

Metodologia para obtenção de dados e seleção de métodos para quantificação de emissões e transferências RETP.

Maurea Nicoletti Flynn

Bióloga pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ. Doutor e Mestre em Oceanografia pela USP. Pós-doutor em Ecologia Aquática pela USP. Professor Orientador do curso de Pós Graduação em Tecnologia Ambiental FT UNICAMP. Estudos Especiais Intertox
Email: m.flynn@intertox.com.br.

Camila Emilia Figueira

Engenheira Química pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo USP. Consultora Intertox.

Mirielle da Cruz Castilho

Engenheira Ambiental pela UNESP. Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono pela Universidade Federal do Paraná e cursando Gestão de Controles Ambientais pelo SENAI Tecnologia Ambiental. Consultora Intertox.

Marcus Emmanuel Mamana da Matta

Engenheiro Ambiental pela Escola Superior de Química Oswaldo Cruz. Doutor em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de

São Paulo USP, Especialista em Gestão Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública USP. Diretor de Ações Governamentais da Intertox.

Resumo

O texto objetiva esclarecer os princípios gerais adotados na produção de dados de emissão e os critérios técnicos, operacionais e econômicos na seleção e aplicação das técnicas de quantificação de emissões para diferentes setores industriais; considera os diversos fatores que influencia a escolha do MQE, que incluem custos, dados disponíveis, qualidade dos dados, habilidade do método na representatividade da emissão; e orienta quanto ao processo de seleção do MQE com a determinação do tipo de fonte de emissão, características da emissão, e dados necessários que estão efetivamente disponíveis em contraposição com os que são necessários, e confiabilidade do método.

Palavras-chave: Fontes de emissão de poluentes; Métodos de quantificação de emissões de poluentes.

Abstract

The text aims to clarify the general principles adopted in the production of emissions data and the technical, operational and economics criteria applied to the selection of emission quantification methods for the different industrial sectors process; considers the various factors that influence the choice of MQE, including costs, available data, data quality, ability of the method on the representativeness of the emission; and guides the selection process of the MQE considering the type of

emission source, emission characteristics, required data that are effectively available in contrast to those that are needed, and reliability of the method.

Key-words: Types of pollutant emission sources; Pollutant emission quantification methods.

Introdução

O RETP, conhecido internacionalmente pela sigla em inglês PRTR - Pollutant Release and Transfer Register, constitui uma ferramenta chave para governantes tomarem decisões relativas ao gerenciamento da poluição e para as comunidades obterem informações sobre a quantidade de substâncias químicas poluentes emitidas para o ar, a água e o solo e aquelas transferidas para tratamento ou disposição final dentro ou fora da unidade geradora.

O Registro de Emissão e Transferência de Poluentes (RETP) é integrado à declaração anual do Relatório de Atividades Potencialmente Poluidora (RAPP) do Cadastro Técnico Federal do IBAMA. O RETP já está incluído no RAPP desde 2009, porém a partir do ano de 2014 ele será reorganizado em novo formulário obrigatório para as atividades incluídas na lista de Atividades Potencialmente Poluidoras do IBAMA e que tenha atingido os limiares para reportar as substâncias da lista oficial RETP no RAPP.

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) tem dado suporte ao desenvolvimento e implantação do sistema RETP nos países membros através da publicação de manuais-guias de orientação e documentos

FLYNN, Maurea Nicoletti; FIGUEIRA, Camila Emilia; CASTILHO, Mirielle da Cruz; DA MATTA, Marcus Emmanuel Mamana. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E TRANSFERÊNCIAS RETP. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 6, n. 3, p. 47-72, Out. 2013.

técnicos para fornecer aos governantes e indústrias informações relevantes, atualizações e guia prático para a identificação, seleção e uso de diferentes técnicas de quantificação de substâncias emitidas por diferentes fontes.

Este texto foi elaborado tendo por base as orientações contidas no documento Framework for Selecting and Applying PRTR Release Estimation Techniques (OECD, 2005), os documentos já publicados para o RETP Brasil disponíveis www.retp.gov.br e as informações providas por diversos setores industriais, e objetiva esclarecer: I) Princípios gerais adotados na produção de dados de emissão e II) Critérios técnicos, operacionais e econômicos na seleção e aplicação das técnicas de quantificação para diferentes setores industriais.

I. Princípios gerais adotados na produção dos dados de emissões

Práticas de controle da qualidade devem ser estabelecidas para garantir a confiabilidade dos dados de emissão produzidos, sendo frequentemente necessário o estabelecimento de um programa de produção de dados que irá prover uma descrição detalhada da geração de dados de emissão para cada substância. É essencial:

- O conhecimento integral dos processos e atividades da planta e suas contribuições aos valores de emissão, em termos de quantidade e concentração.
- A coerência entre os dados do programa de produção e de geração que precisam ser checados periodicamente.
- O monitoramento determinado caso a caso, levando em consideração a fonte de emissão e o local de mensuração.

FLYNN, Maurea Nicoletti; FIGUEIRA, Camila Emilia; CASTILHO, Mirielle da Cruz; DA MATTA, Marcus Emmanuel Mamana. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E TRANSFERÊNCIAS RETP. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 6, n. 3, p. 47-72, Out. 2013.

1.1 Obtenção dos valores de emissão total por planta industrial

Usualmente, dados disponíveis de monitoramento são coletados como parte do requerimento referente às legislações ambientais ou atendimento a selos ambientais e normatização internacional. Para as substâncias objetos de legislação já estabelecida há algum tempo (por exemplo: SO₂, NO_x, CO), relações empíricas e fatores de emissão estão disponíveis.

O valor de um dado de emissão depende de quão bem este representa as condições reais de emissão, e o quanto é comparável aos resultados de outras plantas industriais do mesmo setor. O valor total de emissão de determinada substância RETP por planta cobre uma vasta gama de emissões liberadas por uma variedade de fontes e condições (Tabela 1).

Condição normal de operação na planta se refere à regularidade e características específicas ao tipo de processo em questão, para o qual a emissão varia em uma faixa conhecida de vazão, composição e concentração. As medidas ou dados obtidos para quantificação de emissões devem ser feitos com bom planejamento de modo a fornecer uma visão representativa das principais situações de emissão. Deve-se considerar a **cobertura espacial das emissões**, pontos de coleta, mensuração ou obtenção de dados escolhidos de modo que representem as verdadeiras emissões mapeadas por processo; e a **cobertura temporal das emissões**, pontos de coleta, mensuração ou obtenção de dados escolhidos de modo que representem as flutuações em emissões características por processo. Em casos de variação da emissão, os resultados do monitoramento precisam ser tratados estatisticamente. As emissões no período de operações normais de produção não

FLYNN, Maurea Nicoletti; FIGUEIRA, Camila Emilia; CASTILHO, Mirielle da Cruz; DA MATTA, Marcus Emmanuel Mamana. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E TRANSFERÊNCIAS RETP. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 6, n. 3, p. 47-72, Out. 2013.

incluem emissões durante o *start-ups* ou desligamento, paradas, manutenção, ou circunstâncias não previstas no gerenciamento do processo que afeta consistentemente as emissões e transferências de substâncias; e as **emissões excepcionais** que podem ocorrer em situações previstas (e.g. reativação e desligamentos rotineiros do processo, durante manutenção ou devido a variações no input ou nas condições do processo) ou imprevistas (mau funcionamento das técnicas de abatimento da poluição ou erro humano).

Tabela 1. Tipos de emissão.

Tipo de Emissão	Conceituação
Emissões Canalizadas (intencionais)	Emissões de poluentes RETP para o ambiente, canalizadas por qualquer tipo de tubulação, como chaminés ou sistemas de efluente, independentemente da forma ou seção.
Emissões Difusas	Emissões difusas surgem do contato direto de poluentes voláteis ou particulados fino com o ambiente em condições normais de operação. Este contato pode ser resultante de características do equipamento (e.g. purificadores, secadores), condições de operação (e.g. transferência de material entre containeres), tipo de operação (e.g. atividades de manutenção) ou por meio de uma liberação gradual para outro meio (e.g. resfriamento de água ou de água residual). Fontes difusas podem ser pontuais, lineares, por área ou volume. As emissões fugitivas são parte das emissões difusas.
Emissões Excepcionais	Emissões excepcionais são geradas devido a eventos que fogem das operações regulares, tais como inputs variáveis, ou alterações nas condições de processo, reativação ou desligamento de processos, paradas temporárias, incidentes. Podem ocorrer tanto em condições previstas como não previstas.

Emissões Fugitivas	Emissões fugitivas resultam da perda gradual do ajuste de peças de equipamentos desenhadas para conter fluidos (gases ou líquido), tipicamente pode ser ocasionada por diferença de pressão e vazamento resultante. Exemplos incluem vazamentos por flanges, bombas ou qualquer outra peça do equipamento e perdas por armazenamento de produtos gasosos ou líquidos.
Emissão Total	Emissão total de uma planta ou unidade declarante é calculada levando em consideração todas as formas de emissão.

1.2 Métodos de Quantificação de Emissão (MQEs)

Os métodos de quantificação aceitos pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e IBAMA incluem as seguintes categorias: Medida Direta; Balanço de Massa, Cálculo de Engenharia; e Fator de Emissão. Mais informações no Guia do Declarante RETP ano base 2013.

As diferentes técnicas de quantificação possuem vantagens e desvantagens que precisam ser levadas em conta quando da avaliação de sua aplicabilidade a casos específicos. A escolha entre os métodos de quantificação das emissões e transferências depende do tipo de emissão, as fontes de emissão, a acurácia requerida e aos custos relativos.

1.3 Seleção do Método de Quantificação de Emissões mais apropriado

Há diversos fatores que influencia a escolha do MQE, que incluem custos, dados disponíveis, qualidade dos dados, habilidade do método na representatividade da emissão. Estes fatos estão representados na Figura 1 para cada um dos métodos.

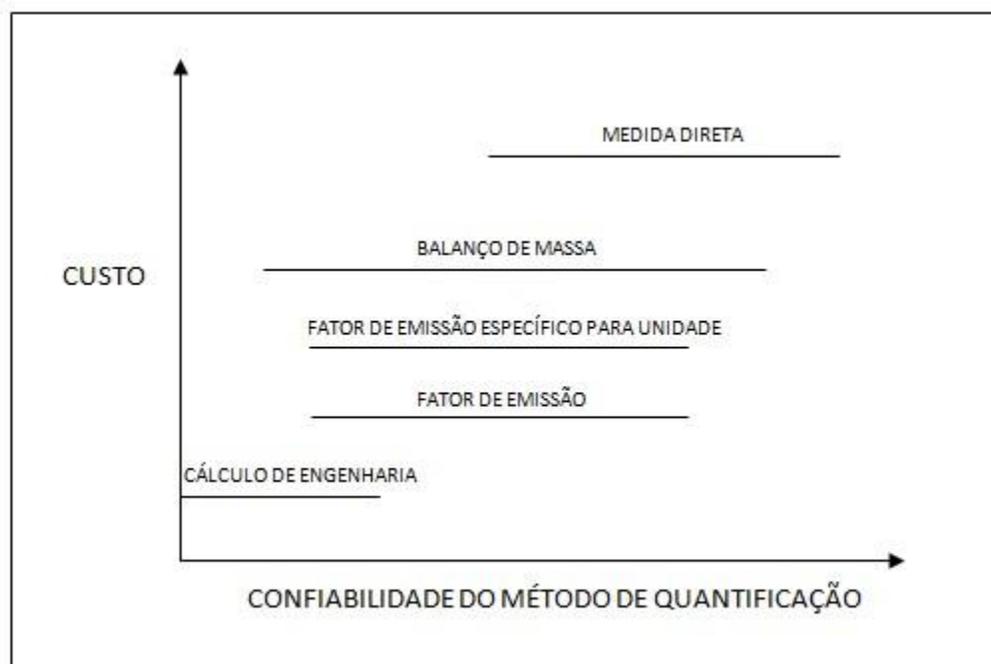


Figura 1: Relação entre custos e confiabilidade do MQE adaptados de USEPA, 1977 por OECD, 2005.

A seleção do MQE é feita considerando-se cada caso e processo em específico. A seleção se inicia com a determinação do tipo de fonte de emissão, características da emissão, e dados necessários que estão efetivamente disponíveis em contraposição com os que são necessários. Frequentemente, diferentes métodos são aplicados e analisados por fatores pré-determinados para se avaliar o mais adequado. O método Fator de Emissão será aplicado sempre que possível para obter o teto máximo de emissão e assim avaliar a acurácia dos outros métodos.

Primeiros passos no processo de escolha do MQE:

- Determinação do tipo de fonte e características da emissão;

- Avaliação dos dados necessários *versus* dados disponíveis;
- Avaliação dos MQEs apropriados;
- Incertezas associadas ao uso dos MQEs escolhidos.

Uma vez determinada o tipo de fonte para cada meio (ar, água e solo), o método de quantificação pode ser selecionado, seguindo-se os passos especificados na figura 2.

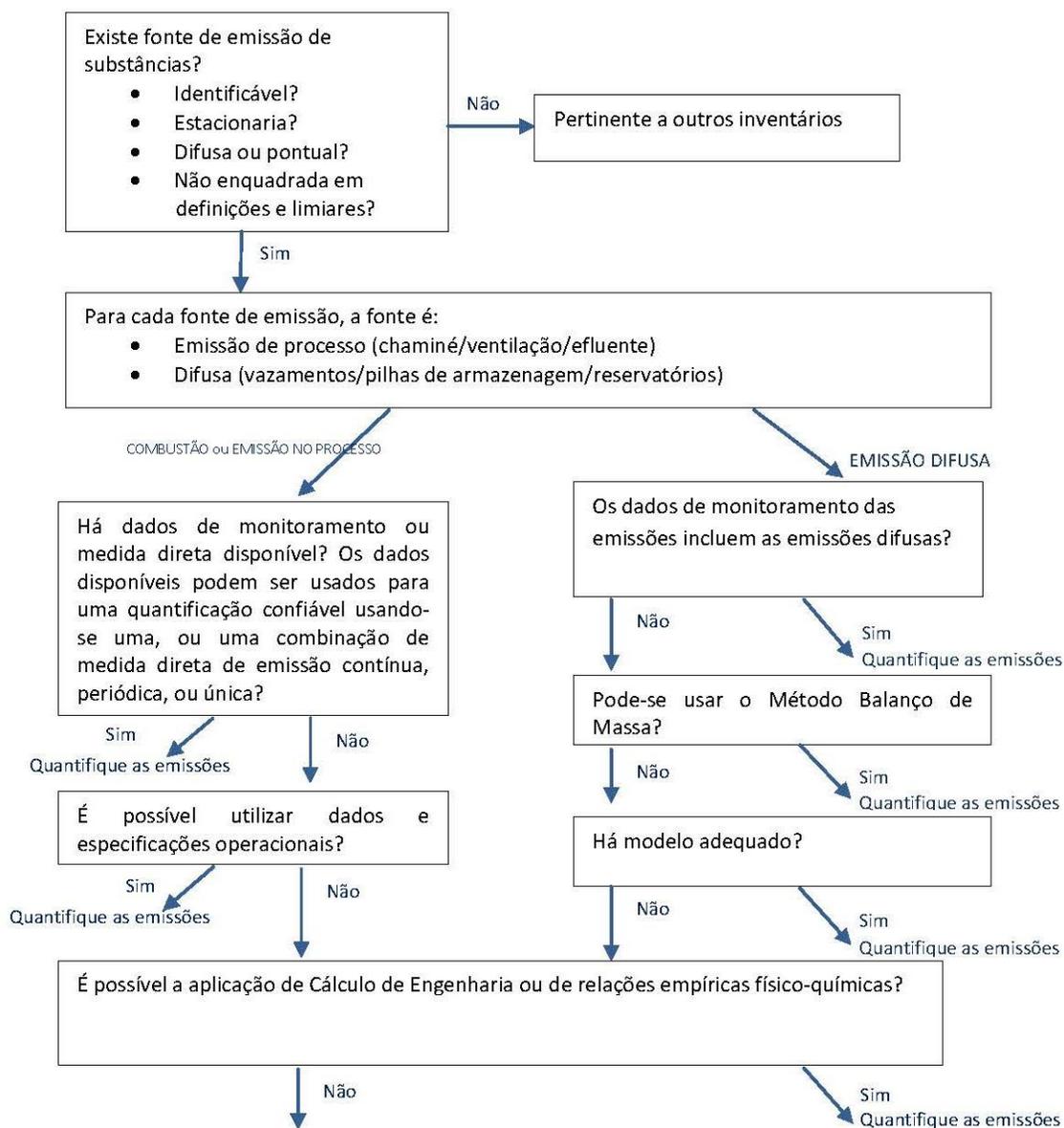
Para emissões canalizadas, os pontos abaixo são considerados para cada fonte de emissão do processo avaliado:

- Há dados de monitoramento ou medida direta disponível? Os dados disponíveis podem ser usados para uma quantificação confiável usando-se uma, ou uma combinação de medida direta de emissão contínua, periódica, ou única.
- Há contabilização de materiais que permita uma quantificação por Balanço de Massa?
- Há calculado na planta ou publicado em literatura especializada relações empíricas ou físico-químicas aplicáveis à fonte/substância emitida? Há dados do processo suficientes para aplicação das relações empíricas ou físico-químicas?
- Há Fator de Emissão específico disponível para a planta ou tipo de indústria?
- Há outros Fatores de Emissão gerais disponíveis?
- Pode a opinião de um especialista ser usada?

- As condições de licenciamento podem ser usadas para se estimar emissões referentes ao pior cenário?
- Há um documento referente aos cenários de emissão que pode ser usado para estimar emissões referentes ao pior cenário?

Para emissões difusas, foca-se nas seguintes questões:

- Pode-se usar o Método Balanço de Massa?
- Há algum modelo adequado que poderia ser aplicado aos dados disponíveis?
- Há alguma relação empírica ou físico-química aplicável a fonte? Há dados do processo suficientes para aplicação das relações empíricas ou físico-químicas?
- Há Fator de Emissão específico disponível para a planta ou tipo de indústria?
- Há outros Fatores de Emissão disponíveis?
- Pode a opinião de um especialista ser usada?
- As condições de licenciamento podem ser usadas para se estimar emissões referentes ao pior cenário?
- Há um documento referente aos cenários de emissão que pode ser usado para estimar emissões referentes ao pior cenário?



FLYNN, Maurea Nicoletti; FIGUEIRA, Camila Emilia; CASTILHO, Mirielle da Cruz; DA MATTA, Marcus Emmanuel Mamana. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E TRANSFERÊNCIAS RETP. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 6, n. 3, p. 47-72, Out. 2013.

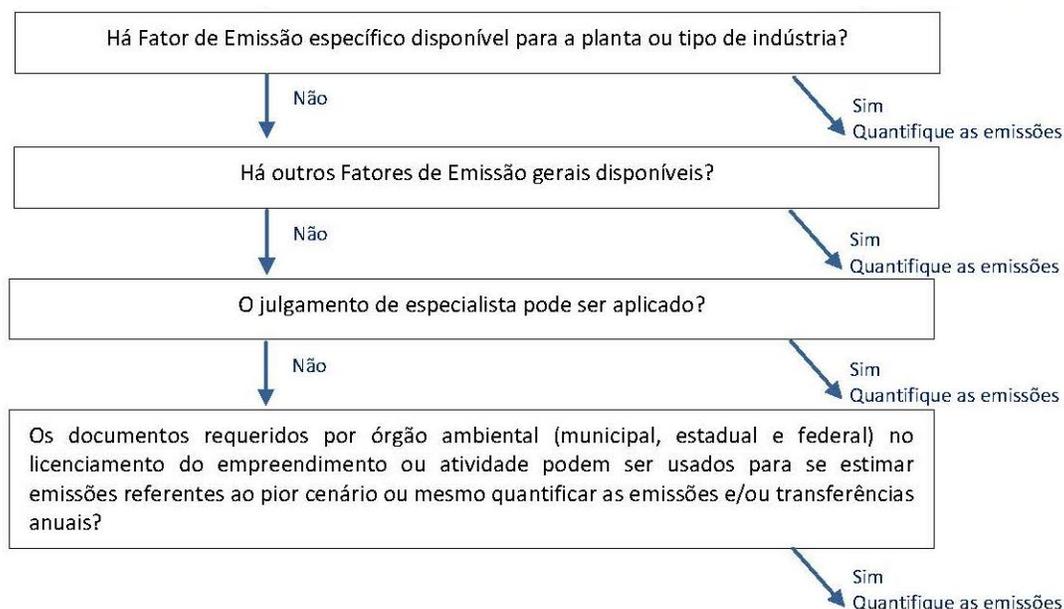


Figura 2. Passos para a seleção dos MQEs.

Confiabilidade do MQE:

A incerteza associada a um método específico depende principalmente da aplicabilidade do método para determinada situação.

Medida Direta contínua ou periódica das emissões são tipicamente as mais confiáveis, entretanto o Método de Balanço de Massa pode ser igualmente confiável se aplicável em condições bem representativas do processo. Relações empíricas e modelos considerados no método Cálculo de Engenharia, dependendo da situação, podem ser mais ou menos confiáveis do que o Método Fator de Emissão.

Os erros de quantificação resultam normalmente da inclusão de dado não representativo ou da falha em contabilizar todas as fontes e processos no cálculo de emissões totais.

Principais fontes de erro:

- Variabilidade inerente à atividade de uma fonte;
- Variabilidade inerente entre fontes dentro de um mesmo setor;
- Dados não representativos referentes à determinada fonte específica;
- Falta de dados específicos para a fonte considerada;
- Métodos de quantificação inconsistentes ou inadequados;
- Falta de calibração adequada ou tendenciosidade nos instrumentos de medida;
- Erros de amostragem (incluindo número ou tamanho de amostra inadequado);
- Uso inadequado de valores default na quantificação;
- Erros de cálculo; e
- Uso incorreto dos dados (e.g. interpretação errônea dos resultados, omissão de dados de emissão relevantes).

A incerteza na quantificação das emissões pode ser avaliada qualitativamente e quantitativamente.

A abordagem mais simples envolve a avaliação qualitativa das fontes de desvios ou erros na quantificação das emissões. Nesta abordagem devem-se listar todas as fontes potenciais de desvios ou erros e descrever a direção, positiva ou negativa, e a ordem de magnitude do desvio.

Nos casos em que o erro nos resultados atinge a magnitude do resultado em si, a adequabilidade do método será questionada, conforme diretrizes apresentadas no capítulo II.

Em relação à abordagem quantitativa na incerteza da quantificação de emissões, vários métodos estão disponíveis. A USEPA sugere os seguintes Métodos: quantificação por especialista, propagação do erro e simulação direta. Mais detalhes em:

USEPA (1996a), Volume II: Chapter 2 Preferred and Alternative Methods for Estimating Air Releases from Boilers Final Report June 1996, Report prepared for Point Sources Committee, Emission Inventory Improvement Program by Eastern Research Group, United States Environmental Protection Agency, Morrisville, North Carolina, USA. <http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/ii02fin.pdf>

Os princípios listados na seção 1.4 serão seguidos tanto no uso dos métodos de quantificação de Medida Direta quanto nos métodos por Balanço de Massa, Fator de Emissão e Cálculo de Engenharia.

1.4 Cadeia de Produção dos Dados de Emissão e/ou Transferência

A produção e o gerenciamento dos dados para a quantificação das emissões deve seguir **7** passos, assim definidos:

- i) Determinação do volume do efluente, gás de combustão, ou resíduo, assim como determinação do volume de entrada de, por exemplo, combustível ou matéria prima;

- ii) Amostragem ou obtenção de dado da concentração ou volume;
- iii) Pré-tratamento das amostras ou dados obtidos;
- iv) Tratamento das amostras ou dados obtidos;
- v) Análise das amostras ou dados obtidos;
- vi) Processamento dos dados; e
- vii) Reporte.

A cadeia de produção de dados é aplicável a todos os métodos de quantificação desde que o método Medida Direta tenha sido usado para fornecer pelo menos uma das medidas usadas na quantificação da emissão. A maioria dos métodos de quantificação de emissões usa um dado medido de entrada ou saída do processo, ou ainda o valor de algum parâmetro relacionado ao processo. Por exemplo, ao se utilizar algum dos métodos de quantificação como Fator de Emissão, Balanço de Massa ou Cálculo de Engenharia, algum dado de entrada, como por exemplo, combustível ou consumo de matéria prima deve ser medido. Para o uso de alguns fatores de emissão, algum parâmetro da saída do processo pode ser medido, como por exemplo, volume do produto.

I. Seleção e Aplicabilidade dos MQEs.

2.1 Medida Direta/Monitoramento

Quando usar?

O Método Medida Direta deve ser usado quando se almeja fornecer a quantificação de emissões mais representativa e confiável possível, sendo o monitoramento contínuo mais eficaz que o descontínuo. O Método Medida Direta

FLYNN, Maurea Nicoletti; FIGUEIRA, Camila Emilia; CASTILHO, Mirielle da Cruz; DA MATTA, Marcus Emmanuel Mamana. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E TRANSFERÊNCIAS RETP. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 6, n. 3, p. 47-72, Out. 2013.

pode apresentar algumas desvantagens como custo excessivo ou inaplicabilidade para certos poluentes devido a razões técnicas ou sensibilidade de equipamentos em altas e baixas concentrações. Devido ao tempo despendido, aos equipamentos envolvidos e a possibilidade de ocorrer erros na amostragem, armazenamento da amostra e manuseio no laboratório, o método Medida Direta frequentemente requer a aplicação de mais recursos do que o necessário na aplicação dos outros métodos.

Dados necessários

Não há dados de entrada que devam ser considerados em Medida Direta, deve-se considerar a padronização e aplicabilidade das medidas feitas para garantir boa qualidade dos resultados.

O que considerar?

O método de mensuração deve ser adequado para o processo específico, fonte de Emissão e ponto de amostragem ou tomada de medida. O método deve ser sensível à composição e magnitude da Emissão. A confiabilidade das mensurações realizadas é afetada por:

- A acurácia dos volumes calculados de emissões ou resíduos inclui a contabilização de todas as fontes e condições;
- A representatividade dos pontos e períodos de coleta deve ser assegurada de maneira que a quantificação de emissões anual seja eficaz; e
- O processamento e interpretação corretos dos dados de monitoramento e amostragem são essenciais para sua validade

2.2 Fator de Emissão

Quando usar?

O Método Fator de Emissão é recomendado quando a relação entre dados do processo e emissão é direta e relativamente simples. A maior limitação associada ao seu uso é que nem todas as fontes são desenhadas para funcionar exatamente da mesma maneira. Ao usar este método se aconselha que uma revisão da literatura e tecnologia mais recentes seja feita e que se compare se as fontes para as quais os fatores de emissão serão aplicados se diferem quanto às características da emissão das fontes para as quais os fatores foram calculados. Deve ser levado em conta que os fatores de emissão são calculados de maneira que precavidamente a quantificação por estes resulta em valores frequentemente maiores do que os realmente emitidos. Quando a informação usada no desenvolvimento do fator de Emissão é baseada em dados de outras nações ou regiões, deve-se estar ciente das possíveis variações locais.

Dados necessários

Ao aplicar o método Fator de Emissão é necessária a entrada de dados específicos da planta. Na falta destes, valores default podem ser utilizados. Para o cálculo dos fatores de emissão, os seguintes dados de entrada são requeridos:

- Fator de emissão, usualmente expresso como peso do poluente dividido por uma unidade de peso, volume, distancia, ou duração da atividade liberando a emissão do poluente;

- Informação da atividade do processo como especificado pelo fator de emissão relevante, por exemplo, consumo de combustível, matéria prima, taxa de produção, volume de água residual gerado; e
- Informação da eficiência de remoção dos equipamentos de redução de poluição quando se usa um fator de emissão dito “não controlado” (fator que indica a emissão quando não se emprega tecnologia de controle de emissão).

O que considerar?

Método Fator de Emissão é inerentemente sujeito a grande incerteza já que são baseados em numero limitado de medidas de uma população potencialmente muito grande. A seguinte lista deve ser considerada quando da aplicação de Fator de Emissão:

- Quando se aplica fatores desenvolvidos para fontes de outro país, a incerteza da quantificação pode ser aumentada devido a diferenças na tecnologia usada nos processos, na matéria prima e substâncias químicas, condições de operação e equipamentos de controle de poluição;
- Os fatores de emissão em geral não levam em consideração as emissões que ocorrem nos períodos de reativação e desligamento ou interrupções no processo e ou condições anormais de operação;
- A acurácia de medidas de atividade do processo como, por exemplo, consume de combustível/matéria prima, produção ou volume de água residual, usados na quantificação podem afetar o resultado final;
- As condições de “controle” ou “não controle” de poluição devem ser checadas por cada processo para que se empregue o correto fator de emissão. A eficiência do equipamento de controle de emissão deve ser

periodicamente testada, quando instalado. Se não houver testagem da eficiência, os valores indicados pelo fabricante ou publicados na literatura devem ser usados. Deve ser considerada também a deterioração do equipamento ou suas partes (ex. Filtros) e o tempo que o aparelho não funcionando devido à manutenção.

2.3 Balanço de Massa

Quando usar?

Balanço de Massa é o método mais apropriado nos casos em que se têm medidas confiáveis obtidas de todos os componentes com exceção de um, ou quando a quantificação das emissões será usada com o propósito de rastrear emissões fugitivas. O uso do Balanço de Massa envolve o exame do processo de forma a identificar se as emissões podem ser quantificadas somente com base no conhecimento dos parâmetros de operação, composição de materiais, uso total do material, e dados disponíveis de monitoramento. Balanços de massa podem ser usados na quantificação de emissões para o ambiente provenientes da planta como um todo, do processo específico, ou de um equipamento em particular. É uma técnica efetiva para quantificar emissões de fontes por evaporação e fontes nas quais as mensurações de níveis baixos, intermitentes ou fugitivos de correntes de exaustão seriam difíceis, custosas ou ineficazes. É particularmente útil para processos como operações de desengraxe por solventes ou revestimento de superfície; e é igualmente aplicável para fontes pontuais ou difusas. Para sistemas complexos, a simplicidade conceitual desta abordagem é complicada pelo grande necessidade de dados adicionais.

FLYNN, Maurea Nicoletti; FIGUEIRA, Camila Emilia; CASTILHO, Mirielle da Cruz; DA MATTA, Marcus Emmanuel Mamana. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E TRANSFERÊNCIAS RETP. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 6, n. 3, p. 47-72, Out. 2013.

Dados necessários

Quando a planta usa Balanço de Massa, a quantificação das emissões é feita pelo conhecimento da quantidade de material que entra em determinado processo, a quantidade que sai por todos os caminhos, e a quantidade retida no próprio produto. Portanto é necessário se levar em conta a entrada de matérias primas e de insumo na planta (ex. compras) e a quantidade exportada da planta como produto e resíduos. O restante é considerado “perda”, ou emissão para o ambiente.

O que considerar?

Embora o Balanço de Massa seja uma ferramenta valiosa na quantificação de emissões de diversas fontes, seu uso requer que uma medida da substância em questão seja conhecida a cada ponto do processo. O Balanço de Massa não deve ser usado para processos em que a matéria prima reage e forma produto secundário, ou sofre profundas alterações químicas, ou quando as emissões representam uma pequena fração da produtividade. Por exemplo, o uso de Balanço de Massa não é apropriado para o armazenamento de combustível, pois a fração perdida por evaporação é muito pequena relativamente para ser medida por Balanço de Massa. A acurácia e a confiabilidade dos valores de emissão obtidos com o método se relacionam diretamente a qualidade dos dados obtidos e o conhecimento dos diferentes caminhos percorridos pela substância em questão, portanto o uso de um método padrão na mensuração das quantidades diminui a incerteza do valor final. É necessário o conhecimento da quantidade total de material saindo do processo por cada caminho diferenciado, incluindo: o produto, reciclagem, reutilização, recuperação, emissões para o ar, efluentes líquidos, emissões para solo, e transferências para outras atividades de gerenciamento de resíduos.

FLYNN, Maurea Nicoletti; FIGUEIRA, Camila Emilia; CASTILHO, Mirielle da Cruz; DA MATTA, Marcus Emmanuel Mamana. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E TRANSFERÊNCIAS RETP. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 6, n. 3, p. 47-72, Out. 2013.

2.4 Cálculo de engenharia

Quando usar?

Frequentemente as emissões fugitivas de substâncias químicas voláteis só podem ser quantificadas por suas propriedades físico-químicas. Da mesma maneira, emissões para o solo ou água por atividades de gerenciamento de resíduo.

Modelos de Emissão podem ser usados nos casos em que os cálculos são pesados, ou quando um conjunto de parâmetros modifica o padrão de emissões. Por exemplo, o programa TANKS (download gratuito) incorpora diferentes variáveis como cor dos tanques, temperatura e velocidade do vento para obter a quantificação. Diferentes modelos estão disponíveis com o respectivo Manual do Usuário que específico o detalhamento e adequação de uso de cada modelo.

Dados necessários

As relações consideradas no Cálculo de Engenharia são frequentemente referentes a parâmetros como pressão parcial, temperatura e velocidade do vento. Muitas vezes estes incluem valores intrínsecos como peso molecular, densidade, viscosidade, e fugacidade. Existem programas de computador e planilhas de cálculo disponíveis para auxiliar na aplicação destas relações. Os modelos de emissão disponíveis requerem input data referente a cada variável considerada na relação em que se baseia., por exemplo, pressão parcial, temperatura, concentração, assim como informações sobre as propriedades dos componentes químicos.

O que considerar?

Pressupostos são sempre considerados para simplificar o processo de quantificação por relação físico-química, o que pode adicionar certa imprecisão a

FLYNN, Maurea Nicoletti; FIGUEIRA, Camila Emilia; CASTILHO, Mirielle da Cruz; DA MATTA, Marcus Emmanuel Mamana. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E TRANSFERÊNCIAS RETP. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 6, n. 3, p. 47-72, Out. 2013.

quantificação final. Quando se utiliza um modelo este deve se basear em pressuposto válido, e adequado as condições e usos da planta.

2.5 Resumo dos MQEs

Na tabela 2 a aplicabilidade de cada método de quantificação de emissões, os dados necessários para o seu uso e o que considerar ao aplicá-los é resumidamente apresentado.

Tabela 2. Resumo dos métodos de quantificação de emissões e aplicabilidade

MQEs	Quando usar?/ Propósito	Dados necessários	O que considerar? / Importante observar
Medida Direta	<ul style="list-style-type: none">• Deve ser usado quando se almeja fornecer a quantificação de emissões mais representativa e confiável possível.	<ul style="list-style-type: none">• Dados de monitoramento ambiental obtidos por determinação legal.• Dados coletados em operações rotineiras.	<ul style="list-style-type: none">• Não existe a obrigatoriedade de investimento em novas instalações de monitoramento e aquisição de equipamentos de medição.• Confiabilidade das medições e validação das mesmas.• O método deve ser sensível à composição e magnitude da Emissão.
Fator de Emissão	<ul style="list-style-type: none">• Rápido e Fáceis de usar.• O Método Fator de	<ul style="list-style-type: none">• Revisão de literatura especializada.	<ul style="list-style-type: none">• Não mostrará melhorias na redução das emissões, pois o cálculo envolve

FLYNN, Maurea Nicoletti; FIGUEIRA, Camila Emilia; CASTILHO, Mirielle da Cruz; DA MATTA, Marcus Emmanuel Mamana. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E TRANSFERÊNCIAS RETP. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 6, n. 3, p. 47-72, Out. 2013.

	<p>Emissão é recomendado quando a relação entre dados do processo e emissão é direta e relativamente simples.</p> <ul style="list-style-type: none"> • É o método mais usado para se estimar emissões fugitivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fator de emissão, usualmente expresso em peso do poluente dividido por uma unidade de peso, volume, distancia, ou duração da atividade liberando a emissão do poluente; • Informação da atividade do processo como especificado pelo fator de emissão relevante, por exemplo, consumo de combustível, matéria prima, taxa de produção, volume de água residual gerado; • Informação da eficiência de remoção dos equipamentos de controle da poluição quando se usa um fator de emissão dito “não controlado” (fator que indica a emissão quando não se emprega tecnologia de 	<p>fatores de equipamentos, fluxo de insumo e substância envolvida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quando se aplica fatores desenvolvidos para fontes de outro país, a incerteza da quantificação pode ser aumentada devido a diferenças na tecnologia usada nos processos, na matéria prima e substâncias químicas, condições de operação e equipamentos de controle de poluição; • Os fatores de emissão em geral não levam em consideração as emissões que ocorrem nos períodos de reativação e desligamento ou interrupções no processo e ou condições anormais de operação; • A acurácia de medidas de atividade do processo como, por exemplo, consume de
--	---	---	--

		controle de emissão).	combustível/matéria prima, produção ou volume de água residual, usados na quantificação podem afetar o resultado final; <ul style="list-style-type: none">• As condições de “controle” ou “não controle” da poluição devem ser checadas por cada processo para que se empregue o correto fator de emissão. A eficiência do equipamento de controle de emissão deve ser periodicamente testada, quando instalado. Se não houver testagem da eficiência, os valores indicados pelo fabricante ou publicados na literatura devem ser usados. Deve ser considerada também a deterioração do equipamento ou suas partes (ex. Filtros) e o tempo que o aparelho não estiver em funcionamento
--	--	-----------------------	---

			devido às manutenções periódicas.
Balanco de Massa	<ul style="list-style-type: none"> Balancos de massa podem ser usados na quantificação de emissões para o ambiente provenientes da planta como um todo, do processo específico, ou de um equipamento em particular. Balancos de massa podem ser usados na quantificação de emissões para o ambiente provenientes da planta como um todo, do processo específico, ou de um equipamento em particular. 	<ul style="list-style-type: none"> A quantificação das emissões é feita pelo conhecimento da quantidade de material que entra em determinado processo, a quantidade que sai por todos os caminhos, e a quantidade retida no próprio produto. 	<ul style="list-style-type: none"> Para sistemas complexos, a simplicidade conceitual desta abordagem é complicada pelo grande necessidade de dados adicionais. Seu uso requer que uma medida da substância em questão seja conhecida a cada ponto do processo. O Balanco de Massa não deve ser usado para processos em que a matéria prima reage e forma produto secundário, ou sofre profundas alterações químicas, ou quando as emissões representam uma pequena fração da produtividade. A acurácia e a confiabilidade dos valores de emissão obtidos com o método se relacionam

FLYNN, Maurea Nicoletti; FIGUEIRA, Camila Emilia; CASTILHO, Mirielle da Cruz; DA MATTA, Marcus Emmanuel Mamana. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E TRANSFERÊNCIAS RETP. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 6, n. 3, p. 47-72, Out. 2013.

			diretamente a qualidade dos dados obtidos e o conhecimento dos diferentes caminhos percorridos pela substância em questão.
Cálculos de Engenharia	<ul style="list-style-type: none"> • Quando os outros métodos não são aplicáveis, e um conjunto de parâmetros físicos e químicos modifica o padrão de emissões. • São baseadas em correlações publicadas, nas especificações do equipamento, como taxa de remoção, eficiência e produtividade; e baseadas em propriedades físicas, químicas e de reação da substância. 	<ul style="list-style-type: none"> • Parâmetros como pressão parcial, temperatura e velocidade do vento, peso molecular, densidade, viscosidade, fugacidade entre outros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pressupostos são sempre considerados para simplificar o processo de quantificação por relação físico-química, o que pode adicionar certa imprecisão a quantificação final. Quando se utiliza um modelo este deve se basear em pressuposto válido e adequado as condições e usos da planta.

Referência Bibliográfica

OECD. 2005. PRTR Series No. 9: Framework for Selecting and Applying PRTR Release Estimation Techniques.

FLYNN, Maurea Nicoletti; FIGUEIRA, Camila Emilia; CASTILHO, Mirielle da Cruz; DA MATTA, Marcus Emmanuel Mamana. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES E TRANSFERÊNCIAS RETP. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 6, n. 3, p. 47-72, Out. 2013.