



Documento de orientação

O Regulamento Monitorização e Comunicação –
Orientações sobre avaliação da incerteza

Documento de orientação n.º 4 sobre o RMC, versão final de 5 de outubro de 2012

O presente documento faz parte de um conjunto de documentos disponibilizados pelos serviços da Comissão para apoiar a aplicação do Regulamento (UE) n.º 601/2012 da Comissão, de 21 de junho de 2012, relativo à monitorização e comunicação de informações relativas às emissões de gases com efeito de estufa nos termos da Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho¹.

O documento de orientação expressa os pontos de vista dos serviços da Comissão à data da sua publicação e não é juridicamente vinculativo.

O presente documento de orientação toma em consideração os debates no seio das reuniões do Grupo de Trabalho Técnico informal sobre o Regulamento Monitorização e Comunicação no âmbito do GTIII do Comité das Alterações Climáticas, bem como observações escritas enviadas por partes interessadas e peritos dos Estados-Membros. Este documento foi aprovado mediante procedimento escrito que terminou em 28 de setembro de 2012 pelos representantes de todos os Estados-Membros do Comité das Alterações Climáticas, exceto um.

Todos os documentos de orientação e modelos podem ser descarregados a partir do sítio Web da Comissão, no seguinte endereço:

http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring/index_en.htm.

¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:181:0030:0104:PT:PDF>

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Sobre este documento	3
1.2	Como utilizar este documento	3
1.3	Onde encontrar informações adicionais.....	4
2	RELEVÂNCIA DA AVALIAÇÃO DA INCERTEZA	6
2.1	O que é a incerteza?	6
2.2	A incerteza no RMC.....	8
2.3	Visão geral do presente documento	8
3	INCERTEZA PARA ABORDAGENS BASEADAS NO CÁLCULO	10
3.1	Dados da atividade.....	10
3.1.1	Sistema de medição sob o controlo do próprio operador	12
3.1.2	Sistema de medição sob o controlo de terceiros	24
3.2	Fatores de cálculo	27
4	INCERTEZA PARA ABORDAGENS BASEADAS NA MEDIÇÃO	28
5	INCERTEZA PARA ABORDAGENS DE RECURSO	29
6	ANEXO I: SIGLAS E LEGISLAÇÃO	30
6.1	Siglas utilizadas.....	30
6.2	Textos legislativos	31
7	ANEXO II: INCERTEZAS DE MEDIÇÃO PRUDENTES PARA OS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO MAIS COMUNS	32
	NORMAS RELEVANTES: EN 1359:1998 + A1:2006	33
	NORMAS RELEVANTES: EN ISO 5167.....	34
	NORMAS RELEVANTES: EN ISO 5167.....	34
8	ANEXO III: AVALIAÇÃO COMPLETA DA INCERTEZA PARA FLUXOS-FONTE.....	37
8.1	Introdução	37
8.2	Leis de propagação dos erros	40
8.2.1	Grandezas de entrada não correlacionadas:	41
8.2.2	Grandezas de entrada correlacionadas:	43
8.3	Estudos de caso	44
8.4	Incerteza em toda a instalação (abordagens de recurso).....	47

1 INTRODUÇÃO

1.1 Sobre este documento

O presente documento faz parte de um conjunto de documentos de orientação disponibilizados pelos serviços da Comissão sobre aspetos específicos da monitorização e comunicação no âmbito do RCLE-UE. Enquanto o Documento de orientação n.º 1 apresenta uma visão geral sobre a monitorização e comunicação de informações sobre emissões de instalações ao abrigo do RCLE-UE e o Documento de orientação n.º 2 fornece orientações semelhantes para os operadores de aeronave, o presente documento (Documento de orientação n.º 4) explica, de forma mais detalhada os requisitos aplicáveis às avaliações da incerteza para instalações. Foi elaborado para servir de apoio ao RMC e ao Documento de orientação n.º 1 e, nesse sentido, apresenta uma explicação dos seus requisitos numa linguagem não legislativa. No entanto, convém não esquecer que o Regulamento constitui o requisito primordial.

O presente documento interpreta o Regulamento no que diz respeito aos requisitos aplicáveis às instalações. Além disso, tem por base orientações e boas práticas elaboradas durante as primeiras duas fases do RCLE-UE (2005 a 2007 e 2008 a 2012), nomeadamente a experiência adquirida pelos Estados-Membros com base nas OMC 2007, incluindo um conjunto de notas de orientação denominadas notas de orientação ETSG² formuladas no quadro da IMPEL.

Tem igualmente em conta o contributo valioso da *task force* sobre monitorização estabelecida no âmbito do Fórum de Conformidade do RCLE-UE, e do grupo de trabalho técnico informal (GTT) de peritos dos Estados-Membros criado no âmbito do Grupo de Trabalho 3 do Comité das Alterações Climáticas.

1.2 Como utilizar este documento

Todos os números de artigos que sejam mencionados no presente documento sem qualquer outra especificação remetem sempre para o RMC. No que respeita a siglas, referências aos textos legislativos e hiperligações a outros documentos importantes, consultar o anexo 1.

Este símbolo assinala sugestões importantes para os operadores e autoridades competentes.



Este indicador é utilizado para dar destaque a simplificações significativas dos requisitos gerais do RMC.



O símbolo da lâmpada é utilizado para assinalar a apresentação de boas práticas.



O símbolo de pequena instalação serve para orientar o leitor para os tópicos aplicáveis a instalações com um baixo nível de emissões.



² ETSG (Grupo de apoio RCLE); IMPEL é a rede europeia para a implementação e execução da legislação ambiental. As notas estão disponíveis em <http://impel.eu/projects/emission-trading-proposals-for-future-development-of-the-eu-ets-phase-ii-beyond>.



O símbolo das ferramentas diz ao leitor que existem outros documentos, modelos ou ferramentas eletrónicas disponíveis a partir de outras fontes (incluindo os que se encontram ainda em desenvolvimento).



O símbolo do livro assinala exemplos que são dados a propósito dos temas discutidos no texto envolvente.

1.3 Onde encontrar informações adicionais

Todos os documentos de orientação e modelos disponibilizados pela Comissão com base no Regulamento Monitorização e Comunicação (RMC) e no Regulamento Acreditação e Verificação (RAV) podem ser descarregados do sítio Web da Comissão, no seguinte endereço:



http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring/documentation_en.htm

São disponibilizados os seguintes documentos³:

- Documento de orientação n.º 1: «O Regulamento Monitorização e Comunicação – Orientações gerais para instalações». Este documento expõe os princípios e as abordagens de monitorização do RMC relevantes para as instalações fixas.
- Documento de orientação n.º 2: «O Regulamento Monitorização e Comunicação – Orientações gerais para operadores de aeronaves». Este documento expõe os princípios e as abordagens de monitorização do RMC relevantes para o setor da aviação. Inclui também orientações sobre os modelos de planos de monitorização fornecidos pela Comissão.
- Documento de orientação n.º 3: «Questões relacionadas com biomassa no RCLE-UE». Este documento discute a aplicação de critérios de sustentabilidade à biomassa e os requisitos estabelecidos nos artigos 38.º, 39.º e 53.º do RMC. É relevante tanto para operadores de instalações como para operadores de aeronaves.
- Documento de orientação n.º 4 (o presente documento): «Orientações sobre avaliação da incerteza». Este documento reproduz algumas das orientações fornecidas no Documento de orientação n.º 1 (Orientações gerais para instalações), a fim de poder ser consultado autonomamente.
- Documento de orientação n.º 5: «Orientações sobre amostragem e análise» (apenas para instalações). Este documento trata dos critérios para o recurso a laboratórios não acreditados, da elaboração de um plano de amostragem e de várias outras questões relacionadas com a monitorização de emissões no âmbito do RCLE-UE.
- Documento de orientação n.º 6: «Atividades de fluxo de dados e sistema de controlo». Este documento discute as possibilidades de descrição das atividades de fluxos de dados para fins de monitorização no âmbito do RCLE-UE, a avaliação

³ Esta lista não é exaustiva. Podem ser acrescentados outros documentos.

dos riscos como parte integrante do sistema de controlo e exemplos de atividades de controlo. É relevante tanto para instalações como para operadores de aeronaves.

A Comissão disponibiliza ainda os seguintes modelos eletrónicos⁴:

- Modelo n.º 1: Plano de monitorização das emissões de instalações fixas
- Modelo n.º 2: Plano de monitorização das emissões dos operadores de aeronaves
- Modelo n.º 3: Plano de monitorização dos dados relativos às toneladas-quilómetro dos operadores de aeronaves
- Modelo n.º 4: Relatório anual sobre as emissões das instalações fixas
- Modelo n.º 5: Relatório anual sobre as emissões dos operadores de aeronaves
- Modelo n.º 6: Relatório sobre os dados relativos às toneladas-quilómetro dos operadores de aeronaves

Para além destes documentos dedicados ao RMC, encontra-se disponível, no mesmo endereço, um conjunto separado de documentos de orientação sobre o RAV.



Toda a legislação da União Europeia está disponível no sítio EUR-Lex: <http://eur-lex.europa.eu/>

Além disso, o anexo do presente documento reúne as referências legislativas mais importantes.

As autoridades competentes dos Estados-Membros podem igualmente disponibilizar orientações úteis nos respetivos sítios Web. Os operadores de instalações devem verificar, em especial, se a autoridade competente disponibiliza *workshops*, FAQ (perguntas mais frequentes), serviços de assistência, etc.



⁴ Esta lista não é exaustiva. Podem ser acrescentados outros modelos.

2 RELEVÂNCIA DA AVALIAÇÃO DA INCERTEZA

2.1 O que é a incerteza?

[A presente secção é idêntica à secção 4.7 do Documento de orientação n.º 1 (Orientações gerais para instalações). É aqui incluída por uma questão de exaustividade e para possibilitar a leitura deste documento como um documento autónomo.]

Se alguém quisesse formular a pergunta fundamental acerca da qualidade do sistema MCV de qualquer regime de comércio de licenças de emissão, é provável que perguntasse: «Quão fiáveis são os dados?» ou então «Podemos confiar nas medições que produzem os dados das emissões?» Quando se determina a qualidade das medições, as normas internacionais remetem para a quantidade da «incerteza», um conceito que carece de explicação.

Existem termos diferentes que são frequentemente utilizados de uma forma idêntica à da incerteza. No entanto, não se trata de sinónimos, visto que têm um significado próprio definido:

- **Exatidão:** significa o grau de concordância entre um valor medido e o verdadeiro valor de uma dada quantidade. Uma medição é exata quando a média dos seus resultados está próxima do «verdadeiro» valor (que pode ser, por exemplo, o valor nominal de um material normalizado certificado⁵). Uma medição não exata pode dever-se, por vezes, a um erro sistemático, o que, em geral, é possível resolver com a calibração e o ajustamento dos instrumentos.
- **Precisão:** descreve o grau de proximidade dos resultados de medições da mesma quantidade medida em circunstâncias iguais, ou seja, a mesma coisa é medida várias vezes. É, em geral, quantificada como o desvio-padrão dos valores em torno da média. Reflete o facto de que todas as medições incluem um erro aleatório, que pode ser reduzido, mas não completamente eliminado.
- **Incerteza**⁶: este termo caracteriza o intervalo dentro do qual se espera que o verdadeiro valor se situe, com um nível especificado de confiança. É o conceito abrangente que combina precisão e exatidão presumida. Como se mostra na Figura 1, uma medição pode ser exata, mas imprecisa, e vice-versa. A situação ideal é precisa e exata.

Quando um laboratório avalia e otimiza os seus métodos, tem geralmente interesse em distinguir exatidão e precisão, porque isso é fundamental para a identificação de erros e incorreções. Poderá apresentar razões tão diversas para a ocorrência de erros, como a necessidade de manutenção ou de calibração dos instrumentos, ou de melhor formação do pessoal. No entanto, o utilizador final do resultado da medição (no caso do RCLE, é o operador e a autoridade competente) quer saber apenas o

⁵ Mesmo um material normalizado, como por exemplo uma cópia do protótipo quilograma, possui uma incerteza, devido ao processo de produção. Regra geral, esta incerteza será pequena comparativamente com as incertezas que ocorrem mais tarde na sua utilização.

⁶ O artigo 3.º, n.º 6, do RMC define «incerteza»: parâmetro associado ao resultado da determinação de uma quantidade, que caracteriza a dispersão dos valores que poderiam razoavelmente ser atribuídos a essa determinada quantidade, incluindo os efeitos de fatores sistemáticos e aleatórios, expresso em percentagem e que descreve um intervalo de confiança próximo do valor médio compreendendo 95 % dos valores inferidos tomando em consideração uma eventual assimetria da distribuição dos valores.

tamanho do intervalo (média medida \pm incerteza) dentro do qual é provável que o verdadeiro valor se situe.

No RCLE-UE, é dado apenas um valor para as emissões no relatório anual. É introduzido apenas um valor no quadro de emissões verificadas do Registo. O operador não pode devolver «N \pm x%» licenças de emissão, mas apenas o valor preciso de N. É, portanto, evidente que é do interesse de todos quantificar e reduzir, tanto quanto possível, a incerteza «x». É por esta razão que os planos de monitorização devem ser aprovados pela autoridade competente e que os operadores têm de demonstrar a conformidade com os níveis específicos, que estão relacionados com incertezas admissíveis.

O capítulo 6 do DO 1 contém mais informações sobre a definição dos níveis. A avaliação da incerteza, a juntar ao plano de monitorização como documento comprovativo (artigo 12.º, n.º 1), é explicada na secção 5.3 do DO 1.

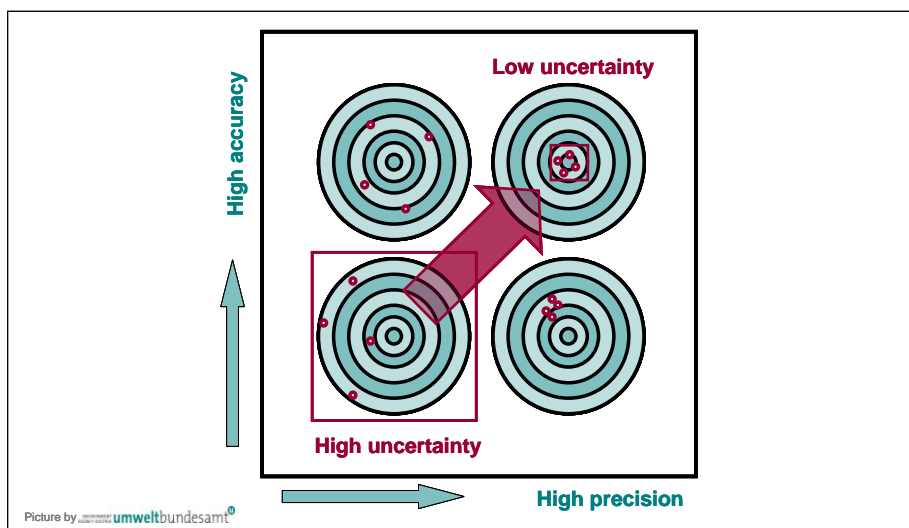


Figura 1: Ilustração dos conceitos exatidão, precisão e incerteza. O centro do alvo representa o valor verdadeiro presumido, os «tiros» representam os resultados da medição.

[High accuracy
Low uncertainty
High uncertainty
High precision

Grau de exatidão elevado
Grau de incerteza baixo
Grau de incerteza elevado
Grau de precisão elevado]

Nota importante: A avaliação da incerteza é necessária para determinar qual o nível cumprido. O plano de monitorização tem de refletir sempre o nível efetivamente aplicado e não o nível mínimo exigido. O princípio geral dita que os operadores devem procurar melhorar os seus sistemas de monitorização sempre que possível.



Simplified!

2.2 A incerteza no RMC

O termo «incerteza» surge várias vezes ao longo do RMC. As disposições mais importantes são as seguintes:

- O artigo 12.º, n.º 1, exige que os operadores de instalações apresentem um documento comprovativo juntamente com o plano de monitorização, que deve conter as seguintes informações:
 - Provas⁷ da conformidade com os limiares de incerteza para os dados da atividade;
 - Provas da conformidade com a incerteza exigida para os fatores de cálculo, se aplicável⁸;
 - Provas da conformidade com os requisitos de incerteza para metodologias baseadas na medição, se aplicável;
 - Se for utilizada uma metodologia de recurso para, pelo menos, parte da instalação, deve ser apresentada uma avaliação da incerteza relativamente ao total das emissões da instalação para confirmar o cumprimento do limiar de incerteza nos termos do artigo 22.º, alínea c).
- O artigo 47.º, n.º 4, isenta os operadores de instalações com um baixo nível de emissões do requisito de apresentar uma avaliação da incerteza à autoridade competente, enquanto o n.º 5 os isenta do requisito de incluir nessa avaliação a incerteza relacionada com alterações das existências.

O presente documento apresenta uma visão geral da importância da incerteza e do modo como este assunto é tratado no RMC.

2.3 Visão geral do presente documento

A Figura 2 visa facilitar a identificação dos capítulos relevantes do presente documento que contêm orientações para a avaliação da incerteza no quadro das abordagens de monitorização escolhidas para uma instalação.

⁷ Podem consistir, por exemplo, em documentos com as especificações do fabricante ou os cálculos efetuados. As provas têm de ser suficientes para permitir à autoridade competente aprovar o plano de monitorização associado.

⁸ Aplicável apenas quando a frequência das amostras para análise é determinada com base na regra de 1/3 da incerteza dos dados da atividade (artigo 35.º, n.º 2).

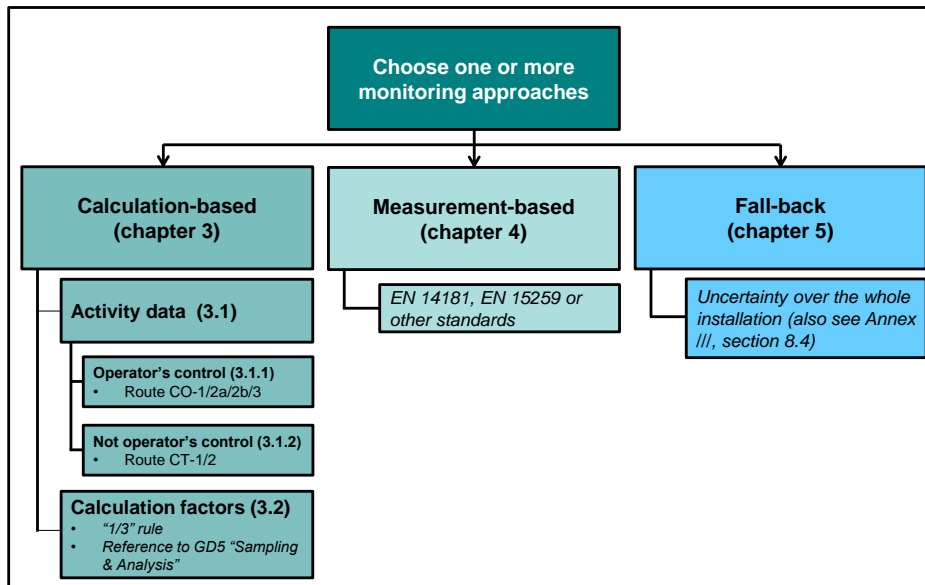


Figura 2: Capítulos e secções relevantes do presente documento respeitantes à determinação da incerteza.

[Choose one or more monitoring approaches	Escolher uma ou mais abordagens de monitorização
Calculation-based (chapter 3)	Baseada no cálculo (capítulo 3)
Activity data (3.1)	Dados da atividade (3.1)
Operator's control (3.1.1)	Controlo do operador (3.1.1)
Route CO-1/2a/2b/3	Via CO-1/2a/2b/3
Not operator's control (3.1.2)	Controlo de terceiros (3.1.2)
Route CT-1/2	Via CT-1/2
Calculation factors (3.2)	Fatores de cálculo (3.2)
"1/3" rule	Regra de «1/3»
Reference to GD5 "Sampling & Analysis"	Referência ao DO5 «Amostragem e Análise»
Measurement-based (chapter 4)	Baseada na medição (capítulo 4)
EN 14181, EN 15259 or other standards	EN 14181, EN 15259 ou outras normas
Fall-back (chapter 5)	De recurso (capítulo 5)
Uncertainty over the whole installation (also see Annex III, section 8.4)	Incerteza em toda a instalação (ver também o anexo III, ponto 8.4)

O presente documento encontra-se dividido em capítulos em conformidade com a abordagem de monitorização adotada:

- As abordagens baseadas no cálculo são analisadas no capítulo 3;
- Para as abordagens baseadas na medição, consulte o capítulo 4;
- As abordagens de recurso são descritas no capítulo 5.

Devido à existência de várias opções de simplificação ao abrigo do RMC, o operador tem geralmente à sua disposição várias vias para demonstrar o cumprimento dos níveis de incerteza correspondentes a determinados níveis, tal mostra a Figura 2. Ao longo deste documento, são atribuídos códigos a estas opções (ou vias). Por exemplo, se for aplicada uma metodologia baseada no cálculo e os dados da atividade de um fluxo-fonte forem monitorizados por um sistema de medição fora do controlo do operador, o capítulo 3, em especial as secções 3.1 e 3.1.2 (Via CT 1, CT 2 ou CT 3), fornecerão orientações relevantes para avaliar a incerteza em relação aos referidos dados da atividade.

3 INCERTEZA PARA ABORDAGENS BASEADAS NO CÁLCULO

A fórmula que se segue mostra o cálculo de emissões relacionadas com o caso mais comum, ou seja, a queima de combustíveis, utilizando o método de cálculo normalizado em conformidade com o artigo 24.º, n.º 1.



Exemplo: Monitorização da queima de combustíveis baseada no cálculo

$$Em = DA \cdot PCI \cdot FE \cdot FO \cdot (1 - FB)$$

em que:

Em.....Emissões [t CO₂]

DADados da atividade (= quantidade de combustível [t ou Nm³])

PCIPoder calorífico inferior [TJ/t ou TJ/Nm³]

FE.....Fator de emissão [t CO₂/TJ, t CO₂/t ou t CO₂/Nm³]

FOFator de oxidação [adimensional]

FB.....Fração de biomassa [adimensional]

Relativamente a cada parâmetro, o RMC define níveis que serão aplicáveis, salvo se tal for tecnicamente inviável ou implicar custos excessivos.

Esses parâmetros podem ser divididos em dois tipos:

- **Dados da atividade (DA):** Aqui, os níveis respeitam à incerteza mínima relativa à quantidade de combustível queimado ao longo do período de informação (a incerteza é discutida na secção 3.1 para este efeito).
- **Fatores de cálculo (PCI, FE, teor de carbono, etc.):** Aqui, os níveis respeitam à metodologia específica prevista no RMC para a determinação de cada fator, por ex., utilizando valores por defeito ou realizando análises (as correspondentes questões relativas à incerteza são discutidas na secção 3.2).

3.1 Dados da atividade

Note-se que tudo o que é referido nesta secção em relação aos dados da atividade de um fluxo-fonte monitorizado por uma abordagem baseada no cálculo também é aplicável ao material de entrada e de saída de um fluxo-fonte monitorizado por uma abordagem de balanço de massas.

Os níveis relativos aos dados da atividade de um fluxo-fonte (ver secção 4.5 do DO 1) são definidos com base em limiares de incerteza máxima permitida para a determinação da quantidade de combustível ou material durante um período de informação. A conformidade com um certo nível deve ser demonstrada através da apresentação de uma avaliação da incerteza à autoridade competente, juntamente com o plano de monitorização, exceto no caso de instalações com um baixo nível de emissões. A título ilustrativo, o Quadro 1 apresenta as definições dos níveis para

queima de combustíveis. O ponto 1 do anexo II do RMC inclui uma lista completa dos limiares dos níveis do RMC.

Quadro 1: Definições típicas de níveis para os dados da atividade baseadas na incerteza, tendo como exemplo a queima de combustíveis.

Nível n.º	Definição
1	A quantidade de combustível [t] ou [Nm ³] durante o período de informação ⁹ é determinada com uma incerteza máxima inferior a $\pm 7,5$ %.
2	A quantidade de combustível [t] ou [Nm ³] durante o período de informação é determinada com uma incerteza máxima inferior a $\pm 5,0$ %.
3	A quantidade de combustível [t] ou [Nm ³] durante o período de informação é determinada com uma incerteza máxima inferior a $\pm 2,5$ %.
4	A quantidade de combustível [t] ou [Nm ³] durante o período de informação é determinada com uma incerteza máxima inferior a $\pm 1,5$ %.

Note-se que a incerteza deve referir-se a «todas as fontes de incerteza, incluindo incertezas de instrumentos, de calibração, qualquer outra incerteza relacionada com a utilização efetiva dos instrumentos de medição e de impactos ambientais», salvo se forem aplicáveis algumas simplificações. Há que tomar ainda em consideração, se aplicável, o impacto da determinação das alterações das existências no início e no fim do ano (ver exemplo na secção 8.3 do anexo III).

Nos termos do artigo 27.º, n.º 1, existem, em princípio, duas formas de determinar os dados da atividade:

- Com base na medição contínua do processo que origina as emissões
- Com base na agregação das medições das quantidades obtidas separadamente, tomando em consideração as alterações relevantes das existências.

O RMC não exige que cada operador equipe a instalação com instrumentos de medição a qualquer custo. Um tal requisito estaria em contradição com a abordagem de eficiência em termos de custos adotada por este regulamento. Podem ser utilizados instrumentos que estejam:

- **Sob o controlo do próprio operador** (ver secção 3.1.1), ou
- **Sob o controlo de terceiros** (em especial, os fornecedores de combustível; ver secção 3.1.2). No contexto das transações comerciais, como a compra de combustível, é prática comum que a medição seja efetuada por apenas um dos parceiros comerciais. O outro parceiro pode presumir que a incerteza associada à medição é razoavelmente baixa, caso essas medições estejam sujeitas ao controlo metrológico legal. Em alternativa, é possível introduzir nos contratos de aquisição requisitos de garantia da qualidade para os instrumentos, incluindo manutenção e calibração. O operador deve, contudo, procurar obter uma confirmação da incerteza aplicável a esses instrumentos de medição por forma a avaliar se é possível cumprir o nível exigido.

⁹ O período de informação é o ano civil.

Assim, o operador pode optar entre utilizar os seus próprios instrumentos ou confiar nos instrumentos utilizados pelo fornecedor. No entanto, o RMC evidencia uma ligeira preferência pela utilização dos instrumentos do próprio operador. Se o operador decidir utilizar outros instrumentos, mesmo dispondo dos seus próprios instrumentos, tem de apresentar à autoridade competente provas de que os instrumentos do fornecedor permitem o cumprimento, pelo menos, do mesmo nível, produzem resultados mais fiáveis e estão menos sujeitos a riscos de controlo do que a metodologia baseada nos seus próprios instrumentos. Estas provas devem ser acompanhadas por uma avaliação da incerteza simplificada.



Neste aspeto, está prevista uma exceção no artigo 47.º, n.º 4¹⁰, que permite que os operadores de instalações com um baixo nível de emissões determinem a quantidade de combustível ou de material utilizando os registos de compra disponíveis e documentados e a estimativa das existências sem compararem a qualidade dos seus próprios instrumentos com os instrumentos dos fornecedores.



Ao longo deste documento, são analisadas diferentes formas de avaliar a incerteza. Importa não esquecer que muitas destas opções devem ser vistas como simplificações da avaliação completa da incerteza. No entanto, nenhuma das vias simplificadas deve ser considerada uma via preferencial. Normalmente, o operador tem sempre a possibilidade de realizar uma avaliação individual (completa) da incerteza (ver anexo III do presente documento).

3.1.1 Sistema de medição sob o controlo do próprio operador

3.1.1.1 Aspetos gerais



Se o operador utilizar resultados de medição baseados em sistemas de medição sob o seu próprio controlo, tem de assegurar o cumprimento do limiar de incerteza associado ao nível relevante. Consequentemente, é necessário efetuar uma avaliação da incerteza. Embora os operadores de instalações com um baixo nível de emissões estejam isentos do requisito de apresentar uma avaliação da incerteza à autoridade competente, poderão, ainda assim, necessitar dessa avaliação para os seus próprios fins, nomeadamente para comprovar a conformidade com um determinado nível de dados da atividade.

Existem várias fontes de incerteza, em especial erros causados pela falta de precisão (em princípio, trata-se da incerteza do instrumento de medição especificada pelo fabricante para uso num ambiente adequado, e determinadas condições de instalação, como o comprimento de tubagens direitas antes e depois de um medidor de fluxo) e pela falta de exatidão (decorrente, por exemplo, do envelhecimento e corrosão do instrumento, o que pode resultar num desvio). Por conseguinte, o RMC exige que a avaliação da incerteza tenha em conta a incerteza do instrumento de medição, assim como a influência da calibração e de todos os outros parâmetros suscetíveis de influenciar. Na prática, porém, essa avaliação da incerteza pode ser exigente e, em certos casos, pode ir além das possibilidades de muitos operadores em termos de recursos. Para um investigador ambicioso, a avaliação da incerteza

¹⁰ Artigo 47.º, n.º 4: «Em derrogação ao disposto no artigo 27.º, o operador de uma instalação com um baixo nível de emissões pode determinar a quantidade de combustível ou de material utilizando os registos de compra disponíveis e documentados e a estimativa das alterações das existências. O operador fica também isento do requisito de fornecer à autoridade competente a avaliação da incerteza referida no artigo 28.º, n.º 2.»

«nunca acaba», dado que é sempre possível ter em consideração mais fontes de incerteza. Por conseguinte, é necessário algum pragmatismo e privilegiar os parâmetros que mais contribuem para a incerteza. O RMC permite várias simplificações pragmáticas.

A Figura 3 apresenta diferentes abordagens de avaliação da incerteza previstas no RMC para provar o cumprimento dos requisitos associados ao nível relevante.

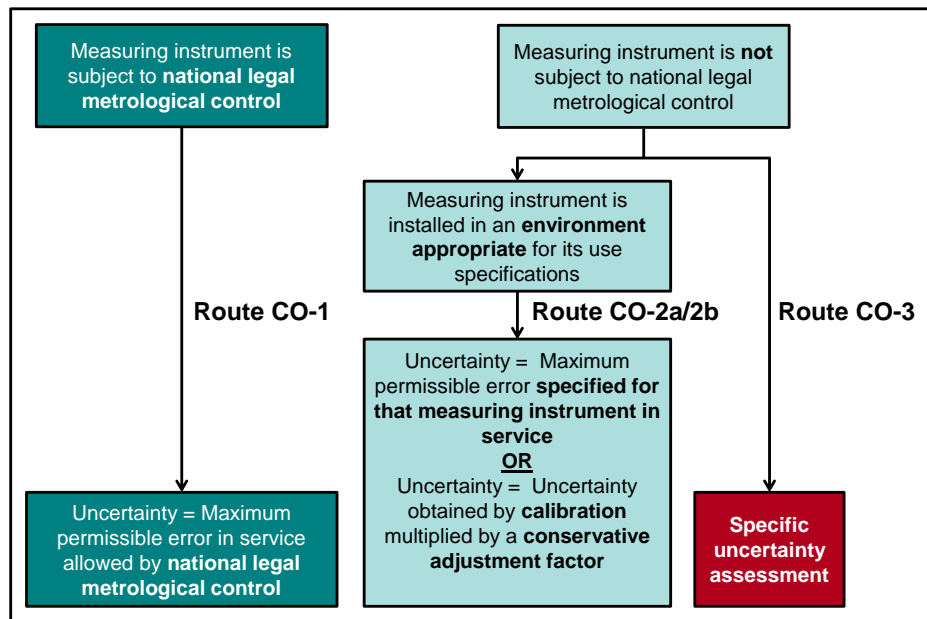


Figura 3: Dados da atividade para abordagens baseadas no cálculo: Abordagens de determinação da incerteza alcançada («C» significa «baseada no cálculo» e «O» indica que o instrumento se encontra sob o controlo do próprio operador)

[Measuring instrument is subject to national legal metrological control
 Uncertainty = Maximum permissible error in service allowed by national legal metrological control
 Route CO-1
 Measuring instrument is not subject to national legal metrological control
 Measuring instrument is installed in an environment appropriate for its use specifications
 Uncertainty = Maximum permissible error specified for that measuring instrument in service
 OR
 Uncertainty = Uncertainty obtained by calibration multiplied by a conservative adjustment factor
 Route CO-2a/2b
 Specific uncertainty assessment
 Route CO-3]

O instrumento de medição está sujeito ao controlo metrológico legal nacional
 Incerteza = Erro máximo admissível em serviço permitido pelo controlo metrológico legal nacional
 Via CO-1
 O instrumento de medição não está sujeito ao controlo metrológico legal nacional
 O instrumento de medição está instalado num ambiente adequado às suas especificações de utilização
 Incerteza = Erro máximo admissível especificado para aquele instrumento de medição em serviço
 OU
 Incerteza = Incerteza obtida pela multiplicação da calibração por um fator de ajustamento prudente
 Via CO-2a/2b
 Avaliação específica da incerteza
 Via CO-3]

O operador pode simplificar a avaliação da incerteza se:

- O instrumento de medição¹¹ estiver sujeito ao controlo metrológico legal nacional (**Via CO-1**). Neste caso, o erro máximo admissível em serviço estabelecido no texto metrológico legal nacional pertinente pode ser usado como incerteza global.
- O instrumento de medição¹¹ não está sujeito ao controlo metrológico legal nacional, mas está instalado num ambiente adequado às suas especificações de utilização. O operador pode então pressupor que a incerteza durante todo o período de informação, tal como exigido nas definições dos níveis para os dados da atividade no anexo II do RMC, corresponde:
 - ao erro máximo admissível especificado para aquele instrumento em serviço (**Via CO-2a**), ou
 - caso seja inferior e esteja disponível, à incerteza obtida pela multiplicação da calibração por um fator de ajustamento prudente a fim de ter em conta o efeito da incerteza em serviço (**Via CO-2b**).

Nos casos em que tais simplificações não sejam aplicáveis ou não demonstrem o cumprimento do nível exigido, é necessário realizar uma avaliação específica da incerteza em conformidade com a **Via CO-3** e o anexo III. Os operadores não são obrigados a utilizar qualquer uma das abordagens simplificadas, podendo sempre optar pela Via CO-3.

3.1.1.2 Escolha de uma abordagem



Um operador que procure a abordagem mais simples deverá, em primeiro lugar, verificar se a Via CO-1 é aplicável, ou seja, se o instrumento de medição está sujeito ao controlo metrológico legal nacional e se é cumprido, pelo menos, o nível exigido¹². Se o erro máximo admissível em serviço estipulado na legislação relevante em matéria de controlo metrológico legal nacional for superior à incerteza exigida para o nível a aplicar, o operador poderá recorrer a outra abordagem, mas menos simplificada, ou seja, a Via CO-2a ou a Via CO-2b. O operador só terá de realizar uma avaliação específica da incerteza em conformidade com a Via CO-3 e o anexo III se aquelas não produzirem o resultado pretendido.

Seja qual for a via escolhida, terá de produzir provas sólidas de que a incerteza cumpre o nível exigido. Caso contrário, o operador terá de tomar as providências necessárias para cumprir o RMC:

- adotando medidas corretivas, ou seja, instalando um sistema de medição que cumpra os requisitos do nível; ou
- fornecendo provas de que o cumprimento do nível exigido não é tecnicamente viável ou implicaria custos excessivos, e aplicando o nível mais baixo seguinte em conformidade com o resultado da avaliação da incerteza.

¹¹ Note-se que o termo «instrumento de medição» é aqui usado no singular por razões de simplicidade. No caso de estarem envolvidos mais instrumentos na determinação dos dados da atividade de um único fluxo-fonte, as simplificações são aplicáveis a todos eles. A incerteza associada aos dados da atividade resultantes nas unidades exigidas pode ser determinada por propagação dos erros (ver anexo III).

¹² Para as abordagens baseadas no cálculo, o artigo 26.º do RMC define o nível aplicável em função da categoria da instalação e da categoria do fluxo-fonte. Para mais informações, consultar o Documento de orientação n.º 1.

3.1.1.3 Simplificação («Via CO-1»)

O instrumento de medição está sujeito ao controlo metrológico legal nacional (CMLN)

Incerteza global = Erro máximo admissível em serviço (CMLN)

Simplified!

A primeira simplificação permitida pelo RMC é a que, na prática, coloca menos dificuldades: se o operador demonstrar, a contento da AC, que um instrumento de medição está sujeito ao controlo metrológico legal nacional (CMLN), o erro máximo admissível em serviço (EMAS) permitido pela legislação nacional em matéria de controlo metrológico pode ser utilizado como valor da incerteza global, sem necessidade de outras provas¹³. O documento mais idóneo para provar a sujeição ao CMLN é um certificado da verificação oficial do instrumento¹⁴.

O CMLN é geralmente aplicável quando as transações de mercado (transações comerciais) exigem a referência a padrões aceites (rastreadibilidade). No âmbito do CMLN, cada tipo de instrumento de medição é avaliado mediante a análise dos resultados obtidos num vasto número de ensaios.

Em regra, os instrumentos de medição sujeitos ao CMLN são considerados mais fiáveis porque estão sujeitos a uma avaliação obrigatória e são verificados e calibrados (calibração, ver Via CO-2b) por uma autoridade governamental ou por um organismo acreditado de confiança.



Informações gerais sobre os erros máximos admissíveis nos termos do CMLN

*No contexto do controlo metrológico legal, a calibração é considerada válida se a incerteza resultante do procedimento de calibração for inferior ao **erro máximo admissível (EMA) na verificação**. O termo «na verificação» é utilizado aqui num sentido metrológico, não devendo ser confundido com a verificação nos termos do RCLE-UE.*

*Além disso, considera-se que o equipamento em serviço regular está exposto a condições de medição que poderão influenciar o resultado da medição. Por este motivo, foi introduzido um parâmetro designado **erro máximo admissível em serviço (EMA em serviço = EMAS)**. Este valor representa uma estimativa fiável da incerteza de um dispositivo em funcionamento regular, que é submetido a um controlo metrológico legal regular em conformidade com os regulamentos aplicáveis. Estabelece um limiar para as verificações simplificadas que pode ser aplicado durante o funcionamento regular e, como tal, tem de ser considerado como a incerteza a atribuir obrigatoriamente ao funcionamento diário do equipamento de medição. Tal significa que o EMAS é um parâmetro mais adequado para assegurar uma troca justa de mercadorias, que constitui o principal objetivo do controlo metrológico legal.*

*O EMA «em condições nominais de funcionamento»¹⁵ de alguns instrumentos de medição está estabelecido na **Diretiva Instrumentos de Medição (2004/22/CE) (DIM)***

¹³ A filosofia subjacente a esta abordagem é que o controlo aqui é exercido, não pela autoridade competente responsável pelo RCLE-UE, mas por outra autoridade que tem a seu cargo questões de controlo metrológico. Deste modo, evita-se a dupla regulação e reduz-se a carga administrativa.

¹⁴ Nos termos do artigo 4.º, alínea c), da Diretiva Instrumentos de Medição (2004/22/CE), entende-se por «controlo metrológico legal»: o controlo das funções de medição pretendidas no campo de aplicação de um instrumento de medida, por razões de interesse público, saúde, ordem e segurança públicas, proteção do ambiente, cobrança de impostos e taxas, defesa dos consumidores e práticas leais de comércio.

¹⁵ O anexo I da DIM contém a seguinte definição: «As condições nominais de funcionamento são os valores das grandezas mensuradas e influentes que correspondem às condições normais de funcionamento de

ou na Diretiva Instrumentos de Pesagem de Funcionamento Não Automático (2009/23/CE) (IPFNA), que pretende criar um mercado comum para instrumentos de medição em todos os Estados-Membros da UE. O EMA em serviço está sujeito à legislação nacional. Os sistemas de controlo metrológico aplicam habitualmente um fator de 2 para converter o erro máximo admissível obtido na verificação no erro máximo admissível em serviço (EMAS). Importa referir que este fator não é retirado de dados estatísticos (ao contrário da diferença entre incerteza-padrão e incerteza expandida), decorrendo antes da experiência geral, no domínio da metrologia legal, com instrumentos de medição que foram submetidos, com sucesso, a ensaios de homologação¹⁶.

3.1.1.4 Simplificação («Via CO-2a»)

Simplified!

O instrumento de medição não está sujeito ao controlo metrológico legal nacional, mas está instalado num ambiente adequado às suas especificações de utilização.

Incerteza global = Erro máximo admissível em serviço

A segunda simplificação permitida pelo RMC diz respeito aos instrumentos de medição que não estão sujeitos ao controlo metrológico legal nacional, mas estão instalados num ambiente adequado às suas especificações de utilização.



Para a segunda fase do RCLE, o chamado documento de orientação ETSG¹⁷ propôs uma abordagem simplificada, que permitia que a incerteza global para os dados da atividade de um fluxo-fonte fosse estimada a partir da incerteza conhecida para um tipo de instrumento específico, desde que as restantes fontes de incerteza fossem suficientemente atenuadas. Isto é especialmente válido quando o instrumento é instalado de acordo com determinadas condições exigidas. A nota de orientação ETSG inclui uma lista de tipos de instrumentos e de condições de instalação que ajuda o utilizador a aplicar essa abordagem.

O RMC recuperou o princípio desta abordagem, permitindo que o operador utilize como incerteza global o «Erro Máximo Admissível» (EMA) *em serviço*¹⁸ especificado para o instrumento, desde que os instrumentos de medição estejam instalados num ambiente adequado às suas especificações de utilização. Quando não existe informação disponível relativa ao EMAS, ou quando o operador pode obter valores melhores do que os valores por defeito, pode ser utilizada a incerteza obtida pela multiplicação da calibração por um fator de ajustamento prudente a fim de ter em conta a incerteza mais elevada quando o instrumento estiver «em serviço». Esta última abordagem corresponde à Via CO-2b.

um instrumento.» Assim, a definição do EMA fornecida na DIM corresponde ao EMA em serviço (EMAS). No entanto, importa salientar que a DIM só regula a comercialização e a colocação em serviço dos instrumentos, e não as operações de calibração ou manutenção a realizar em serviço.

¹⁶ Com base na experiência adquirida em casos específicos, são comumente usados para alguns tipos de aparelhos outros valores para este fator, que vão de 1,25 (por ex., para os sistemas de pesagem automática) a 2,5 (por ex., para alguns aparelhos de medição da velocidade do tráfego).

¹⁷ As notas estão disponíveis como anexo em <http://impel.eu/projects/emission-trading-proposals-for-future-development-of-the-eu-ets-phase-ii-beyond>.

¹⁸ O EMA em serviço é significativamente mais elevado do que o EMA do novo instrumento. O EMA em serviço, em geral, é expresso como um fator multiplicado pelo EMA do novo instrumento.

O RMC não fornece mais pormenores sobre a fonte de informação para o EMAS ¹⁹ e as especificações de utilização adequadas, permitindo assim alguma flexibilidade. Pode presumir-se que:

- as especificações do fabricante,
- as especificações do controlo metrológico legal, e
- documentos de orientação, como os emitidos pela Comissão²⁰

constituem fontes adequadas para o EMAS. Os valores da incerteza apresentados nos referidos documentos só podem ser considerados como a incerteza global se os instrumentos de medição estiverem instalados num ambiente adequado às suas especificações de utilização (incluindo o cumprimento das etapas 1 a 4 *infra*). Se assim for, pode considerar-se que os valores retirados destas fontes representam o EMAS, não sendo necessárias quaisquer outras correções ao valor da incerteza.

Nestes casos, o operador pode presumir que cumpre os requisitos do RMC se apresentar provas de que foram cumpridos todos os requisitos das quatro etapas seguintes:



¹⁹ Note-se que o EMA e o EMAS para instrumentos sob o CMLN baseiam-se na experiência e não são transferíveis para a medição industrial. É utilizada a mesma denominação para instrumentos não sujeitos ao CMLN unicamente por motivos de simplicidade.

²⁰ O anexo II do presente documento de orientação apresenta valores prudentes para os intervalos de incerteza de instrumentos de medição comuns e condições adicionais.



Etapa 1: Existência de condições de funcionamento respeitantes a parâmetros de influência relevantes²¹

As especificações do fabricante para o instrumento de medição em causa contêm as condições de funcionamento, ou seja, a descrição do ambiente adequado às suas especificações de utilização, respeitantes a parâmetros de influência relevantes (por ex., caudal, temperatura, pressão, meio, etc.) e os desvios máximos admissíveis para esses parâmetros. Em alternativa, o fabricante poderá ter declarado que o instrumento de medição cumpre uma norma internacional (norma CEN ou ISO) ou outros documentos normativos (tais como recomendações da OIML²²) que estabeleçam condições de funcionamento aceitáveis respeitantes a parâmetros de influência relevantes.

Etapa 2: Cumprimento das condições de funcionamento respeitantes a parâmetros de influência relevantes

O operador apresenta provas do cumprimento das condições de funcionamento respeitantes a parâmetros de influência relevantes. Para tal, os operadores devem elaborar uma lista dos parâmetros de influência relevantes (por exemplo, ver secção 8, em especial o Quadro 2 e Quadro 3) para diferentes instrumentos de medição e comparar, relativamente a cada parâmetro, o intervalo especificado com o intervalo utilizado. Esta lista deve acompanhar a avaliação da incerteza que é fornecida à autoridade competente quando é apresentado um novo plano de monitorização ou uma atualização do mesmo.

O resultado desta etapa deverá ser a constatação de que:

- o instrumento de medição está devidamente instalado,
- o instrumento de medição é adequado para medir o meio de interesse,
- não existem outros fatores suscetíveis de ter efeitos adversos sobre a incerteza do instrumento de medição.

A presunção de que o EMAS indicado na fonte adequada (ver *supra*) pode ser utilizado sem mais correções depende da verificação cumulativa destes três requisitos.

Etapa 3: Execução de procedimentos de calibração de qualidade garantida

O operador apresenta provas de que a calibração regular (calibração, ver Via CO-2b) é realizada por uma instituição acreditada em conformidade com a norma EN ISO/IEC 17025, aplicando normas CEN, ISO ou nacionais quando necessário. Em alternativa, se a calibração for realizada por uma instituição não acreditada ou pelo fabricante, o operador tem de apresentar provas (por ex., o certificado de calibração) de adequação, de que a calibração foi realizada em conformidade com o procedimento recomendado pelo fabricante do instrumento e de que os resultados cumprem as especificações do fabricante.

²¹ Os instrumentos de medição que ostentam a marcação «CE» estão em conformidade com os requisitos essenciais estabelecidos no anexo I da DIM. Este anexo exige que os fabricantes especifiquem condições de funcionamento adequadas. Se as especificações do fabricante não contiverem requisitos aplicáveis às condições de funcionamento respeitantes a parâmetros de influência relevantes, o operador tem de realizar uma avaliação individual da incerteza (Via CO-3). No entanto, em casos simples, poderá ser suficiente o parecer de peritos, sobretudo para fluxos-fonte menores e *de minimis* e para instalações com um baixo nível de emissões.

²² Documentos que contêm especificações técnicas adotadas pela Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML). <http://www.oiml.org/>

Etapa 4: Procedimentos adicionais de garantia da qualidade para medir os dados da atividade

Nos termos do artigo 58.º, n.º 3, o operador deve estabelecer, documentar, aplicar e manter vários procedimentos escritos para assegurar um sistema de controlo eficaz, nomeadamente no que respeita à garantia da qualidade do equipamento de medição relevante, e o tratamento dos dados resultantes. Nos casos em que tenham sido implementados sistemas de gestão da qualidade ou de gestão ambiental certificados²³, por ex. EN ISO 9001, EN ISO 14001, EMAS, com vista a assegurar a realização de atividades de controlo (calibração, manutenção, vigilância e gestão de perdas/falhas, etc.), recomenda-se que estes sistemas também incluam procedimentos de garantia da qualidade para medir os dados da atividade ao abrigo do RCLE-UE.

A menos que estejam preenchidos todos os requisitos das quatro etapas, não é possível presumir que o EMAS retirado de fontes adequadas (ver *supra*) pode ser utilizado para a incerteza sem mais correções. No entanto, a incerteza global pode ser calculada através da combinação da incerteza indicada nas fontes adequadas e uma estimativa prudente da incerteza relacionada com os parâmetros responsáveis por esta não conformidade (por ex., o caudal encontra-se parcialmente fora da gama normal de funcionamento) por meio de propagação dos erros (ver Via CO-3 e anexo III).

3.1.1.5 Simplificação («Via CO-2b»)

O instrumento de medição ^{Erro! Não foi dado nenhum nome ao marcador.} não está sujeito ao controlo metroológico legal nacional, mas está instalado num ambiente adequado às suas especificações de utilização.

$$\begin{aligned} & \text{Incerteza global} \\ & = \\ & \text{Incerteza resultante de calibração} \times \text{fator de ajustamento prudente} \end{aligned}$$

Simplified!

Calibração²⁴

A calibração regular consiste num processo em que a metrologia é aplicada a equipamento e processos de medição para assegurar a conformidade dos instrumentos de medição utilizados com um padrão internacional de medição conhecido. Para tal, são utilizados materiais ou métodos de calibração que

²³ Geralmente, a instalação dispõe de um sistema de controlo para outros fins, nomeadamente para controlo da qualidade ou minimização dos custos. Em muitos casos, os fluxos de material e energia assumem também especial relevância para outros sistemas internos de comunicação de informações (tais como o controlo financeiro).

²⁴ Ver também «EA 4/02 - Guidance to Expression of Uncertainty of Measurement in Calibration»

http://www.european-accreditation.org/Docs/0002_Application%20documents/0002_Application%20documents%20for%20Laboratories%20Series%204/00100_EA-4-02rev01.PDF

asseguram uma cadeia de rastreabilidade ao «verdadeiro valor» materializado num padrão de medição.

A calibração deve, se possível, ser realizada por um laboratório acreditado. Podem ser consultados procedimentos e intervalos de calibração adequados nas especificações do fabricante, em normas fornecidas por laboratórios acreditados, etc.²⁵



Exemplo: Requisitos de calibração de um caudalímetro para líquidos não aquosos com medição estática em contínuo

A calibração exige a consideração dos seguintes aspetos:

- O caudalímetro está instalado em conformidade com as especificações do fabricante.
- Tanto o caudalímetro como o resto do sistema de calibração estão totalmente cheios e não contêm gases.
- O caudalímetro encontra-se à temperatura de funcionamento.
- Todas as definições dos parâmetros devem estar, na medida do possível, documentadas.
- Durante o caudal zero, antes e depois da medição, não é detetado qualquer sinal que indique a existência de caudal.
- As condições de calibração (caudal, temperatura, pressão, tipo de líquido, etc.) encontram-se em conformidade com as condições de funcionamento.
- O caudal é estável.
- A pressão tem de ser suficientemente elevada para evitar gaseificação ou cavitação²⁶. A densidade e a viscosidade também têm influência sobre a curva de calibração. Por conseguinte, a situação ideal será realizar a calibração em condições idênticas às que se verificam durante o funcionamento normal (pretendido) e utilizar os mesmos líquidos ou, se tal não for possível, líquidos semelhantes.
- O ajuste de zero deve ser efetuado antes e não durante uma série de medição. As condições do líquido (temperatura, pressão) devem ser documentadas no momento do ajuste de zero. O ajuste de zero não é necessário se o sinal de saída para o caudal zero for inferior ao intervalo para o valor zero fornecido pelo fabricante.

O elemento central de cada procedimento de calibração é a comparação dos resultados de medição com um padrão de referência, aplicando um procedimento que permite a determinação de uma função de calibração e de incertezas de medição. O

²⁵ Ver também «Vocabulário internacional de metrologia»

http://www.ipq.pt/backfiles/VIM_IPQ_INMETRO_2012.pdf

NOTA 1 Uma calibração pode ser expressa por meio dum declaração, uma função de calibração, um diagrama de calibração, uma curva de calibração ou uma tabela de calibração. Em alguns casos, pode consistir numa correção aditiva ou multiplicativa da indicação com uma incerteza de medição associada.

NOTA 2 Convém não confundir a calibração com o ajuste dum sistema de medição, frequentemente denominado de maneira imprópria de «autocalibração», nem com a verificação [metrológica] da calibração.

²⁶ A cavitação consiste na formação seguida imediatamente da implosão de cavidades num líquido, que poderá ocorrer quando este é submetido a rápidas alterações de pressão, por ex. em turbinas.

resultado da calibração será uma avaliação fidedigna da função de calibração, da sua linearidade (nos casos em que tal seja exigido) e da incerteza de medição. A incerteza obtida por calibração deve, na medida do possível, estar relacionada com a gama de funcionamento do instrumento de medição durante a sua utilização. Assim, o procedimento de calibração deve refletir, tanto quanto possível, as condições de funcionamento em que o instrumento está instalado (ou seja, onde é efetivamente aplicado).

Em muitos casos, a mensuranda de interesse não é medida diretamente, sendo antes calculada a partir de outras grandezas de entrada com uma relação funcional. Por exemplo, um caudal volumétrico (f_V) é calculado mediante a medição de grandezas de entrada como a densidade (ρ) e a pressão diferencial (Δp) através da relação $f_V = f_V(\rho, \Delta p)$. A incerteza associada à mensuranda de interesse será então determinada como a incerteza-padrão combinada através de propagação dos erros²⁷ (ver anexo III). Relativamente à **incerteza-padrão combinada** associada ao resultado de medição, as contribuições da incerteza da deriva a longo prazo e das condições de funcionamento também são influências importantes que têm de ser tomadas em consideração (para além da incerteza associada à calibração).

A **incerteza de medição expandida** obtém-se através da multiplicação da incerteza-padrão combinada por um fator de expansão, que é geralmente igual a 2 para distribuições normais de dados (distribuições gaussianas). Um fator de 2 corresponde a uma probabilidade de 95 % de que o valor correto esteja abrangido (ou seja, um intervalo de confiança de 95 %). Note-se que este fator de expansão ainda faz parte da expressão da incerteza de medição na calibração, não correspondendo ao fator de ajustamento prudente (ver *infra*).

Frequências de calibração

Consoante o tipo de instrumento de medição e as condições ambientais, a incerteza de uma medição pode aumentar ao longo do tempo (deriva). Para quantificar e mitigar o aumento da incerteza resultante da deriva, é necessário um intervalo de tempo adequado para recalibração.

No caso de um instrumento de medição sujeito ao CMLN (Via CO-1), a frequência da calibração (recalibração) é regulada pelo texto legal relevante.

Nos restantes casos, os intervalos para recalibração devem ser determinados com base nas informações fornecidas, por exemplo, pelas especificações do fabricante ou por outras fontes adequadas. Uma vez que a calibração permite sempre a quantificação da deriva ocorrida, as análises de séries temporais de calibrações anteriores também poderão ser úteis para determinar o intervalo de calibração relevante. Com base nestas informações, o operador deve aplicar intervalos de calibração adequados, sujeitos à aprovação da autoridade competente.

Em qualquer caso, o operador tem de verificar anualmente se os instrumentos de medição utilizados ainda cumprem o nível exigido (nos termos do artigo 28.º, n.º 1, alínea b)).

²⁷ O termo «propagação da incerteza» é mais adequado, mas o termo «propagação dos erros» é mais comum.

Prática da indústria

Há várias situações que importa evitar quando está em causa a calibração num contexto industrial, nomeadamente:

- simplificações para aplicações específicas que, na altura, não cumprem os requisitos de calibração previstos nas normas legais;
- ensaios simples ou verificações rápidas que poderão ter sido concebidos, por exemplo, para verificar o valor zero ou para assegurar a garantia da qualidade quotidianamente, mas que não constituem uma calibração total;
- adiamento de calibrações devido à obtenção de resultados favoráveis em verificações *ad hoc* (que apontam para o correto funcionamento do equipamento de monitorização) e aos custos envolvidos;
- não dar seguimento aos resultados da calibração efetuando as correções adequadas.

Além disso, pode ocorrer um problema associado a dificuldades de acesso a um dispositivo para efeitos de calibração, nomeadamente quando este não pode ser desinstalado para a realização de verificações ou calibração enquanto a instalação estiver a funcionar e a paragem do processo implicar graves perturbações para a instalação ou comprometer a segurança do abastecimento associada ao produto. Poderão decorrer longos períodos de tempo entre paragens do processo de produção e, nestes casos, poderá não ser viável efetuar uma calibração periódica de acordo com intervalos mais curtos.

Quando as possibilidades de calibração forem limitadas, o operador tem de solicitar a aprovação da AC para utilizar uma abordagem alternativa, juntando ao plano de monitorização quaisquer provas relevantes sobre viabilidade técnica ou custos excessivos²⁸. Deve ser tomada em consideração a hierarquia²⁹ estabelecida no artigo 32.º, n.º 1, para a aplicação de diferentes normas.

Fator de ajustamento prudente

A fim de tomar em consideração quaisquer outros erros aleatórios, e também sistemáticos, em serviço, a incerteza resultante da calibração (incerteza expandida, ver *supra*) deve ser multiplicada por um **fator de ajustamento prudente**. O operador deve determinar este fator de ajustamento (por ex., com base na experiência), sujeito à aprovação da AC. Na ausência de quaisquer informações ou experiência, recomenda-se a utilização de um fator harmonizado de 2 como abordagem pragmática, mas adequada. O resultado obtido poderá ser utilizado como incerteza global sem correções adicionais.

²⁸ O artigo 59.º, n.º 1, segundo parágrafo, estabelece o seguinte: «Caso alguns componentes dos sistemas de medição não possam ser calibrados, o operador de instalação ou operador de aeronave deve identificá-los no plano de monitorização e propor ações de controlo alternativas.»

²⁹ Artigo 32.º, n.º 1: «O operador deve assegurar que as análises, a amostragem, as calibrações e as validações relevantes para a determinação dos fatores de cálculo sejam realizadas mediante a aplicação de métodos baseados nas normas EN correspondentes. Se tais normas não estiverem disponíveis, os métodos devem basear-se em normas ISO ou normas nacionais adequadas. Se não existirem normas publicadas aplicáveis, devem ser utilizados projetos de norma adequados, orientações de melhores práticas da indústria ou outras metodologias cientificamente comprovadas, que limitem distorções na amostragem e na medição.»

Só é aplicável um fator de ajustamento prudente se o instrumento de medição for utilizado em conformidade com as especificações de utilização, tal como previsto no artigo 28.º, n.º 2, último parágrafo. Consequentemente, os requisitos descritos para a Via CO-2a (etapa 1 a etapa 4) têm de ser cumpridos. Se estes requisitos não forem cumpridos, esta via de simplificação não é aplicável, sendo então necessária a avaliação específica da incerteza descrita na Via CO-3 e no anexo III.

3.1.1.6 Avaliação completa da incerteza («Via CO-3»)

Avaliação completa da incerteza («Via CO-3»)

O operador pode sempre realizar uma avaliação específica da incerteza, por ex. se entender que tal produzirá resultados mais fiáveis. Neste caso, ou se não for possível seguir nenhuma das vias de simplificação (Vias CO-1 ou CO-2a/2b), tem de ser realizada uma avaliação da incerteza em conformidade com o anexo III.

Importa salientar que a obrigação de realizar uma avaliação específica da incerteza não significa necessariamente que o operador tenha de começar do zero. Em muitos casos, poderão ser aplicáveis alguns pré-requisitos relativos às vias de simplificação CO-1 ou CO-2a/2b. Nestes casos, as incertezas resultantes destas simplificações poderão constituir um ponto de partida para outros cálculos, por ex. através da propagação de erros (ver anexo III, em especial a secção 8.2). Para além de proporcionar aos operadores uma forma mais pragmática e menos onerosa de avaliar a incerteza, esta abordagem poderá, em muitos casos, produzir resultados mais fiáveis.



Exemplo: Um operador utiliza um medidor de turbina sujeito ao controlo metrológico legal nacional para medir o consumo de um fluxo-fonte líquido. Uma vez que o RMC exige a conversão do caudal volumétrico em caudal mássico, o operador tem de determinar a densidade do líquido. Dado que esta é determinada regularmente por um aerómetro, não é aplicável qualquer simplificação (ou seja, Via CO-1 ou Via CO-2a/2b) ao fluxo-fonte, caso seja expresso em toneladas. No entanto, o operador terá todo o interesse em utilizar a incerteza estabelecida no texto metrológico legal nacional relevante respeitante à determinação do volume no cálculo da incerteza global por propagação dos erros (ver secção 8.3, em especial o exemplo 7).



3.1.2 Sistema de medição sob o controlo de terceiros

3.1.2.1 Aspectos gerais



O operador pode utilizar um sistema de medição sob o controlo de terceiros para determinar dados da atividade, desde que este sistema cumpra, pelo menos, um nível tão elevado quanto os seus próprios instrumentos (caso existam), produza resultados mais fiáveis e esteja menos sujeito a riscos de controlo³⁰. Nestes casos, os dados da atividade podem ser determinados:

- com base em valores retirados das faturas emitidas pelo parceiro comercial, ou
- utilizando leituras diretas efetuadas nesse sistema de medição.

Seja qual for a abordagem utilizada, são aplicáveis aos dados da atividade os mesmos níveis que para os sistemas sob o controlo do próprio operador (ver secção 3.1.1). A única diferença reside no modo como o operador pode provar o cumprimento e nas simplificações que podem ser aplicadas.

Quando se utilizam faturas como dados primários para a determinação da quantidade de material ou combustível, o RMC exige que o operador demonstre que os parceiros comerciais são independentes. Em princípio, esse facto deveria ser entendido como uma salvaguarda que garante a existência de faturas válidas. Em muitos casos, será também um indicador da aplicação do controlo metrológico legal nacional (secção 3.1.1, Via CO-1).

Note-se que o RMC permite uma possibilidade «híbrida»: Embora o instrumento não seja controlado pelo operador (secção 3.1.2), é este que efetua a leitura para fins de monitorização. Nesse caso, o proprietário do instrumento é responsável pela manutenção, calibração e ajustamento do mesmo e, em última análise, pelo valor de incerteza aplicável, mas os dados relativos à quantidade de material ou combustível podem ser verificados diretamente pelo operador. Trata-se de uma situação frequente no caso dos contadores de gás natural.

A Figura 4 mostra a forma prevista no RMC para o cumprimento dos requisitos do nível exigido no caso de sistemas de medição sob o controlo de terceiros.

³⁰ Para obter orientações sobre a avaliação dos riscos, ver Documento de orientação n.º 6 (Fluxo de dados e atividades de controlo)

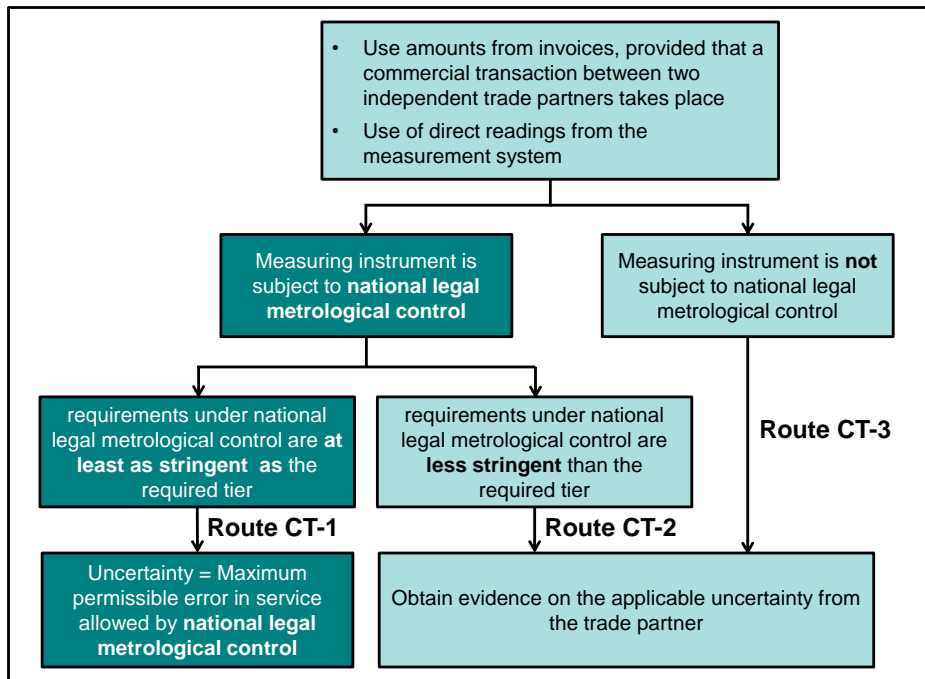


Figura 4: Dados da atividade para abordagens baseadas no cálculo: Abordagens de determinação da incerteza alcançada («C» significa «baseada no cálculo» e «T» indica que o instrumento se encontra sob o controlo de um parceiro comercial)

[Use amounts from invoices, provided that a commercial transaction between two independent trade partners takes place
Use of direct readings from the measurement system
Measuring instrument is subject to national legal metrological control
Measuring instrument is not subject to National legal metrological control
Route CT-3
requirements under national legal metrological control are at least as stringent as the required tier
requirements under national legal metrological control are less stringent than the required tier
Route CT-1
Route CT-2
Uncertainty = Maximum permissible error in service allowed by national legal metrological control
Obtain evidence on the applicable uncertainty from the trade partner

Utilizar os valores constantes das faturas, desde que exista uma transação comercial entre dois parceiros comerciais independentes
Utilizar leituras diretas efetuadas no sistema de medição
O instrumento de medição está sujeito ao controlo metrológico legal nacional
O instrumento de medição não está sujeito ao controlo metrológico legal nacional
Via CT-3
os requisitos ao abrigo do controlo metrológico legal nacional são, pelo menos, tão exigentes quanto os do nível exigido
os requisitos ao abrigo do controlo metrológico legal nacional são menos exigentes do que os do nível exigido
Via CT-1
Via CT-2
Incerteza = Erro máximo admissível em serviço permitido pelo controlo metrológico legal nacional
Obter provas sobre a incerteza aplicável junto do parceiro comercial]

O operador pode simplificar a avaliação da incerteza:

- Se o instrumento de medição estiver sujeito ao controlo metrológico legal nacional, o erro máximo admissível estabelecido no texto metrológico legal relevante pode ser utilizado como incerteza global para determinar se estão preenchidos os requisitos do nível em conformidade com o artigo 26.º (Via CT-1).
- Se os requisitos aplicáveis ao abrigo do controlo metrológico legal nacional forem menos exigentes do que o limiar de incerteza do nível exigido em conformidade com o artigo 26.º, o operador pode obter provas sobre a incerteza efetivamente aplicável junto do parceiro comercial (Via CT-2).

- Se o instrumento de medição não estiver sujeito ao controlo metrológico legal nacional, o operador pode obter provas sobre a incerteza em causa junto do parceiro comercial (**Via CT-3**).

Tal como referido na secção 3.1.1.2, o operador tem de assegurar o cumprimento do nível exigido nos termos do artigo 26.º. Caso contrário, será necessário tomar medidas corretivas ou, se for possível apresentar provas de custos excessivos ou inviabilidade técnica, poderá ser aplicado um nível mais baixo (desde que tal cumpra, ainda assim, um nível pelo menos tão elevado quanto os instrumentos disponíveis sob o controlo do próprio operador, produza resultados mais fiáveis e esteja menos sujeito a riscos de controlo do que estes).

3.1.2.2 Simplificação («Via CT-1»)

Simplified!

O instrumento de medição do parceiro comercial está sujeito ao controlo metrológico legal nacional (CMLN).

Incerteza global = Erro máximo admissível em serviço (EMAS)

Esta simplificação é aplicável pelas razões e nas condições descritas na secção 3.1.1.3, Via CO-1. O operador tem de provar, ainda assim, que o instrumento de medição do parceiro comercial cumpre, pelo menos, um nível tão elevado quanto um instrumento disponível sob o seu próprio controlo, produz resultados mais fiáveis e está menos sujeito a riscos de controlo.

3.1.2.3 «Via CT-2»

O operador deve obter provas da incerteza aplicável junto do parceiro comercial responsável pelo sistema de medição.

Se os requisitos aplicáveis ao abrigo do controlo metrológico legal nacional forem menos exigentes do que os requisitos do nível previstos no artigo 26.º, o operador tem de obter provas do cumprimento dos níveis aplicáveis junto do parceiro comercial. O operador tem de poder demonstrar que o instrumento de medição do parceiro comercial cumpre, pelo menos, um nível tão elevado quanto um instrumento disponível sob o seu próprio controlo, produz resultados mais fiáveis e está menos sujeito a riscos de controlo.

Para tal, poderá também basear-se numa avaliação da incerteza, tal como explicado no anexo III, utilizando informações sobre os instrumentos de medição fornecidas pelo parceiro comercial. Consulte também as informações fornecidas no contexto da Via CO-3 (secção 3.1.1.6).

3.1.2.4 «Via CT-3»

O operador deve obter provas da incerteza aplicável junto do parceiro comercial responsável pelo sistema de medição.

Esta via é semelhante à Via CT-2 acima descrita. Nos casos em que a transação não está sujeita ao CMLN, o operador tem de obter, junto do parceiro comercial, provas do cumprimento dos níveis aplicáveis nos termos do artigo 26.º. O operador tem de poder demonstrar que o instrumento de medição do parceiro comercial cumpre, pelo menos, um nível tão elevado quanto um instrumento disponível sob o seu próprio controlo, produz resultados mais fiáveis e está menos sujeito a riscos de controlo.

Para tal, poderá também basear-se numa avaliação da incerteza, tal como explicado no anexo III, utilizando informações sobre os instrumentos de medição fornecidas pelo parceiro comercial. Consulte também as informações fornecidas no contexto da Via CO-3 (secção 3.1.1.6).

3.2 Fatores de cálculo

Contrariamente ao que acontece com os níveis relativos aos dados da atividade, os níveis relativos aos fatores de cálculo³¹ não se baseiam no cumprimento de limiares de incerteza, mas sim em determinações que envolvem valores por defeito ou valores obtidos por meio de análises laboratoriais. No entanto, as determinações que envolvem análises laboratoriais estão associadas a frequências de análise obrigatórias (artigo 35.º) e uma das opções possíveis para determinar esta frequência é expressa em termos da «incerteza» associada à frequência das análises. O artigo 35.º, n.º 2, dispõe o seguinte:

«A autoridade competente pode autorizar o operador a utilizar uma frequência diferente da referida no n.º 1 se não estiverem disponíveis frequências mínimas ou se o operador demonstrar que:

- a) *Com base nos dados históricos, designadamente nos valores analíticos para os respetivos combustíveis ou materiais no período de informação imediatamente anterior ao período atual, a variação nos valores analíticos para o respetivo combustível ou material **não é superior a 1/3 do valor da incerteza** que o operador tem de respeitar em relação à determinação dos dados da atividade do combustível ou material em causa...»*

Importa salientar que a avaliação da incerteza exigida neste caso é diferente, mas, dado o âmbito do presente documento, não nos é possível entrar em pormenores. No entanto, este tema é analisado em maior profundidade no Documento de orientação n.º 5: «Orientações sobre amostragem e análise» (ver secção 1.3).



³¹ O artigo 3.º, n.º 7, do RMC define: «Fatores de cálculo»: o poder calorífico inferior, fator de emissão, fator de emissão preliminar, fator de oxidação, fator de conversão, teor de carbono ou fração de biomassa.

4 INCERTEZA PARA ABORDAGENS BASEADAS NA MEDIÇÃO

Para as abordagens baseadas na medição, incluindo a monitorização de N₂O, o anexo I do RMC exige uma lista de todos os equipamentos relevantes, indicando a respetiva frequência de medição, gama de aplicação e incerteza. O RMC não menciona casos de aplicação de simplificações para determinar a incerteza, como acontece com as abordagens baseadas no cálculo.

Porém, o artigo 42.º exige que todas as medições sejam efetuadas com base nas seguintes normas:

- EN 14181 «Stationary source emissions – Quality assurance of automated measuring systems» (Emissões de fontes fixas – Garantia de qualidade dos sistemas de medição automáticos),
- EN 15259 «Air quality – Measurement of stationary source emissions – Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report» (Qualidade do ar – Medição de emissões de fontes fixas – Requisitos aplicáveis às secções e locais de medição e ao objetivo, planificação e comunicação das medições).
- E outras normas EN correspondentes.

A norma EN 14181, por exemplo, contém informações sobre procedimentos de garantia da qualidade (QAL 2 e 3) para minimizar a incerteza, bem como orientações sobre a determinação da própria incerteza. No que respeita à QAL 1, estão disponíveis orientações na norma EN ISO 14956 «Air quality - Evaluation of the suitability of a measurement procedure by comparison with a required measurement uncertainty» (Qualidade do ar. Avaliação da conformidade de um procedimento de medição por comparação com uma incerteza de medição requerida).

O artigo 42.º dispõe ainda: *«Se tais normas não estiverem disponíveis, os métodos devem basear-se em normas ISO, normas publicadas pela Comissão ou normas nacionais adequadas. Se não existirem normas publicadas aplicáveis, devem ser utilizados projetos de norma adequados, orientações de melhores práticas da indústria ou outras metodologias cientificamente comprovadas, que limitem distorções na amostragem e na medição.»*

O operador deve considerar todos os aspetos relevantes do sistema de medição contínua, nomeadamente a localização do equipamento, a calibração, a medição, a garantia da qualidade e o controlo da qualidade.»

Se as normas adequadas ou as orientações não contiverem informações sobre a determinação da incerteza, podem ser retirados do anexo III alguns dados para este fim.

5 INCERTEZA PARA ABORDAGENS DE RECURSO

Os operadores podem aplicar uma metodologia de recurso, ou seja, uma metodologia de monitorização que não se baseia em níveis, para determinados fluxos-fonte ou fontes de emissão, desde que estejam cumulativamente preenchidas as seguintes condições:

- A aplicação de, pelo menos, o nível 1 no âmbito da metodologia baseada no cálculo para um ou mais fluxos-fonte principais ou fluxos-fonte menores, e de uma metodologia baseada na medição para, pelo menos, uma fonte de emissão relacionada com os mesmos fluxos-fonte não é tecnicamente viável, ou implicaria custos excessivos;
- O operador avalia e quantifica anualmente as incertezas de todos os parâmetros utilizados na determinação das emissões anuais em conformidade com o Guia ISO para a Expressão da Incerteza na Medição (JCGM 100:2008)³², ou outra norma equivalente aceite internacionalmente, e inclui os resultados no relatório anual sobre as emissões;
- O operador demonstra, a contento da autoridade competente, que, ao aplicar a referida metodologia de monitorização de recurso, o limiar da incerteza global respeitante ao nível anual das emissões de gases com efeito de estufa para toda a instalação não ultrapassa:
 - 7,5 % para instalações de categoria A,
 - 5,0 % para instalações de categoria B, e
 - 2,5 % para instalações de categoria C.

Estão disponíveis mais orientações sobre a avaliação da incerteza no anexo III, em especial na secção 8.4.

³² (JCGM 100:2008) Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM): <http://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>

6 ANEXO I: SIGLAS E LEGISLAÇÃO

6.1 Siglas utilizadas

RCLE-UE ...	Regime de Comércio de Licenças de Emissão da União Europeia
MCV	Monitorização, Comunicação e Verificação
OMC 2007..	Orientações para a Monitorização e a Comunicação
RMC	Regulamento Monitorização e Comunicação
DIM.....	Diretiva Instrumentos de Medição (2004/22/CE)
PM.....	Plano de monitorização
AC	Autoridade competente
CMLN	Controlo metrológico legal nacional
ETSG	Grupo de Apoio RCLE (um grupo de peritos do RCLE sob a alçada da rede IMPEL, que elaboraram notas de orientação importantes para a aplicação das OMC 2007)
CEMS.....	Sistema de medição contínua das emissões
EMA	Erro Máximo Admissível (expressão geralmente utilizada no âmbito do controlo metrológico legal nacional)
EMAS.....	Erro Máximo Admissível em serviço (expressão geralmente utilizada no âmbito do controlo metrológico legal nacional)
EM.....	Estado(s)-Membro(s)
GUM.....	Guia ISO para a Expressão da Incerteza na Medição (JCGM 100:2008), disponível em http://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html .

6.2 Textos legislativos

Diretiva RCLE-UE: Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro de 2003, relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade e que altera a Diretiva 96/61/CE do Conselho, com a última redação que lhe foi dada pela Diretiva 2009/29/CE. Versão consolidada disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2003L0087:20090625:PT:PDF>

Regulamento Monitorização e Comunicação: Regulamento (UE) n.º 601/2012 da Comissão, de 21 de junho de 2012, relativo à monitorização e comunicação de informações relativas às emissões de gases com efeito de estufa nos termos da Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:181:0030:0104:PT:PDF>

Regulamento Acreditação e Verificação: Regulamento (UE) n.º 600/2012 da Comissão, de 21 de junho de 2012, relativo à verificação dos relatórios respeitantes às emissões de gases com efeito de estufa e às toneladas-quilómetro e à acreditação de verificadores em conformidade com a Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:181:0001:0029:PT:PDF>

OMC 2007: Decisão 2007/589/CE da Comissão, de 18 de julho de 2007, que estabelece orientações para a monitorização e a comunicação de informações relativas às emissões de gases com efeito de estufa, nos termos da Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. A versão consolidada contém todas as alterações: OMC para atividades emissoras de N₂O, atividades da aviação; captura, transporte em condutas e armazenamento geológico de CO₂, e para as atividades e gases com efeito de estufa incluídos apenas a partir de 2013. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2007D0589:20110921:PT:PDF>

7 ANEXO II: INCERTEZAS DE MEDIÇÃO PRUDENTES PARA OS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO MAIS COMUNS

Os quadros que se seguem apresentam um resumo de incertezas de medição prudentes para certas categorias de instrumentos de medição comuns.

Os valores da incerteza e as condições adicionais apresentados nos quadros *infra* só devem ser tomados em consideração se não for possível obter informações mais específicas junto do fabricante do instrumento de medição ou em documentos normativos como os publicados pela OIML³³. Além disso, estes valores só devem ser considerados se forem cumpridas as etapas 1 a 4 (ver secção 3.1.1.4). Se tal não acontecer, a Via CO-2a não é aplicável. A R137 e a R117 da OIML são documentos relevantes para os instrumentos de medição adequados para gases e líquidos. Relativamente aos instrumentos de medição para sólidos, a R76 é uma fonte adequada.

Note-se também que é aconselhável um período de tempo para recalibração de cada instrumento. Tal significa que, após cada calibração, os requisitos da aplicação da via de simplificação CO-2b (secção 3.1.1.5) poderão ser aplicáveis e produzir resultados mais fiáveis. Esta opção deve ser sempre considerada antes de serem aplicados os valores-padrão abaixo indicados.

Simplified!

Rotâmetro
Meio: gás
Normas relevantes: EN 12480:2002+A1:2006
Incerteza para 0-20 % do intervalo de medição: 3 %
Incerteza para 20-100 % do intervalo de medição: 1,5 %
Condições:
<ul style="list-style-type: none">- Limpeza, recalibração e, se necessário, ajustamento de 10 em 10 anos- Inspeção anual do nível de óleo do cárter- Filtro de aplicação para gás poluído- Vida útil de 25 anos
Meio: líquido
Incerteza para 0-10 % do intervalo de medição: 1 %
Incerteza para 10-100 % do intervalo de medição: 0,5 %
Condições:
<ul style="list-style-type: none">- Limpeza, recalibração e, se necessário, ajustamento de 5 em 5 anos (ou em data anterior quando tiver passado pelo rotâmetro um

³³ Documentos que contêm especificações técnicas adotadas pela Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML). <http://www.oiml.org/>

caudal correspondente a 3 500 horas x intervalo máximo do aparelho)

- Manutenção anual em conformidade com as instruções do fabricante / instruções gerais, princípio de medição
- Vida útil de 25 anos

Medidor de turbina

Meio: gás

Normas relevantes: EN 12261:2002 + A1:2006

Incerteza para 0-20 % do intervalo de medição: 3 %

Incerteza para 20-100 % do intervalo de medição: 1,5 %

Condições:

- Limpeza, recalibração e, se necessário, ajustamento de 5 em 5 anos
- Inspeção visual anual
- Lubrificação das chumaceiras de 3 em 3 meses (salvo para chumaceiras de lubrificação permanente)
- Filtro de aplicação para gás poluído
- Inexistência de corrente intermitente de gás
- Vida útil de 25 anos
- Inexistência de sobrecarga de duração superior a 30 minutos > 120 % do intervalo máximo de medição

Meio: líquido

Incerteza para 10-100 % do intervalo de medição: 0,5 %

Condições:

- Limpeza, recalibração e, se necessário, ajustamento de 5 em 5 anos
- Lubrificação das chumaceiras de 3 em 3 meses (salvo para chumaceiras de lubrificação permanente)
- Filtro de aplicação para líquido poluído
- Vida útil de 25 anos
- Inexistência de sobrecarga de duração superior a 30 minutos > 120 % do intervalo máximo de medição

Contador de paredes deformáveis

Meio: gás

Normas relevantes: EN 1359:1998 + A1:2006

Incerteza para 0-20 % do intervalo de medição: 7,5 %

Incerteza para 20-100 % do intervalo de medição: 4,5 %

Condições:

- Limpeza, recalibração e, se necessário, ajustamento de 10 em 10 anos
- Manutenção anual em conformidade com as instruções do fabricante / instruções gerais, princípio de medição
- Vida útil de 25 anos

Medidor de orifício

Meio: gás e líquido

Normas relevantes: EN ISO 5167

Incerteza para 20-100 % do intervalo de medição: 3 %

Condições:

- Calibração anual do transmissor de pressão
- Calibração do medidor de orifício de 5 em 5 anos
- Inspeção anual para detecção de abrasão e sujidade
- Manutenção anual em conformidade com as instruções do fabricante / instruções gerais, princípio de medição
- Vida útil de 30 anos
- Inexistência de gases e líquidos corrosivos

Diretrizes para criação de orifícios, salvo indicação em contrário do fabricante: distância mínima de 50D do caudal de entrada antes do orifício e 25D depois do orifício: parede interior com superfície lisa.

Medidor de Venturi

Meio: gás e líquido

Normas relevantes: EN ISO 5167

Gás: Incerteza para 20-100 % do intervalo de medição: 2 %

Líquido: Incerteza para 20-100 % do intervalo de medição: 1,5 %

Condições:

- Calibração anual do transmissor de pressão
- Calibração de todo o instrumento de medição de 5 em 5 anos
- Inspeção visual anual
- Manutenção anual em conformidade com as instruções do fabricante / instruções gerais, princípio de medição
- Vida útil de 30 anos
- Inexistência de gases e líquidos corrosivos

Medidor ultrassónico

Meio: gás e líquido

Normas relevantes: ISO 17089-1:2010

Gás: Incerteza para 1-100 % do intervalo de medição: 2 %

Gás («clamp-on»): Incerteza para 1-100 % do intervalo de medição: 4 %

Líquido: Incerteza para 1-100 % do intervalo máximo de medição: 3 %
Condições:

- Limpeza, recalibração e, se necessário, ajustamento de 5 em 5 anos
- Inspeção anual do contacto entre o transdutor e a parede do tubo
Se o contacto não for suficiente, o transdutor tem de ser novamente instalado de acordo com as instruções do fabricante
- Inspeção anual para deteção de corrosão da parede
- Inspeção anual dos transdutores
- Manutenção anual em conformidade com as instruções do fabricante / instruções gerais, princípio de medição
- Vida útil de 15 anos
- Inexistência de perturbações nas frequências
- A composição do meio é conhecida

Diretrizes para a construção de medidores ultrassónicos, salvo indicação em contrário do fabricante: distância mínima de 10D do caudal de entrada antes do medidor e 5D depois do medidor

Medidor por vórtices

Meio: gás

Gás: Incerteza para 10-100 % do intervalo de medição: 2,5 %

Líquido: Incerteza para 10-100 % do intervalo de medição: 2 %

Condições:

- Limpeza, recalibração e, se necessário, ajustamento de 5 em 5 anos
- Inspeção anual dos sensores
- Inspeção anual do corpo não fuselado
- Inspeção anual para deteção de corrosão da parede
- Manutenção anual em conformidade com as instruções do fabricante / instruções gerais, princípio de medição
- Vida útil de 10 anos
- A instalação não apresenta vibrações
- Evitar choques de compressão

Diretrizes para a construção de medidores por vórtices, salvo indicação em contrário do fabricante: distância mínima de 15D do caudal de entrada antes do medidor e 5D depois do medidor

Medidor Coriolis

Meio: gás e líquido

Gás: Incerteza para 10-100 % do intervalo de medição: 1,5 %

Líquido: Incerteza para 10-100 % do intervalo de medição: 1 %

Condições:

- Limpeza, recalibração e, se necessário, ajustamento de 3 em 3 anos
- Instalação sem problemas
- Controlo mensal do ajuste de zero
- Inspeção anual para deteção de corrosão e abrasão
- Verificação anual dos sensores e transmissores
- Manutenção anual em conformidade com as instruções do fabricante / instruções gerais, princípio de medição
- Vida útil de 10 anos

Medidor de rodas ovais

Meio: líquido

Incerteza para 5-100 % do intervalo de medição: 1 %

Condições:

- Líquidos viscosos (óleo): Limpeza, recalibração e, se necessário, ajustamento de 5 em 5 anos
- Líquidos finos: Limpeza, recalibração e, se necessário, ajustamento de 2 em 2 anos
- Inspeção anual para deteção de abrasão
- Manutenção anual em conformidade com as instruções do fabricante / instruções gerais, princípio de medição
- Vida útil de 30 anos

Instrumento eletrónico de conversão de volume

Meio: gás

Normas relevantes: EN 12405-1:2005+A1:2006

Incerteza para 0,95-11 bar e -10–40°C: 1 %

- Condições: Recalibração e, se necessário, ajustamento de 4 em 4 anos
- Substituir as pilhas (a frequência depende das instruções do fabricante)
- Manutenção anual em conformidade com as instruções do fabricante / instruções gerais, princípio de medição
- Vida útil de 10 anos

8 ANEXO III: AVALIAÇÃO COMPLETA DA INCERTEZA PARA FLUXOS-FONTE

8.1 Introdução

O presente anexo pretende apresentar um resumo da abordagem geral para avaliar incertezas no caso de não serem aplicáveis quaisquer simplificações. Para mais informações, poderá consultar o GUM.

Em princípio, a avaliação da incerteza deve compreender:

- a incerteza especificada para o instrumento de medição aplicado,
- a incerteza associada à calibração, e
- quaisquer outras incertezas relacionadas com a utilização efetiva do instrumento de medição.

Se forem necessárias medições adicionais, tais como a medição da pressão e da temperatura, a incerteza destas medições também tem de ser considerada. Se não puderem ser utilizadas as informações do fabricante sobre a incerteza, o operador tem de fundamentar e justificar o facto de os desvios às especificações não influenciarem a incerteza. Se tal não for possível, tem de efetuar uma estimativa prudente e fundamentada da incerteza. Entre os fatores suscetíveis de influenciar a incerteza contam-se os seguintes:

- Desvios à gama de funcionamento
- Incertezas diferentes consoante a carga ou o caudal
- Condições atmosféricas (vento, oscilações da temperatura, humidade, substâncias corrosivas)
- Condições de funcionamento (variação da adesão, densidade e viscosidade, caudal irregular, inomogeneidade)
- Condições de instalação (elevação, curvatura, vibração, onda)
- Utilização do instrumento para um meio diferente daquele para que foi concebido
- Intervalos de calibração
- Estabilidade a longo prazo



Deve ser dada especial atenção aos parâmetros mais significativos, tais como **a temperatura, a (diferença de) pressão, o caudal, a viscosidade**, etc., consoante o que for aplicável. As influências significativas sobre a incerteza têm de ser tomadas em consideração e avaliadas. A incerteza pode ser calculada com a fórmula adequada de propagação de erros. Este anexo apresenta alguns exemplos do cálculo de uma incerteza específica.

O Quadro 2 contém uma lista de vários parâmetros de influência que poderão ser relevantes para a avaliação da incerteza. Não se trata de uma lista exaustiva; em muitos casos, alguns aspetos podem ter sido negligenciados dado que, provavelmente, terão um impacto mínimo sobre os resultados. No entanto, pode ser utilizada como ponto de partida para a avaliação dos riscos em relação à incerteza dos dados da atividade, ajudando também a priorizar os parâmetros de influência mais relevantes. O Quadro 3 apresenta alguns parâmetros de influência para instrumentos de medição específicos.

Quadro 2: **Parâmetros que influenciam a determinação dos dados da atividade**

	Fluxos-fonte gasosos	Fluxos-fonte líquidos	Fluxos-fonte sólidos
Parâmetro de influência relacionado com o equipamento e a sua instalação	turbulências no fluxo de gás, impacto do revestimento, temperatura do ambiente comportamento a longo prazo (frequência da manutenção e da calibração) intervalo de medição aceitável campos eletromagnéticos	turbulências no fluxo de líquido, formação de bolhas de gases dissolvidos temperatura do ambiente comportamento a longo prazo (frequência da manutenção e da calibração) intervalo de medição aceitável campos eletromagnéticos capacidade de armazenamento e monitorização mudanças de estado	exposição ao vento e a radiações temperatura do ambiente comportamento a longo prazo (frequência da manutenção e da calibração) posição na escala campos eletromagnéticos capacidades de armazenamento / volumes inclinação da correia transportadora comportamento de arranque e paragem intervalo de medição aceitável capacidade de armazenamento e monitorização vibração
Parâmetro de influência relacionado com o meio a medir	temperatura pressão fator de compressibilidade ponto de orvalho (apenas para alguns gases) corrosividade	temperatura densidade viscosidade ponto de ebulição ou fusão (apenas em casos raros) corrosividade	pureza / humidade acessibilidade como peso líquido (por ex., embalagem) manuseamento do meio impactos da secagem densidade características do fluxo (por ex., relacionadas com a granulometria) adesividade ponto de fusão (apenas em casos raros)

Quadro 3: Parâmetros de influência de instrumentos de medição específicos e modo de os validar/minimizar

Medição de gases/líquidos		
<i>Instrumento de medição</i>	<i>Parâmetro de influência</i>	<i>Opção de validação/minimização</i>
Medidor de turbina	Fluxo intermitente, pulsação	Parâmetros de funcionamento adequados, evitar pulsação, por ex. utilizando instrumentos de controlo
Contador de paredes deformáveis	Deteção correta da temperatura e da pressão	Utilizar um instrumento eletrónico de conversão de volume
Medidor de orifício, medidor de Venturi	Danos, rugosidade do tubo, estabilidade dos sensores da pressão diferencial	Satisfazer os requisitos da norma EN ISO 5167
Medidor ultrassónico	Fortes sinais de ruído	Reduzir o ruído
Medidor por vórtices	Pulsação	Evitar a pulsação
Medidor Coriolis	Tensão, vibração	Incorporar compensadores
Medidor de rodas ovais	Ressonâncias, poluição	Amortecedores, filtros
Medição de sólidos		
<i>Instrumento de medição</i>	<i>Parâmetro de influência</i>	<i>Opção de validação/minimização</i>
Balança de pesagem em contínuo para correia transportadora	Aderência, deslizamento se a correia estiver inclinada	Utilizar correia horizontal
Balança para carregadora de rodas	Adesão	Ajuste de zero após cada medição

Báscula para vagões	Parte do objeto pesado não está em cima da balança	Utilizar uma balança suficientemente grande
Totalizador descontínuo, balança para camiões, balança para gruas	Vento	Utilizar locais abrigados do vento

8.2 Leis de propagação dos erros

Em muitos casos, a mensuranda de interesse não é medida diretamente, sendo antes calculada a partir de outras grandezas de entrada que são medidas através de uma relação funcional. Por exemplo, um caudal volumétrico (f_V) é calculado mediante a medição de grandezas de entrada como a densidade (ρ) e a pressão diferencial (Δp) através da relação $f_V = f_V(\rho, \Delta p)$. A incerteza associada à mensuranda de interesse será então determinada como a incerteza-padrão combinada através de propagação dos erros.

Relativamente às grandezas de entrada, é necessário distinguir entre:

- grandezas de entrada não correlacionadas (independentes), e
- grandezas de entrada correlacionadas (interdependentes).

Se o operador utilizar instrumentos de medição diferentes para determinar os dados da atividade de partes do fluxo-fonte, pode presumir-se que as incertezas associadas não estão correlacionadas.



Exemplo: Uma medição do fluxo de gás é convertida de m^3 para Nm^3 tendo em conta a temperatura e a pressão que são medidas por instrumentos de medição distintos. Normalmente, pode considerar-se que estes parâmetros não estão correlacionados (ver secção 8.2.1).

Exemplo: O consumo anual de carvão de uma central elétrica a carvão é determinado mediante a pesagem dos lotes entregues durante o ano com a mesma balança de pesagem em contínuo para correia transportadora. Devido ao efeito de deriva durante o funcionamento na prática e a incertezas associadas à calibração da balança, as incertezas associadas aos resultados da pesagem estão correlacionadas (ver secção 8.2.2).

No entanto, esta presunção tem de ser analisada cuidadosamente caso a caso, uma vez que pode existir uma correlação significativa entre duas grandezas de entrada se for utilizado o mesmo instrumento de medição, padrão de medição físico ou dado de referência com uma incerteza-padrão significativa.

8.2.1 Grandezas de entrada não correlacionadas:

Se forem utilizadas as grandezas de entrada não correlacionadas X_1, \dots, X_n para calcular a mensuranda $Y=Y(X_1, \dots, X_n)$, a incerteza de Y pode ser determinada de acordo com a seguinte fórmula:

$$U_Y = \sqrt{\left(\frac{\partial Y}{\partial X_1} \cdot U_{X_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_2} \cdot U_{X_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_n} \cdot U_{X_n}\right)^2} \quad (1)$$

em que:

U_Y incerteza (valor absoluto) da mensuranda Y

U_{X_i} incerteza (valor absoluto) da grandeza de entrada X_i

Exemplo 1: Grandezas de entrada não correlacionadas

$Y=Y(X_1, X_2)$ define-se pela seguinte relação:

$$Y = X_1 \cdot X_2$$

As derivadas parciais são:

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} = X_2 \quad \frac{\partial Y}{\partial X_2} = X_1$$

A incerteza absoluta é então dada por:

$$U_{Y_i} = \sqrt{(X_2 \cdot U_{X_1})^2 + (X_1 \cdot U_{X_2})^2}$$

em que:

U_Y incerteza absoluta da mensuranda Y

U_{X_i} incerteza absoluta da grandeza de entrada X_i

A incerteza relativa é dada por:

$$\frac{U_Y}{Y} = u_Y = \sqrt{\frac{(X_2 \cdot U_{X_1})^2 + (X_1 \cdot U_{X_2})^2}{X_1^2 \cdot X_2^2}} = \sqrt{\left(\frac{U_{X_1}}{X_1}\right)^2 + \left(\frac{U_{X_2}}{X_2}\right)^2} = \sqrt{u_{X_1}^2 + u_{X_2}^2}$$

em que:

u_Y incerteza relativa da mensuranda Y

u_{X_i} incerteza relativa da grandeza de entrada X_i

Por conseguinte, o quadrado da incerteza relativa da mensuranda corresponde simplesmente à soma dos quadrados das incertezas relativas das grandezas de entrada.



Exemplo 2: Incertezas independentes de uma soma

Uma caldeira a vapor destinada à produção de vapor de processo funciona a gás de aquecimento. O gás de aquecimento consumido é transportado para a caldeira por dez condutas diferentes. A quantidade de gás é determinada por dez placas de orifício normalizadas diferentes em conformidade com a norma EN ISO 5167. A incerteza associada à determinação do consumo anual de gás de aquecimento (incerteza de uma soma) para a caldeira a vapor é calculada pela seguinte fórmula:

$$u_{total} = \frac{\sqrt{(U_1)^2 + (U_2)^2 + \dots + (U_{10})^2}}{|x_1 + x_2 + \dots + x_{10}|}$$

em que:

u_{total}incerteza (relativa) total associada à determinação do gás de aquecimento

U_jincerteza (valor absoluto) das placas de orifício normalizadas individuais

x_jquantidade de gás de aquecimento que é medida anualmente pelas diferentes placas de orifício



Exemplo 3: Incertezas independentes de um produto

Uma central termoeleétrica com várias caldeiras é alimentada exclusivamente a gás natural. A quantidade consumida anualmente é determinada por um sistema de medição na estação central de transferência (antes da distribuição para as caldeiras), que consiste num medidor de turbina, num dispositivo de medição da pressão separado e num dispositivo de medição da temperatura separado. O medidor de turbina determina o caudal nas condições de funcionamento.

Para efeitos da comunicação das emissões, o volume-padrão de gás natural é relevante. Para a conversão de m³ operacionais para m³ padrão, é necessário considerar as medições da pressão e da temperatura. Por conseguinte, a incerteza associada à determinação do gás natural em m³ padrão (incerteza de um produto) é calculada pela seguinte fórmula:

$$u_{total} = \sqrt{u_V^2 + u_T^2 + u_P^2}$$

em que:

u_{total}incerteza (relativa) total associada à determinação do gás natural

u_Vincerteza (relativa) da medição do volume

u_Tincerteza (relativa) da medição da temperatura

u_Pincerteza (relativa) da medição da pressão

8.2.2 Grandezas de entrada correlacionadas:

Se forem utilizadas as grandezas de entrada correlacionadas X_1, \dots, X_n para calcular a mensuranda $Y=Y(X_1, \dots, X_n)$, a incerteza de Y pode ser determinada de acordo com a seguinte fórmula:

$$U_Y = \left(\left| \frac{\partial Y}{\partial X_1} \right| \cdot U_{X_1} \right) + \left(\left| \frac{\partial Y}{\partial X_2} \right| \cdot U_{X_2} \right) + \dots + \left(\left| \frac{\partial Y}{\partial X_n} \right| \cdot U_{X_n} \right) \quad (2)$$

em que:

U_Yincerteza (valor absoluto) da mensuranda Y

U_{X_i} incerteza (valor absoluto) da grandeza de entrada X_i

Exemplo 4: Grandezas de entrada correlacionadas

$Y=Y(X_1, X_2)$ define-se pela seguinte relação:

$$Y = X_1 \cdot X_2$$

Se este exemplo fosse calculado para grandezas de entrada correlacionadas, a incerteza relativa obter-se-ia através da seguinte fórmula.³⁴

$$u_Y = u_{X_1} + u_{X_2}$$

Por conseguinte, a incerteza relativa da mensuranda corresponde simplesmente à soma das incertezas relativas das grandezas de entrada.



Exemplo 5: Incertezas correlacionadas de uma soma

Uma central elétrica é alimentada a carvão. O consumo anual de carvão é determinado mediante a pesagem dos lotes entregues durante o ano com a mesma balança de pesagem em contínuo para correia transportadora. Devido ao efeito de deriva durante o funcionamento na prática e a incertezas associadas à calibração da balança, as incertezas associadas aos resultados da pesagem estão correlacionadas **Erro! Não foi dado nenhum nome ao marcador..**

Por conseguinte, a incerteza associada à determinação do carvão (incerteza de uma soma) é calculada pela seguinte fórmula:



³⁴ Note-se que isto só é aplicável num caso muito especial, ou seja, quando todas as estimativas das grandezas de entrada estão correlacionadas, sendo o coeficiente de correlação igual a 1. Se o coeficiente for diferente de 1, é necessário considerar funções mais complexas para covariâncias que não estão abrangidas pelo âmbito do presente documento. Para mais informações, consulte o GUM (ver nota de rodapé 32).

$$u_{total} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_n}{|x_1 + x_2 + \dots + x_n|}$$

em que:

u_{total}incerteza (relativa) total associada à determinação do carvão

U_jincerteza (valor absoluto) da balança de pesagem em contínuo para correia transportadora ($U_1 = U_2 = U_n$)

x_jquantidades de carvão dos diferentes lotes

Neste caso, a incerteza (relativa) associada à determinação do carvão é igual à incerteza (relativa) da balança de pesagem em contínuo.



Exemplo 6: Incertezas correlacionadas de um produto

Uma instalação mineira determina a perda por combustão através da pesagem do produto numa balança de mesa antes e depois do processo de combustão. A perda por combustão é a diferença de massa antes e depois do processo de combustão em relação ao peso inicial. As incertezas associadas aos resultados da pesagem estão correlacionadas porque é utilizada a mesma balança de mesa.

Por conseguinte, a incerteza associada à determinação da perda por combustão (incerteza de um produto) é calculada pela seguinte fórmula:

$$u_{total} = u_1 + u_2$$

em que:

u_{total}incerteza (relativa) total associada à determinação da perda por combustão

$u_{1,2}$incerteza (relativa) da medição da massa antes e após o aquecimento

8.3 Estudos de caso



Exemplo 7: Incerteza da quantidade de combustível armazenado

O consumo anual global de gasóleo é calculado com base nas entregas totais efetuadas por camiões-cisterna. Os camiões estão equipados com um caudalímetro sujeito ao controlo metrológico legal nacional, com um erro máximo admissível de 0,5 %. Cada camião tem capacidade para 25 000 litros de gasóleo. Após a previsão anual, o operador estima que irá necessitar de 750 000 litros anualmente, em média, ao longo do ano seguinte. Por conseguinte, são esperadas 30 entregas de camião por ano.

O depósito de armazenamento de gasóleo na instalação tem capacidade para 40 000 litros. Com uma secção transversal de 8m², a incerteza da leitura do

nível é de 2,5 % da capacidade total.

Note-se que o depósito tem capacidade para armazenar 40 000/750 000=5,3 % da quantidade consumida anualmente e, como tal, tem de ser tomado em consideração na avaliação da incerteza³⁵.

A quantidade anual Q de gasóleo é determinada através da fórmula (10) constante da secção 6.1.1 do Documento de orientação n.º 1:

$$Q = P - E + (S_{begin} - S_{end})$$

em que:

P Quantidade adquirida ao longo de todo o ano

E Quantidade exportada (por exemplo, combustível entregue em partes da instalação ou noutras instalações não abrangidas pelo RCLE-UE)

S_{begin} Existências do depósito de gasóleo no início do ano

S_{end} Existências do depósito de gasóleo no final do ano

Uma vez que a quantidade de gasóleo adquirido ao longo de todo o ano (P) não é determinada por uma única medição, mas sim como a soma de várias medições (ou seja, 30 entregas de camiões), P pode ser expresso como:

$$P = P_1 + P_1 + .. + P_{30}$$

em que:

P_i Quantidade adquirida de um camião

Agora, todas as grandezas de entrada para a determinação de Q podem ser consideradas não correlacionadas³⁶. Partindo do pressuposto de que não é exportado gasóleo ($E=0$), a incerteza pode então ser determinada nos termos da secção 8.2.1 como a incerteza não correlacionada de uma soma:

$$u_Q = \frac{\sqrt{(U_{S,begin})^2 + (U_{S,end})^2 + (U_{P1})^2 + .. + (U_{P30})^2}}{|S_{begin} - S_{end} + P_1 + .. + P_{30}|}$$

u_Q incerteza (relativa) total associada a Q

$U_{S, P}$ incerteza (absoluta) da leitura do nível das existências ou quantidade entregue por um camião

A incerteza relacionada com a leitura do nível das existências é igual para

³⁵ De acordo com o artigo 28.º, n.º 2, sempre que as instalações de armazenamento não puderem conter, pelo menos, 5 % da quantidade anual utilizada do combustível ou material considerado, é concedida uma derrogação. Nesse caso, a avaliação da incerteza pode omitir a incerteza relacionada com as alterações nas existências.

³⁶ A leitura do nível no depósito de armazenamento não pode ser considerada parte de uma série de medições dado que decorre um longo período de tempo entre as medições (início e final do ano). No entanto, como é utilizado o mesmo instrumento de medição, poderá existir uma certa correlação. O facto de se considerar que as grandezas não estão correlacionadas constitui um pressuposto para efeitos deste exemplo. Normalmente, é necessário estabelecer se é possível excluir realmente a correlação, nomeadamente determinando coeficientes de correlação em conformidade com o GUM³².

ambas as leituras. Uma vez que não é possível prever a diferença entre S_{begin} e S_{end} , pode presumir-se que $S_{begin} - S_{end}$ é igual a zero. Se todas as P_i forem consideradas grandezas iguais com incertezas absolutas iguais, a equação pode ser simplificada do seguinte modo:

$$u_Q = \frac{\sqrt{2 \cdot (U_S)^2 + n \cdot (U_{P_i})^2}}{P}$$

$$u_Q = \frac{\sqrt{2 \cdot (40.000 \cdot 2,5\%)^2 + 30 \cdot (25.000 \cdot 0,5\%)^2}}{750.000} = 0,21\%$$

Uma vez que os dados da atividade relacionados com o consumo de gasóleo têm de ser expressos em toneladas, é necessário tomar em consideração a densidade do combustível. A incerteza para determinar a densidade aparente utilizando amostras representativas é cerca de 3 %. A aplicação da fórmula da secção 8.2.1 para incertezas não correlacionadas de um produto conduz à seguinte fórmula:

$$u_{Q(\text{tonnes})} = \sqrt{u_{Q(\text{Volume})}^2 + u_{\text{density}}^2} = \sqrt{0,21\%^2 + 3\%^2} = 3,007\%$$

Embora a incerteza associada à medição do caudal fosse bastante baixa, a conversão para toneladas mostra que a influência da incerteza da determinação da densidade constitui o contributo mais significativo para a incerteza global. Por conseguinte, os aperfeiçoamentos a realizar futuramente deverão respeitar à determinação da densidade com uma incerteza mais baixa.



Exemplo 8: Incerteza para fluxos-fonte parcialmente transferidos para instalações ligadas não abrangidas pelo RCLE-UE.

Quando a instalação estiver apenas parcialmente abrangida pelo RCLE-UE, a medição efetuada por um subcontador interno (a incerteza é de 5 %) relativamente à parte não abrangida pelo RCLE-UE poderá ter de ser subtraída à quantidade do fluxo-fonte medido pelo contador principal sujeito ao controlo metrológico nacional (a incerteza é de 2 %).

Suponhamos que o complexo da instalação utiliza 500 000 Nm³ de gás natural por ano. Dessa quantidade de gás natural, 100 000 Nm³ serão transferidos e vendidos a uma instalação não abrangida pelo RCLE-UE. Para determinar o consumo de gás natural da instalação abrangida pelo RCLE-UE, é necessário subtrair o consumo de gás natural dessa instalação ao consumo total de gás natural do complexo da instalação. Para avaliar a incerteza associada ao consumo de gás natural da instalação abrangida pelo RCLE-UE, é realizado o seguinte cálculo:

$$u_{\text{sourcestream}} = \frac{\sqrt{(2\% \cdot 500.000)^2 + (5\% \cdot 100.000)^2}}{|500.000 + (-100.000)|} = 2,8\%$$

Note-se que a incerteza do contador de gás principal sujeito ao controlo metrológico nacional não tem de ser avaliada. A incerteza do subcontador interno, que não é garantida pelo controlo metrológico nacional, tem de ser

avaliada e confirmada antes de ser determinada a incerteza associada ao fluxo-fonte.

8.4 Incerteza em toda a instalação (abordagens de recurso)

Esta secção é relevante nos casos em que pelo menos uma parte das emissões da instalação é monitorizada com base numa abordagem de recurso.

Exemplo 9: Incerteza global com uma abordagem de recurso

Uma instalação de categoria A tem queimado exclusivamente gás natural durante o segundo período de comércio, com uma emissão anual de 35 000 t CO₂. Uma vez que este combustível é obtido através de uma transação comercial sujeita ao controlo metrológico legal nacional, a incerteza relacionada com os dados da atividade poderá ser 2,0 % utilizando o erro máximo admissível permitido pela legislação nacional aplicável. Estes 2,0 % serão também a incerteza relacionada com as emissões totais, dado que todos os fatores de cálculo aplicados são valores por defeito por razões de simplicidade e não influenciam a incerteza³⁷.

Em virtude do alargamento do âmbito de aplicação do RCLE-UE a partir de 2013 (terceiro período de comércio), terá de ser incluído um fluxo-fonte adicional no título de emissão de gases com efeito de estufa, que estará também sujeito a monitorização. O operador demonstra, a contento da AC, que a aplicação de, pelo menos, o nível 1 (por ex., instalando um sistema de medição) não é tecnicamente viável e propõe a utilização de uma abordagem de recurso. O operador fornece provas, em conformidade com o GUM, que a avaliação da incerteza para aquele fluxo-fonte resulta numa incerteza (intervalo de confiança de 95 %) de 18 %. Prevê-se que as emissões daquele fluxo-fonte totalizem 12 000 t CO₂ por ano.

Ao aplicar uma abordagem de recurso para uma instalação de categoria A, o operador tem de demonstrar que a incerteza das emissões relativamente a toda a instalação não ultrapassa 7,5 %. No exemplo dado, o operador tem de calcular a incerteza utilizando a seguinte equação:

$$Em_{total} = Em_{NG} + Em_{FB}$$

em que:

Em_{total} ... emissões totais da instalação

Em_{NG} ... emissões resultantes da queima de gás natural (35 000 t CO₂)

Em_{FB} ... emissões resultantes do fluxo-fonte monitorizado com base numa abordagem de recurso (12 000 t CO₂)

³⁷ Note-se que um valor por defeito (por ex., valores do IPCC ou do inventário nacional) também apresenta uma incerteza relacionada com esse valor. Esta incerteza também tem de ser tomada em consideração através do cálculo da incerteza do fluxo-fonte a partir das incertezas independentes do produto (ver exemplo 3) utilizando a propagação de erros.



Uma vez que a incerteza (relativa) das emissões globais pode ser interpretada como as incertezas de uma soma, a incerteza global é calculada de acordo com a seguinte fórmula.

$$u_{total} = \frac{\sqrt{(2,0\% \cdot 35.000)^2 + (18\% \cdot 12.000)^2}}{|35.000 + 12.000|} = 4,8\%$$

A incerteza relacionada com as emissões em toda a instalação não ultrapassa 7,5 %. Por conseguinte, a abordagem de recurso proposta é aplicável.