
GL-MS-012 – QA/QC e Dados Oficiais

Versão: 1.0

Data: Setembro de 2025

Desenvolvido por: Flávio Alfaro

Base normativa:

- Core Carbon Principles (ICVCM)
- ICROA Code of Best Practice
- CORSIA
- ISO 14064-2

Integrações metodológicas:

- GL-M-001 — Núcleo REDD (modelo ex-post por estoque conservado)
- GL-MC-004 — Cálculo/relato (AGB→C→CO₂eT; máscaras e rastreabilidade)
- Anexo Leakage da GL-MC-004 — Classe → gate de risco de vazamento
- GL-MS-002 — Adicionalidade e gates (condicionar/reter)
- GL-MS-005 — Credenciamento e supervisão de VVBs
- GL-MS-007 — Compliance jurídico (SCJ-GC)
- GL-MS-011 — Requisitos nacionais e Art. 6 (integração SBCE)

Co-benefícios:

- Avaliados de forma opt-in com base no padrão CCB (Climate, Community & Biodiversity Standards)
- Operacionalizados exclusivamente pelo Greenline Institute (GLI)

GREENLINE CARBONSAT
Setembro de 2025

Informação Documento

1.2	Escopo de aplicação (metodologia global).....	5
1.3	Nota explicativa sobre MRV (encaixe modular)	5
1.4	Definições essenciais.....	6
1.6	Box metodológico — Fluxo resumido (global + Country Packs)	6
2.	Regras de uso de dados oficiais (versão ajustada).....	7
2.1	Seleção de fontes (regra global)	8
2.2	Exclusividade e vedação	8
2.3	Metadados mínimos obrigatórios.....	8
2.4	Versionamento e proveniência	8
2.5	Pré-processamento e integridade.....	9
3.	QA/QC: critérios objetivos	11
3.1	Estrutura geral de QA/QC	11
3.2	Critérios de cobertura espacial e temporal	11
3.3	Consistência e tratamento de gaps/outliers	11
3.4	Quadro de decisão — aceitação/condicionamento/rejeição	12
3.5	Auditorias e amostragens	12
3.6	Relatórios de inconsistência e rastreabilidade	12
3.7	Relação com o Anexo Leakage (GL-MC-004)	13
4.	Fator Técnico de Confiança (FTC).....	14
4.1	Conceito e finalidade	14
4.2	Estrutura, componentes e fórmula.....	14
4.3	Limiar e interpretação do FTC	15
4.4	Cálculo, evidências e publicação.....	15
4.5	Revisões, pesos e prospectividade	15
5.	Incerteza (aplicação operacional).....	17
5.1	Conceito e enquadramento.....	17
5.2	Classificação operacional da incerteza	17
5.3	Propagação e compatibilidade com o GL-MC-004	18
5.4	Critérios de evidência mínima	18
5.5	Relação entre incerteza e decisão do ciclo	19
5.6	Registro e publicação	19
6.	Evidências, Reprodutibilidade e Indicadores (VVB)	20

6.1	Pacote de QA/QC por ciclo (conteúdo mínimo).....	20
6.2	Trilhas de auditoria e reprodutibilidade	20
6.3	Publicação de metadados (registro Greenline Carbonsat).....	20
6.4	Indicadores de Governança e Verificação (VVB).....	21
6.5	Encerramento e interface com o checklist (5.4).....	23
7.	Remissões Essenciais	24
7.1	GL-GR-010 — Catálogo Global de Dados e Country Packs	24
7.2	GL-MC-004 — Metodologia de Cálculos (AGB → C → CO ₂ eT) e Anexo Leakage.....	24
7.3	GL-MS-002 — Adicionalidade e Gates	24
7.4	GL-MS-005 — Credenciamento e Supervisão de VVBs.....	24
7.5	GL-MS-007 — Compliance Jurídico (SCJ-GC).....	25
7.6	GL-MS-011 — Integração Nacional e Artigo 6.....	25
7.7	GL-MS-003 — Co-benefícios (opt-in, governança GLI).....	25
7.8	Relacionamentos transversais e integração modular	25
7.9	Prospectividade e rastreabilidade global.....	26
Anexo A	— Matriz sintética de fontes oficiais	27
Anexo B	— Fator técnico de confiança (ftc): Formula e exemplo curto	28
Anexo C	— Modelo de metadados do ciclo (publicação)	29
Anexo D	— Checklist rápido de QA/QC.....	30
D.2	— gates e evidências — atendimento ao 5.4 da gl-m-001 / 002.....	31
Anexo E	— Quadro de indicadores (kpi) de QA/QC e VVB.....	32

1. Objetivo e Escopo

1.1 Objetivo

Estabelecer requisitos de Garantia e Controle de Qualidade (QA/QC) para dados oficiais utilizados em projetos sob o Núcleo GL-M-001, assegurando integridade, reprodutibilidade e rastreabilidade por critérios objetivos (incluindo FTC) e metadados padronizados.

1.2 Escopo de aplicação (metodologia global)

Aplica-se globalmente a projetos Greenline Carbonsat, independentemente da jurisdição. A seleção e o uso de fontes oficiais seguem o GL-GR-010 (Catálogo Global de Dados) e seus Country Packs, que especificam requisitos, parâmetros e exceções por país/região.

Abrange dados remotos globais (agências e programas internacionais reconhecidos) e cadastros públicos oficiais definidos nos Country Packs. Dados brutos não são publicados; apenas metadados auditáveis.

1.3 Nota explicativa sobre MRV (encaixe modular)

A **GL-MS-012** integra o sistema de Monitoring, Reporting and Verification (MRV) da Greenline, disciplinando qualidade e rastreabilidade dos dados, mas não constitui o MRV completo. Complementos:

- GL-MS-004 (anexo Leakage (cálculos/relato $AGB \rightarrow C \rightarrow CO_2eT$));
- GL-MS-002 (gates/adicionalidade), GL-MS-004 (leakage);
- GL-MS-005 (VVBs) e GL-MS-007 (compliance jurídico);
- GL-MS-011 (requisitos nacionais/Art. 6) e GL-GR-010 + Country Packs (fontes/parâmetros por país);
- GL-MS-003 (co-benefícios, opt-in, governança GLI): índices e métricas socioambientais permanecem na 003; a 012 exige metadados e rastreabilidade quando tais métricas utilizarem fontes oficiais ou estatísticas públicas.

1.4 Definições essenciais

QA: atividades para assegurar que processos/dados atendem padrões de qualidade.

QC: controles operacionais por ciclo.

FTC: índice objetivo (cobertura, atualização, acurácia/validação, consistência).

Metadados mínimos: URI, versão, hash, changelog, responsável.

1.5 Princípios transversais

Integridade (fontes oficiais e auditáveis); Reprodutibilidade (URI/hash/changelog);

Transparência (metadados públicos por ciclo);

Independência (VVBs credenciados, rotação/auditorias);

Prospectividade (mudanças aplicáveis apenas a ciclos futuros).

1.6 Box metodológico — Fluxo resumido (global + Country Packs)

1. Seleção de fontes oficiais via GL-GR-010 + Country Pack aplicável
2. Aplicação de QA/QC (GL-MS-012) e cálculo do FTC
3. Cálculos ex-post (GL-MC-004)
4. Gates (GL-MS-002), Leakage (GL-MC-004 – Anexo Leakage), Compliance (GL-MS-007)
5. Relato do ciclo (GL-M-001)
6. Verificação independente (GL-MS-005)
7. Registro digital + publicação de metadados (Carbonsat)

(Se optado) Co-benefícios (GL-MS-003/GLI) → publicar metadados das fontes e outputs correspondentes

Legendas e Siglas

- *MRV — Monitoring, Reporting and Verification: sistema modular de monitoramento, relato e verificação.*
- *QA/QC — Quality Assurance / Quality Control: garantia e controle de qualidade de dados.*
- *FTC — Fator Técnico de Confiança: índice objetivo de qualidade de dados.*
- *GL-GR-010 — Catálogo Global de Dados Greenline (com Country Packs).*
- *Country Pack — Pacote de parâmetros e fontes oficiais por país/região do GL-GR-010.*
- *GL-M-001 — Núcleo metodológico de créditos por estoque conservado.*
- *GL-MC-004 — Metodologia de Cálculos (AGB→C→CO₂eT) e Anexo Leakage.*
- *GL-MS-002 / 005 / 007 / 011 / 003 — Módulos de gates, VVBs, compliance jurídico, integração nacional/Art. 6 e co-benefícios (opt-in/GLI).*
- *AGB — Above-Ground Biomass: biomassa acima do solo.*
- *CO₂eT — Estoque conservado de CO₂ equivalente (ex-post).*

2. Regras de uso de dados oficiais (versão ajustada)

2.1 Seleção de fontes (regra global)

- a) A seleção e elegibilidade de fontes seguem o GL-GR-010 (Catálogo Global) e os Country Packs.
- b) É vedado usar fonte não listada no 010, salvo inclusão via fast-track do próprio 010.
- c) Dados devem ser publicamente auditáveis e ter documentação técnica acessível.

2.2 Exclusividade e vedação

- a) Exclusividade de dados oficiais: somente bases oficiais reconhecidas no GL-GR-010.
- b) Inventário de campo é vedado para cálculo e comparação; somente dados oficiais do GL-GR-010 são elegíveis.
- c) Agregadores/derivações de terceiros: proibidos, exceto se oficialmente reconhecidos e listados no GL-GR-010.
- d) Exclusividade: usar apenas fontes listadas no GL-GR-010 / Country Pack, ou incluir via *fast-track* do 010.

2.3 Metadados mínimos obrigatórios

- a) URI, versão, hash (ou checksum), changelog (nota de versão) e responsável.
- b) Datas: coleta/ingestão e liberação oficial.
- c) CRS e unidade de medida.
- d) Licença/termos de uso.
- e) FTC e classe de incerteza publicados nos metadados do ciclo.

2.4 Versionamento e proveniência

- a) Camadas com versão imutável (pin) e hash registrados.
- b) Processamentos internos geram artefatos reprodutíveis (scripts + checksums).
- c) Prospectividade: versões novas valem apenas para ciclos futuros.

2.5 Pré-processamento e integridade

- a) Permitidos: recorte, reprojeção, reamostragem, filtragem documentada, máscaras conforme **GL-MC-004**.
- b) Gaps/outliers: tratar conforme 3.3, com log e justificativa.
- c) É vedada alteração que mude o significado técnico da variável.

2.6 Conciliação entre fontes

- a) Prioridade conforme GL-GR-010/Country Pack.
- b) Conflitos residuais exigem nota técnica (diagnóstico, impacto, decisão, evidências).
- c) Preservar consistência temporal e espacial do pacote.

2.7 Publicação e acesso

- a) Dados brutos não são publicados.
- b) Publicam-se metadados: URI, versão, hash, changelog, FTC, incerteza, datas, responsável.
- c) Pacotes reprodutíveis ficam disponíveis à VVB sob escopo de verificação.

2.8 Segurança e retenção documental

- a) Trilha de auditoria (logs) por ciclo.
- b) Retenção mínima: conforme política do registro Greenline Carbonsat (\geq período de auditoria).
- c) Em componentes opt-in, publicar somente metadados (conformidade a normas de proteção de dados).

2.9 Inclusão rápida (fast-track) de novas fontes

- a) Solicitação via GL-GR-010 com documentação, testes e FTC preliminar.
- b) Uso em ciclo oficial apenas após inclusão no 010/Country Pack.

2.10 Requisitos para suporte ao Anexo Leakage (GL-MC-004)

- a) Camadas que alimentam o Anexo Leakage cumprem integralmente 2.1–2.9.
- b) A 012 responde por qualidade e rastreabilidade; a classe→gate é definida no **GL-MC-004 – Anexo Leakage**.
- c) Metadados devem referenciar explicitamente o Anexo Leakage quando aplicável.

2.11 Conformidade e bloqueios

- a) Falhas de metadados, FTC abaixo do limiar ou violação de 2.1–2.2 ⇒ condicionamento ou rejeição (ver 3.4 e 4.1/4.3).
- b) O ciclo só avança com o quadro de decisão por camada completo (Checklist D.2).

Legendas e Siglas

- *URI — Uniform Resource Identifier: identificador único do recurso.*
- *Hash — Impressão digital criptográfica do arquivo/dado.*
- *Changelog — Registro de alterações/versionamento.*
- *CRS — Coordinate Reference System: sistema de referência cartográfica.*
- *Pin — Fixação de versão imutável para rastreabilidade.*
- *Fast-track — Procedimento ágil de inclusão de novas fontes no GL-GR-010.*
- *VVB — Validation & Verification Body: entidade independente de verificação/validação.*

3. QA/QC: critérios objetivos

3.1 Estrutura geral de QA/QC

O controle de qualidade segue abordagem modular baseada em:

- a) QA (Quality Assurance): procedimentos de garantia de integridade e rastreabilidade das fontes, aplicados antes do uso.
- b) QC (Quality Control): verificação da consistência e confiabilidade dos dados em cada ciclo, com registros de logs e auditorias amostrais.
- c) FTC (Fator Técnico de Confiança): índice quantitativo de qualidade, calculado conforme o Anexo B e publicado com os metadados do ciclo.

3.2 Critérios de cobertura espacial e temporal

- a) Dados devem cobrir 100 % da área do projeto e do raio de análise definido no **GL-MC-004**.
- b) Séries temporais devem ser completas dentro da janela histórica do ciclo (36 meses padrão, conforme GL-MS-002).
- c) Ausência de cobertura ou interrupção temporal superior a 5 % exige justificativa técnica e pode levar a condicionamento do ciclo.

3.3 Consistência e tratamento de gaps/outliers

- a) Inconsistências, valores nulos ou anômalos devem ser identificados e documentados em log de QC.
- b) Gaps inferiores a 5 % da área ou do tempo podem ser interpolados por métodos oficiais descritos no **GL-GR-010**.
- c) Gaps superiores a 5 % ou falhas em regiões críticas tornam a camada condicionada ($FTC < \text{limiar}$).
- d) Outliers persistentes exigem nota técnica justificando exclusão ou correção.
- e) Nenhum dado pode ser modificado fora dos limites do 010.

3.4 Quadro de decisão — aceitação/condicionamento/rejeição

Cada camada utilizada no ciclo deve ser avaliada segundo a matriz abaixo, com base no **FTC** e nos critérios de QA/QC:

Condição observada	FTC calculado	Decisão	Evidência exigida	Situação no ciclo
Cobertura e consistência integrais; sem gaps > 5 %; documentação completa	$\geq 0,80$	Aceitar	Planilha FTC + logs QC	Emitir créditos normalmente
Gaps ≤ 10 %, inconsistências localizadas; FTC moderado	0,65 – 0,79	Condicionar	Nota técnica + plano de mitigação	Emitir com ressalva (5.4 da GL-MS-002)
Cobertura < 90 %, inconsistência generalizada, FTC baixo	< 0,65	Rejeitar	Parecer de QA/QC	Reter até novo ciclo

3.5 Auditorias e amostragens

- a) A amostragem mínima para auditoria de QA/QC é definida conforme o risco de cada camada, baseado no FTC (quanto menor o índice, maior a amostra).
- b) VVBs podem aplicar amostragem adicional quando o $FTC < 0,80$.
- c) Logs e amostras auditadas devem ser arquivados por ciclo no pacote de QA/QC.

3.6 Relatórios de inconsistência e rastreabilidade

- a) Todo ciclo deve gerar relatório de QA/QC, contendo: i) resumo de inconsistências detectadas; ii) planilha FTC; iii) ações corretivas; iv) evidências de reprodutibilidade.
- b) O relatório é arquivado no registro Carbonsat e disponibilizado à VVB.

3.7 Relação com o Anexo Leakage (GL-MC-004)

- a) As camadas de risco usadas no Anexo Leakage seguem integralmente estes critérios.
- b) A **GL-MS-012** responde pela qualidade e rastreabilidade dos dados; a classificação de risco (classe → gate) é competência do Anexo Leakage.
- c) O FTC e o status de QA/QC dessas camadas devem constar explicitamente nos metadados do ciclo.

Legendas e Siglas

- *QC Log — Registro de verificações, inconsistências e ações corretivas.*
- *Leakage Anexo — Seção da GL-MC-004 responsável pela análise de vazamento.*
- *FTC min — Valor mínimo de FTC aceitável (0,65 por padrão).*
- *Plano de mitigação — Documento técnico propondo correções para camadas condicionadas.*
- *Ciclo — Período oficial de monitoramento e verificação de dados Greenline Carbonsat.*

4. Fator Técnico de Confiança (FTC)

SSOT (Single Source of Truth): A GL-MS-012 é a fonte única do FTC; outras metodologias não devem replicar a fórmula. O FTC final é publicado nos metadados do ciclo (Anexo C).

4.1 Conceito e finalidade

O Fator Técnico de Confiança (FTC) é o índice quantitativo de qualidade dos dados oficiais utilizados em cada ciclo sob a Greenline Carbonsat. O FTC consolida, por camada de dados, a confiabilidade técnica com base em cobertura (COV), atualização (UPD), acurácia/validação (ACC) e consistência (CON).

O FTC orienta o quadro de decisão por camada (ver 3.4) — aceitar, condicionar ou rejeitar — e subsidia o gate de qualidade de dados na **GL-MS-002**.

4.2 Estrutura, componentes e fórmula

Cada componente recebe nota entre 0,00 e 1,00 (critérios objetivos detalhados no Anexo B) e ponderação fixa:

Componente	Símbolo	Peso	Descrição sucinta
Cobertura	COV	0,35	Cobertura espacial/temporal efetiva da área do projeto e janela do ciclo.
Atualização	UPD	0,25	Tempestividade: diferença entre liberação oficial e ingestão, aderência à frequência oficial.
Acurácia / Validação	ACC	0,25	Incerteza declarada, validações oficiais/intercomparações, erros reportados (p.ex., RMSE/MAE).
Consistência	CON	0,15	Concordância espacial/temporal e entre camadas; ausência de anomalias não justificadas.

Fórmula geral:

$$FTC = 0,35 \cdot COV + 0,25 \cdot UPD + 0,25 \cdot ACC + 0,15 \cdot CON$$

Parâmetros de atribuição de notas (0–1) por componente e exemplos worked-out serão aplicados conforme o Anexo B (planilha-modelo).

4.3 Limiar e interpretação do FTC

Os limiares padrão (ajustáveis via Country Pack do **GL-GR-010**) são:

Faixa FTC	Classificação	Ação	Efeito no ciclo
$\geq 0,80$	Alta confiabilidade	Aceitar	Camada plenamente válida para cálculo/relato.
0,65–0,79	Confiabilidade moderada	Condicionar	Emissão com ressalva (ver 5.4 da GL-MS-002) + plano de mitigação.
$< 0,65$	Baixa confiabilidade	Rejeitar	Reter até substituição/reprocesso em novo ciclo.

As regras de dados, limiares de FTC e listas do GL-GR-010 não retroagem, aplicam-se apenas a ciclos futuros

4.4 Cálculo, evidências e publicação

- O FTC é calculado por camada e registrado em planilha padrão (Anexo B) com logs e justificativas (quando aplicável).
- O valor final do FTC é publicado nos metadados do ciclo (modelo do Anexo C) no registro Greenline Carbonsat.
- As VVBs verificam o FTC com base nas evidências do Pacote de QA/QC (scripts, checksums, logs e notas técnicas).
- O Relatório de QA/QC do ciclo consolida os FTCs e as decisões associadas.

4.5 Revisões, pesos e prospectividade

- Pesos/limiares podem ser ajustados prospectivamente por atualização do GL-GR-010 ou por novas exigências de padrões internacionais.
- Mudanças aplicam-se apenas a ciclos futuros (princípio da prospectividade) e são registradas no changelog da GL-MS-012.
- Qualquer ajuste deve preservar a reprodutibilidade dos resultados anteriores.

4.6 Integrações metodológicas (uso do FTC)

- a) **GL-MS-002** (gates): usa o FTC como insumo do gate de qualidade de dados (emitir/condicionar/reter).
- b) **GL-MC-004** + Anexo Leakage: consome o FTC das camadas insumo (publicado nos metadados), sem redefinir o índice.
- c) **GL-MS-005** (VVB): utiliza os FTCs e evidências correspondentes no escopo de verificação.
- d) **GL-MS-011** / **GL-GR-010** (Country Packs): podem parametrizar faixas/limites locais, mantendo a regra de prospectividade.

4.7 Notas de escopo (SSOT e compliance)

- a) Nota SSOT: A **GL-MS-012** é a referência única (Single Source of Truth) para definição, fórmula, pesos, limites e cálculo do FTC. Outras metodologias não devem replicar o cálculo; devem remeter a esta seção e ao Anexo B.
- b) Compliance (**GL-MS-007**): não integra o FTC. O FTC mede qualidade técnico-estatística de dados; compliance jurídico é gate independente avaliado pela **GL-MS-007** e considerado na decisão final da **GL-MS-002**.

Legendas e Siglas

- *FTC — Fator Técnico de Confiança (índice de qualidade de dados).*
- *COV / UPD / ACC / CON — Componentes do FTC: Cobertura, Atualização, Acurácia/Validação, Consistência.*
- *Pacote de QA/QC — Conjunto de evidências do ciclo (logs, planilhas, scripts e checksums).*
- *Relatório de QA/QC — Documento que consolida inconsistências, FTCs e decisões por camada.*
- *Country Pack (GL-GR-010) — Parametrizações/ priorizações por país/região.*
- *Greenline Carbonsat — Registro/plataforma oficial para publicação de metadados do ciclo.*
- *VVB — Validation & Verification Body (entidade independente de verificação/validação).*
- *Gate de qualidade de dados — Mecanismo da GL-MS-002 para emitir/condicionar/reter.*
- *Prospectividade — Aplicação de mudanças apenas a ciclos futuros.*

- *SSOT (Single Source of Truth) — Fonte única de verdade: define que a GL-MS-012 é o repositório normativo exclusivo para cálculo do FTC; outras metodologias apenas referenciam este módulo.*

5. Incerteza (aplicação operacional)

5.1 Conceito e enquadramento

A incerteza representa a margem quantitativa de erro associada aos dados oficiais utilizados nos cálculos do ciclo.

Na Greenline Carbonsat, a incerteza é tratada como componente complementar ao FTC, porém sem interferir em sua fórmula.

O objetivo é assegurar transparência e comparabilidade entre ciclos, conforme os princípios do IPCC Guidelines (2006/2019) e das normas ISO 14064-2 / 14065 / 17029.

5.2 Classificação operacional da incerteza

Cada camada de dados é classificada segundo faixas percentuais padronizadas. Os valores são derivados de documentação técnica da fonte oficial (metadados) ou, na ausência, por intercomparação dentro do **GL-GR-010**.

Categoria	Faixa percentual (1 σ ou 95% CI)	Significado	Ação recomendada
Baixa	$\leq 10\%$	Dado altamente validado e consistente.	Uso direto, sem ressalvas.
Média	$> 10\%$ e $\leq 20\%$	Variabilidade moderada; aceitação com mitigação.	Exigir nota técnica e plano de controle.
Alta	$> 20\%$	Incerteza significativa; risco de distorção de resultados.	Condicionar ou rejeitar camada (ver 3.4 e 4.3).

Nota: A faixa percentual deve ser explicitamente registrada nos metadados do ciclo e no Relatório de QA/QC.

5.3 Propagação e compatibilidade com o GL-MC-004

- a) A propagação de incertezas entre camadas ou variáveis segue metodologia definida no **GL-MC-004** (Cálculo de Estoque Conservado CO₂eT).
- b) A **GL-MS-012** fornece os valores de incerteza por camada; a 004 consolida a propagação nos resultados de CO₂eT.
- c) O resultado consolidado deve indicar a incerteza total do ciclo, publicada junto ao Relatório de QA/QC.
- d) Alterações de fontes (ou versões) que aumentem a incerteza acima da faixa “Média” exigem justificativa formal e revisão prospectiva no **GL-GR-010**.

5.4 Critérios de evidência mínima

Para aceitação de dados com incerteza declarada, devem existir:

1. Metadados oficiais com valor numérico de incerteza (%; 1σ ou 95% CI).
2. Documentação técnica da metodologia de validação utilizada pela fonte.
3. Registro da unidade de medida e sistema de referência (CRS).
4. Nota técnica de compatibilidade (se usada combinação de fontes distintas).
5. Plano de mitigação em caso de classificação “Média” ou “Alta”.

Nota, Formatos aceitos de incerteza:

A incerteza deve constar nos metadados oficiais da fonte em formato quantitativo auditável:

- *percentual (%); ou (ii) 1σ (desvio-padrão; ~68% de confiança); ou (iii) IC 95% (intervalo de confiança).*
- *Quando informado em 1σ ou IC 95%, converter para % relativo no metadado do ciclo (ver Anexo C).*
- *Metadados qualitativos (“alta”, “média”) não são aceitos.*

5.5 Relação entre incerteza e decisão do ciclo

A incerteza influencia a decisão de emissão, mas não altera o FTC diretamente. A interação entre ambos é tratada no gate de qualidade (**GL-MS-002**):

Situação	FTC	Incerteza	Decisão recomendada (002)
Alta qualidade (FTC $\geq 0,80$) + Incerteza baixa	$\geq 0,80$	$\leq 10\%$	Aceitar e emitir normalmente.
Alta qualidade + Incerteza média	$\geq 0,80$	10–20 %	Emitir com ressalva e nota técnica.
Confiabilidade moderada (FTC 0,65–0,79) + Incerteza média ou alta	0,65–0,79	$> 10\%$	Condicionar e revisar no próximo ciclo.
FTC $< 0,65$ (qualquer incerteza)	$< 0,65$	—	Rejeitar camada / reprocessar dados.

A decisão final é formalizada no Checklist D.2 (“Gates e Evidências — atendimento ao 5.4 da **GL-M-001/002**”).

5.6 Registro e publicação

- A incerteza declarada e a categoria correspondente são publicadas nos metadados do ciclo e no Relatório de QA/QC.
- Os metadados devem conter: valor percentual, nível de confiança, método de validação, fonte e versão.
- A Greenline Carbonsat mantém o histórico de incertezas por camada em cada ciclo, preservando rastreabilidade e comparabilidade longitudinal.

Nota normativa: Os metadados mínimos de publicação estão definidos no **Anexo C** desta metodologia e constituem referência obrigatória para o Gate (**GL-MS-002**) e para as verificações independentes (**GL-MS-005**).

Legendas e Siglas

- Incerteza (1σ / 95% CI) — Margem de erro declarada, segundo padrões estatísticos.
- Relatório de QA/QC — Documento do ciclo com valores de incerteza, FTC e logs.
- Checklist D.2 — Quadro de decisão e evidências para atendimento ao 5.4 da **GL-M-001/002**.
- Gate de qualidade (**GL-MS-002**) — Mecanismo de decisão para emissão/condicionamento/retenção.

6. Evidências, Reprodutibilidade e Indicadores (VVB)

6.1 Pacote de QA/QC por ciclo (conteúdo mínimo)

- a) Relatório de QA/QC (sumário de inconsistências, decisões por camada).
- b) Planilha FTC por camada (modelo do Anexo B), com notas COV/UPD/ACC/CON e justificativas.
- c) Logs e trilhas (ingestão, pré-processo, tratamento de gaps/outliers).
- d) Scripts reprodutíveis e checksums dos artefatos (pin de versão + hash).
- e) Metadados para publicação (modelo do Anexo C) a serem registrados na Greenline Carbonsat.
- f) Notas técnicas (quando aplicável): conciliação de fontes, impactos, mitigação.
- g) Referência explícita quando a camada for insumo do **GL-MC-004** – Anexo Leakage.

Este guia é obrigatório para decisões do Gate (GL-MS-002) e verificações (GL-MS-005); toda evidência deve possuir URI e hash.

6.2 Trilhas de auditoria e reprodutibilidade

- a) Toda operação relevante (recorte, reprojeção, reamostragem, máscara) deve gerar trilha (log + script).
- b) Checksums: arquivos de entrada/saída e pacotes intermediários.
- c) Versionamento imutável (pin) das fontes e artefatos; changelog do ciclo documentado.
- d) Entrega ao VVB: pacote reprodutível com instruções mínimas de execução.

6.3 Publicação de metadados (registro Greenline Carbonsat)

- a) Publicar por camada: URI, versão, hash, changelog, FTC, incerteza (% + base estatística), datas, CRS, unidade, licença, responsável (modelo do Anexo C).
- b) Dados brutos não são publicados.
- c) Prazo alvo (KPI K14): disponibilizar metadados públicos em até 10 dias após o fechamento do ciclo.

6.4 Indicadores de Governança e Verificação (VVB)

Quadro de KPIs obrigatórios, com remissão metodológica:

Indicador (K)	O que mede	Como é avaliado	Meta recomendada	Referência metodológica
K1 – Fontes oficiais confirmadas	Verifica se todos os dados usados no projeto estão registrados no Catálogo Global (GL-GR-010).	Conferência da lista de dados utilizados com as fontes oficiais do catálogo.	100% das fontes devem estar no 010.	GL-GR-010
K2 – Metadados completos e publicados	Mede se cada conjunto de dados possui metadados completos (versão, origem, qualidade e autor).	Verificação da presença de todas as informações exigidas no modelo do Anexo C.	95% ou mais com metadados completos.	GL-MS-012 (Anexo C)
K3 – Qualidade dos dados (FTC)	Mede o percentual de conjuntos de dados que atingiram FTC igual ou superior ao valor mínimo.	Cálculo do FTC de cada fonte conforme Seção 4.	Pelo menos 90% com $FTC \geq$ limiar.	GL-MS-012 (Seção 4, Anexo B)
K4 – Atualidade das informações	Avalia o tempo entre a publicação oficial do dado e seu uso no ciclo.	Contagem de dias entre a data da fonte e a data de uso.	Até 15 dias de diferença.	GL-MS-012 §2 e §4
K5 – Reprodutibilidade dos resultados	Mede se todos os cálculos podem ser repetidos com as mesmas informações.	Conferência da existência de relatórios técnicos e registros que permitem repetir o resultado.	95% ou mais com documentação reprodutível.	GL-MS-012 §6.2
K6 – Não Conformidades (NC) em QA/QC	Verifica se houve falhas graves ou menores nas revisões de qualidade.	Avaliação dos relatórios de auditoria e verificação da VVB.	0 graves / até 2 menores.	GL-MS-005
K7 – Retrabalho após verificação	Mede quantas correções foram necessárias após a revisão da VVB.	Contagem de itens que precisaram ser refeitos.	Máximo de 5% dos itens auditados.	GL-MS-005

Indicador (K)	O que mede	Como é avaliado	Meta recomendada	Referência metodológica
K8 – Concordância entre verificadores	Avalia se diferentes VVBs chegaram às mesmas conclusões sobre o projeto.	Comparação dos relatórios de verificação.	Pelo menos 85% de concordância.	GL-MS-005
K9 – Tempo de resposta às verificações	Mede a agilidade em responder solicitações das VVBs.	Tempo médio (em dias) entre o pedido e a resposta enviada.	Até 5 dias úteis.	GL-MS-005 / GL-MS-007
K10 – Créditos condicionados por dados	Verifica a proporção de créditos de carbono emitidos com ressalvas de qualidade.	Comparação entre créditos condicionados e créditos totais emitidos.	Máximo de 10% condicionados.	GL-MS-002
K11 – Qualificação das VVBs	Mede se todas as entidades verificadoras cumprem os requisitos técnicos e de independência.	Conferência de certificados e registros de acreditação das VVBs.	100% qualificadas e reconhecidas.	ISO 14064-3 / GL-MS-005
K12 – Erros de QA/QC identificados	Mede a frequência de erros encontrados nas revisões de qualidade.	Número de erros divididos pelo total de itens verificados.	Dentro do limite definido no plano QA/QC.	IPCC QA/QC / GL-MS-012 §3
K13 – Revisões após publicação	Controla quantas vezes foi necessário corrigir dados já publicados.	Contagem de revisões realizadas após a publicação oficial.	Tendência decrescente ao longo dos ciclos.	GL-MS-012 §6
K14 – Tempo para publicação pública	Mede o prazo entre o fechamento do ciclo e a publicação dos metadados na plataforma.	Diferença de dias entre o fechamento e a publicação.	Até 10 dias.	ICVCM (transparência) / GL-MS-012 §6.3
K15 – Integridade e dupla contagem	Garante que os créditos não foram registrados mais de uma vez.	Verificação automática de duplicidade na Greenline Carbonsat.	0 casos de duplicidade.	GL-M-001 / GL-MS-012
K16 – Risco de reversão (Leakage)	Mede o percentual de créditos com medidas documentadas de controle de vazamento.	Conferência das evidências conforme o Anexo Leakage.	Valor definido por Country Pack.	GL-MC-004 – Anexo Leakage / GL-MS-002

Observações:

- Compliance (**GL-MS-007**) é gate separado (não integra o FTC); seus efeitos aparecem indiretamente em K6–K9.
- Metas podem ser refinadas por Country Pack (**GL-GR-010**), sempre de forma prospectiva.

6.5 Encerramento e interface com o checklist (5.4)

- a) As decisões por camada (aceitar/condicionar/rejeitar) devem estar refletidas no Checklist D.2 (“Gates e Evidências — atendimento ao 5.4 da **GL-M-001/002**”).
- b) O ciclo só avança quando o quadro de decisão estiver completo, com metadados publicados na Greenline Carbonsat e pacote reprodutível disponível à VVB.

Legendas e Siglas

- *QR (Query de VVB) — Pedido formal de esclarecimento da verificação.*
- *NC — Não Conformidade (classificada por severidade).*
- *SSOT — Single Source of Truth (GL-MS-012 é a referência única do FTC).*
- *KPI — Indicador-chave de desempenho.*
- *Pacote reprodutível — Scripts + checksums que permitem replicar o resultado do ciclo.*
- *Registro Greenline Carbonsat — Plataforma oficial de publicação de metadados e auditoria pública.*

7. Remissões Essenciais

7.1 GL-GR-010 — Catálogo Global de Dados e Country Packs

Documento-base para seleção e priorização de fontes oficiais utilizadas em qualquer projeto sob a Greenline Carbonsat.

Define as regras de inclusão de fontes, estrutura dos metadados, procedimentos de *fast-track*, e responsabilidades por país ou região.

Todos os dados utilizados na **GL-MS-012** devem constar no 010 ou em seu Country Pack correspondente.

7.2 GL-MC-004 — Metodologia de Cálculos (AGB → C → CO₂eT) e Anexo Leakage

Referência para quantificação ex-post e conversão de biomassa aérea em carbono conservado.

O Anexo Leakage trata da avaliação e classificação de risco de vazamento (*classe* → *gate*).

A **GL-MS-012** fornece a qualidade dos dados que alimentam a 004; o FTC de cada camada é consumido, nunca recalculado.

7.3 GL-MS-002 — Adicionalidade e Gates

Define os mecanismos de decisão (emitir / condicionar / reter) que utilizam o FTC, a incerteza e as verificações de compliance como insumos.

A **GL-MS-012** fornece os parâmetros técnicos e os relatórios de QA/QC que sustentam essas decisões.

7.4 GL-MS-005 — Credenciamento e Supervisão de VVBs

Normatiza a independência, rotatividade, qualificação e sanções aplicáveis às entidades verificadoras.

Usa os relatórios de QA/QC e os indicadores K1–K16 desta metodologia como evidência durante as auditorias.

7.5 GL-MS-007 — Compliance Jurídico (SCJ-GC)

Estabelece a estrutura de due diligence jurídica, cadastral e anticorrupção. Embora não componha o FTC, o resultado da 007 é considerado gate independente no processo de decisão (GL-MS-002).

A GL-MS-012 mantém interoperabilidade com a 007 por meio da rastreabilidade de documentos e logs de auditoria.

7.6 GL-MS-011 — Integração Nacional e Artigo 6

Trata da convergência da Greenline Carbonsat com sistemas regulados (SBCE, autorizações correspondentes e registros oficiais).

Integra os dados QA/QC produzidos pela 012 e os harmoniza com requisitos nacionais ou multilaterais.

7.7 GL-MS-003 — Co-benefícios (opt-in, governança GLI)

Aplica-se apenas a projetos que optem pela certificação socioambiental complementar.

A GL-MS-012 assegura a rastreabilidade dos dados e fontes oficiais utilizados pela 003, mas não avalia nem pontua seus índices; isso é competência exclusiva do Greenline Institute (GLI).

7.8 Relacionamentos transversais e integração modular

- QA/QC → 004: fornece dados qualificados para cálculo e análise de risco.
- QA/QC → 002: determina se o ciclo será emitido, condicionado ou retido.
- QA/QC → 005: permite rastrear verificações e auditorias independentes.
- QA/QC → 007: assegura coerência documental e integridade nas verificações de compliance.
- QA/QC → 011: garante compatibilidade com políticas e sistemas nacionais.
- QA/QC → 003: certifica rastreabilidade de dados para co-benefícios, quando aplicável.

7.9 Prospectividade e rastreabilidade global

Todas as remissões e integrações operam sob o princípio da prospectividade: versões novas das metodologias, tabelas de fontes ou limiares de FTC aplicam-se somente a ciclos futuros.

A Greenline Carbonsat mantém o histórico completo de revisões e *changelogs* públicos para assegurar transparência, comparabilidade e integridade ambiental.

Legendas e Siglas

- *SBCE — Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões.*
- *SCJ-GC — Selo de Compliance Jurídico Greenline Carbonsat.*
- *GLI — Greenline Institute (gestão de co-benefícios opt-in).*
- *Prospectividade — Aplicação de mudanças apenas a ciclos futuros.*
- *Greenline Carbonsat — Registro e infraestrutura oficial de dados, auditorias e publicação pública de metadados.*
- *Changelog — Registro histórico de alterações metodológicas e de fontes.*

Anexo A — Matriz sintética de fontes oficiais

fonte / base de dados	escala / resolução	frequência de atualização	país / região (country pack)	uri oficial	versão	hash / pin	responsável / agência	observações
-----------------------------	-----------------------	------------------------------	------------------------------------	----------------	--------	---------------	--------------------------	-------------

Legendas e Siglas

- *este quadro é preenchido por ciclo com as fontes efetivamente utilizadas;*
- *todas as fontes devem constar no gl-gr-010 ou no country pack aplicável;*
- *o campo “hash / pin” registra a versão imutável da base de dados;*
- *incluir o link público (uri oficial) e a descrição da resolução (espacial e temporal).*

Anexo B — Fator técnico de confiança (ftc): F28ormula e exemplo curto

componente	símbolo	peso	valor obtido	descrição resumida
cobertura	cov	0,35	0,90	cobertura espacial e temporal $\geq 97\%$
atualização	upd	0,25	0,80	diferença 20 dias entre dado e uso
acurácia / validação	acc	0,25	0,90	incerteza 12 %, validação parcial
consistência	com	0,15	0,85	anomalias explicadas e documentadas

Cálculo (exemplo):

$$\text{FTC} = (0,35 \times 0,90) + (0,25 \times 0,80) + (0,25 \times 0,90) + (0,15 \times 0,85) = \mathbf{0,8675}$$

→ **Aceitar**

Legendas e Siglas

- critérios detalhados de pontuação no corpo da seção 4;
- faixas e pesos podem ser ajustados prospectivamente por country pack;
- a gl-ms-012 é o ssot (single source of truth) do cálculo do ftc;
- outras metodologias não devem replicar a fórmula, apenas remeter a este anexo.

Anexo C — Modelo de metadados do ciclo (publicação)

campo	descrição / exemplo de preenchimento
nome da fonte oficial	ex.: nasa gedi v2a
uri oficial / link	https://gedi.gsfc.nasa.gov/data
versão / release	v2a – mar/2025
hash / pin	3b7a9f5c-... (sha-256)
data de liberação oficial	10 mar 2025
data de uso no ciclo	20 mar 2025
cobertura (%)	97,2 % da área total
incerteza (%)	8,5
base estatística	1 σ (68 %)
ftc calculado	0,87
categoria de incerteza	baixa
crs / unidade	wgs84 / t co ₂ e ha ⁻¹
licença / termos	cc-by-4.0 – nasa open data
responsável técnico	agência emissora ou validador
referência ao anexo leakage	sim / não (quando aplicável)
observações	notas técnicas ou justificativas

Legendas e Siglas

- modelo mínimo para publicação no registro greenline carbonsat;
- todos os campos obrigatórios devem ser preenchidos antes do fechamento do ciclo;
- o campo “referência ao anexo leakage” é obrigatório quando o dado alimentar a gl-mc-004 – anexo leakage.

Anexo D – Checklist rápido de QA/QC

pergunta de verificação	evidência / link	status (ok / condicionado / n.a.)
as fontes constam no gl-gr-010 / country pack?		
a documentação da fonte está anexada (metadados oficiais)?		
a cobertura é ≥ 95 % da área e 100 % do período do ciclo?		
o ftc calculado é $\geq 0,80$ (aceitar)?		
a incerteza é ≤ 10 % (baixa)?		
há nota técnica e plano de mitigação para dados condicionados?		
logs e scripts de qa/qc estão arquivados?		
os metadados foram publicados na greenline carbonsat?		
há referência explícita ao anexo leakage (quando aplicável)?		
todos os campos do modelo de metadados (anexo c) foram preenchidos?		

D.2 — gates e evidências — atendimento ao 5.4 da gl-m-001 / 002

gate / evidência	documento / registro	resultado (emitir / condicionar / reter)
qualidade de dados (ftc \geq 0,80)	planilha ftc / relatório qa/qc	emitir
incerteza baixa (\leq 10 %)	metadados / relatório qa/qc	emitir
compliance jurídico (gl-ms-007)	scj-gc válido / parecer jurídico	emitir
risco leakage (gl-mc-004 – anexo)	relatório de vazamento	condicionar / reter se crítico
conformidade vvb (gl-ms-005)	relatório de verificação	emitir / condicionar
publicação de metadados (012 – anexo c)	registro greenline carbonsat	obrigatório antes do encerramento

Legendas e Siglas

- checklist consolidado para auditores, vvbs e gestores;
- o bloco d.2 cumpre o requisito 5.4 da gl-m-001 e gl-ms-002;
- todos os itens devem estar “ok” ou justificados antes da emissão do ciclo.

Anexo E – Quadro de indicadores (kpi) de QA/QC e VVB

indicador (k)	descrição resumida / o que mede	meta sugerida	remissão metodológica
k1	uso exclusivo de fontes registradas no gl-gr-010	100 %	gl-gr-010
k2	publicação completa dos metadados (anexo c)	≥ 95 %	gl-ms-012 / anexo c
k3	conformidade ftc ≥ limiar	≥ 90 %	gl-ms-012 §4 / anexo b
k4	atualização das informações ≤ 15 dias	≤ 15 dias	gl-ms-012 §2 / §4
k5	resultados reprodutíveis (documentação + registros)	≥ 95 %	gl-ms-012 §6.2
k6	não conformidades graves em qa/qc	0	gl-ms-005
k7	retrabalho após verificação vvb	≤ 5 %	gl-ms-005
k8	concordância entre vvbs	≥ 85 %	gl-ms-005
k9	tempo médio de resposta a vvb	≤ 5 dias	gl-ms-005 / gl-ms-007
k10	créditos condicionados por dados	≤ 10 %	gl-ms-002
k11	vvbs qualificadas conforme requisitos	100 %	iso 14064-3 / gl-ms-005
k12	erros qa/qc detectados	dentro do limite	ipcc qa/qc / gl-ms-012 §3
k13	revisões pós-publicação de dados	tendência decrescente	gl-ms-012 §6
k14	tempo para publicação de metadados	≤ 10 dias	ievcem (transparência) / gl-ms-012 §6.3
k15	integridade do registro e dupla contagem	0 casos	gl-m-001 / gl-ms-012
k16	controle de vazamento (leakage) documentado	conforme country pack	gl-mc-004 – anexoleakage / gl-ms-002

Legenda de Siglas

- indicadores padronizados para acompanhamento por vvbs e governança;
- metas podem ser ajustadas por country pack (gl-gr-010);
- o compliance jurídico (gl-ms-007) atua como gate separado, não compondo o ftc;
- o registro greenline carbonsat mantém histórico público dos kpis por ciclo.