, 29.7.2024, ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj>).

³⁹ Diretiva 2009/147/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de novembro de 2009, relativa à conservação das aves selvagens (JO L 20 de 26.1.2010, p. 7, ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/147/oj>).

⁴⁰ Diretiva 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio de 1992, relativa à preservação dos *habitats* naturais e da fauna e da flora selvagens (JO L 206 de 22.7.1992, p. 7, ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/1992/43/oj>).

⁴¹ Vallecillo *et al.*, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/13048>.

Caso seja utilizada a abordagem baseada na atividade a que se refere o primeiro parágrafo, alínea a), deve ter sido demonstrado na literatura científica revista pelos pares, incluindo documentos de síntese, metaestudos ou meta-análises, como, se for caso disso, a biblioteca de provas da Comissão, que a prática tem impactos benéficos para os objetivos de sustentabilidade pertinentes quando realizada em condições edafoclimáticas semelhantes.

Caso seja utilizada uma abordagem baseada nos resultados a que se refere o primeiro parágrafo, alínea b), os indicadores de sustentabilidade devem ser coerentes com os indicadores e as metodologias aplicáveis ao abrigo da legislação nacional e da União, como a Diretiva (UE) 2025/2360 do Parlamento Europeu e do Conselho⁴² ou o Regulamento (UE) 2024/1991.

Os sistemas de certificação devem permitir a partilha de conhecimentos sobre as abordagens utilizadas para demonstrar os benefícios conexos.

5.3.2. *Exemplos de benefícios conexos da agricultura e da agrossilvicultura para a sustentabilidade em solos minerais*

A seguinte lista não exaustiva inclui exemplos de benefícios conexos para os objetivos de sustentabilidade:

- (a) Atenuação das alterações climáticas, além do acréscimo líquido de remoção temporária de carbono e do acréscimo líquido de redução das emissões dos solos gerado através da atividade, resultando:
 - i) numa redução das emissões de GEE relacionadas com a utilização de máquinas e energia nas explorações agrícolas,
 - ii) numa redução das emissões de GEE relacionadas com a produção de fertilizantes;
- (b) Adaptação às alterações climáticas, nomeadamente:
 - i) melhoria da retenção de água,
 - ii) prevenção da compactação e erosão do solo;
- (c) Utilização sustentável e proteção dos recursos hídricos e marinhos, nomeadamente:
 - i) melhoria da eficiência no uso da água e aumento da disponibilidade de água,
 - ii) melhoria da infiltração nas águas subterrâneas e da qualidade da água;
- (d) Transição para uma economia circular, incluindo a utilização eficiente de biomateriais de origem sustentável, como a utilização de:
 - i) menos recursos ou de produtos reutilizados e reciclados certificados,
 - ii) produtos fertilizantes fabricados a partir de materiais valorizados;
- (e) Prevenção e controlo da poluição, incluindo a redução da poluição atmosférica, do solo ou da água;
- (f) Proteção e restauro da biodiversidade e dos ecossistemas, incluindo a saúde dos solos, bem como prevenção da degradação dos solos, resultando:
 - i) numa melhoria do índice de borboletas dos prados,

⁴² Diretiva (UE) 2025/2360 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de novembro de 2025, relativa à monitorização e à resiliência do solo (Diretiva Monitorização do Solo) (JO L, 2025/2360, 26.11.2025, ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2025/2360/oj>).

- ii) numa melhoria da percentagem de terras agrícolas constituídas por elementos paisagísticos de grande diversidade,
- iii) numa melhoria do índice de aves em área agrícola,
- iv) numa melhoria do estado ecológico do solo.

5.3.3. *Exemplos de benefícios conexos para a sustentabilidade resultantes da reumidificação e recuperação de turfeiras e de outros solos orgânicos*

A seguinte lista não exaustiva inclui exemplos de benefícios conexos para os objetivos de sustentabilidade:

- (a) Atenuação das alterações climáticas, para além das reduções líquidas das emissões dos solos geradas pela atividade, resultando:
 - i) numa redução das emissões de GEE relacionadas com a utilização de máquinas e energia nas explorações agrícolas,
 - ii) numa redução das emissões de metano resultantes da reumidificação⁴³;
- (b) Adaptação às alterações climáticas, nomeadamente:
 - i) aumento da refrigeração por evaporação de água e aumento da condutividade térmica do solo/turfa,
 - ii) gestão dos riscos de catástrofes, através do cumprimento dos critérios técnicos de avaliação estabelecidos no anexo I, ponto 3.1, do Regulamento Delegado (UE) 2023/2486 da Comissão⁴⁴;
- (c) Utilização sustentável e proteção dos recursos hídricos e marinhos, nomeadamente:
 - i) melhoria da disponibilidade de água e da eficiência no uso da água,
 - ii) aumento da retenção de água e diminuição do risco de inundações,
 - iii) melhoria da qualidade da água,
 - iv) aumento do escoamento de base;
- (d) Transição para uma economia circular, incluindo a utilização eficiente de biomateriais de origem sustentável, como a utilização de:
 - i) biomassa proveniente da paludicultura,
 - ii) partes de plantas mortas, resíduos de culturas ou composto como fertilizante orgânico,

⁴³ Por exemplo, através de práticas incluídas no Relatório Técnico Ramsar — Convenção sobre as Zonas Húmidas. (2021). *Global guidelines for peatland rewetting and restoration*, Ramsar Technical Report N.º 11, Gland, Suíça, Secretariado da Convenção sobre Zonas Húmidas.

⁴⁴ Regulamento Delegado (UE) 2023/2486 da Comissão, de 27 de junho de 2023, que completa o Regulamento (UE) 2020/852 do Parlamento Europeu e do Conselho mediante o estabelecimento de critérios técnicos de avaliação para determinar em que condições uma atividade económica é qualificada como contribuindo substancialmente para a utilização sustentável e a proteção dos recursos hídricos e marinhos, para a transição para uma economia circular, para a prevenção e o controlo da poluição ou para a proteção e o restauro da biodiversidade e dos ecossistemas e estabelecer se essa atividade económica não prejudica significativamente o cumprimento de nenhum dos outros objetivos ambientais e que altera o Regulamento Delegado (UE) 2021/2178 da Comissão no respeitante à divulgação pública de informações específicas relativas a essas atividades económicas (JO L, 2023/2486, 21.11.2023, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg_del/2023/2486/oj).

- iii) materiais recuperados;
- (e) Prevenção e controlo da poluição, nomeadamente:
 - i) se o solo antes da reumidificação estava a ser utilizado para fins agrícolas, a prevenção ou redução das emissões nocivas de fósforo para as águas de superfície,
 - ii) redução da poluição atmosférica, do solo ou da água,
 - iii) prevenção da compactação do solo;
- (f) Proteção e restauro da biodiversidade e dos ecossistemas, incluindo a saúde dos solos, bem como prevenção da degradação dos solos, resultante no seguinte:
 - i) numa melhoria do índice de borboletas dos prados,
 - ii) numa melhoria da percentagem de terras agrícolas constituídas por elementos paisagísticos de grande diversidade,
 - iii) numa melhoria do índice de aves em área agrícola,
 - iv) no que diz respeito à paludicultura, numa melhoria da estrutura do *habitat*, da riqueza de espécies e da função do ecossistema.

5.3.4. *Exemplos de benefícios conexos da florestação para a sustentabilidade*

A seguinte lista não exaustiva inclui exemplos de benefícios conexos para os objetivos de sustentabilidade:

- (a) Atenuação das alterações climáticas, além do acréscimo líquido de remoção temporária de carbono e do acréscimo líquido de redução das emissões dos solos gerado através da atividade, resultando no seguinte:
 - i) numa redução das emissões de GEE resultantes da não utilização de fertilizantes, nos casos em que tal não seja obrigatório ao abrigo da legislação nacional,
 - ii) numa redução das emissões de GEE resultantes da utilização de plantas jovens sem turfa,
 - iii) numa redução das emissões de GEE relacionadas com a utilização de máquinas e de energia,
 - iv) aumento do armazenamento de carbono em madeira morta e/ou manta morta;
- (b) Adaptação às alterações climáticas, nomeadamente:
 - i) melhoria da prevenção de inundações e da circulação da água,
 - ii) regulação do microclima,
 - iii) melhoria da resiliência;
- (c) Utilização sustentável e proteção dos recursos hídricos e marinhos, nomeadamente:
 - i) melhoria da qualidade da água,
 - ii) melhoria da retenção de água e redução do risco de inundações,
 - iii) proteção dos ecossistemas marinhos;
- (d) Transição para uma economia circular, incluindo a utilização eficiente de biomateriais de origem sustentável, nomeadamente:

- i) produção sustentável de biomassa,
 - ii) valorização energética de qualquer material natural (orgânico) inflamável e de outros resíduos adequados,
 - iii) utilização de produtos reutilizáveis, recicláveis ou reciclados certificados, por exemplo vasos para plantas e protetores de árvores;
- (e) Prevenção e controlo da poluição, nomeadamente:
 - i) uma limitação da produção de resíduos,
 - ii) redução da poluição atmosférica, do solo ou da água;
- (f) Proteção e restauro da biodiversidade e dos ecossistemas, incluindo a saúde dos solos, bem como prevenção da degradação dos solos, resultante no seguinte:
 - i) numa melhoria da madeira morta em pé,
 - ii) numa melhoria da madeira morta caída,
 - iii) numa melhoria da percentagem de florestas com estrutura etária heterogénea,
 - iv) numa melhoria da conectividade florestal,
 - v) numa melhoria da percentagem de florestas dominadas por espécies arbóreas autóctones,
 - vi) numa melhoria da diversidade das espécies arbóreas,
 - vii) numa melhoria do índice de aves comuns de zonas florestais.