

DIRETRIZ TÉCNICA Nº 11/2023

DIRETRIZ TÉCNICA QUE ESTABELECE CONDIÇÕES E PARAMETROS NECESSÁRIOS PARA A ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	2
2	APLICABILIDADE	2
3	DIRETRIZES GERAIS.....	3
4	ANUÊNCIA PRÉVIA NECESSÁRIA PARA O EDA.....	4
5	MODELO MATEMÁTICO DE DISPERSÃO	4
5.1	Dados de Entrada e Parametrização	4
5.1.1	Dados Meteorológicos	4
5.1.2	Taxas de Emissão:	5
5.1.3	Informações de Fluxo na Chaminé:	7
5.2	Receptores.....	7
5.3	Resultados	7
5.4	<i>Background</i>	9
5.4.1	Dados existentes	9
5.4.2	Dados obtidos por monitoramento local.....	10
5.4.3	Dados estimados por modelagem matemática.....	10
5.4.4	Cálculo do <i>background</i>	11
5.5	Pontos de Amostragem.....	12
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

1 INTRODUÇÃO

Estudos de Dispersão Atmosférica (EDA) são instrumentos teóricos úteis para avaliar o impacto ao meio ambiente da poluição atmosférica oriunda de emissões antrópicas. O EDA visa simular a relação entre as emissões e o impacto resultante na qualidade do ar local através de modelos matemáticos, e, desta forma, verificar viabilidade locacional de empreendimentos, controle de emissões, estimação da grandeza de impactos críticos na atmosfera, determinação de pontos ou locais onde eventos críticos possam ocorrer etc. Os atributos do EDA, muitas vezes estimados a partir de dados e considerações teóricas como a escolha do modelo, suas condições de contorno, parametrização e confiabilidade dos dados de entrada, são condições essenciais para a obtenção de resultados consistentes e aplicáveis aos objetivos pretendidos.

2 APLICABILIDADE

Esta Diretriz Técnica estabelece as condições e os parâmetros que devem ser utilizados na elaboração de EDA no âmbito da FEPAM.

São necessários EDA para avaliação do impacto no meio ambiente de empreendimentos com elevada carga de emissão atmosférica, oriundos especialmente de processos de queima ou por emissões difusas, em função das características de emissão e de localização do empreendimento.

Obrigatoriamente, devem ser exigidos EDA para alicerçar a decisão de viabilidade locacional de qualquer empreendimento que se utilize de processos de tratamento térmico de resíduos e crematórios, caracterizados conforme Resolução CONAMA 316/2002 e Diretriz Técnica FEPAM 01/2018, ou aquelas que virem a substituí-las.

Também podem exigir EDA como instrumento de avaliação e indicativo da necessidade de controles mais eficazes das emissões nas solicitações de alteração de padrão de emissão atmosférico de empreendimentos, sua ampliação ou alteração das características das fontes de emissão que resultar em emissão de novos ou em maiores quantidades de poluentes atmosféricos passíveis de causar impacto na

qualidade do ar, e nos casos de danos ou reclamações procedentes de incômodos à população local decorrente de emissão atmosférica pontual.

Em qualquer outra situação em que a legislação determine sua elaboração ou que a discricionariedade do órgão ambiental indique sua necessidade.

3 DIRETRIZES GERAIS

Para a elaboração do EDA, as seguintes orientações devem ser seguidas:

- Deve conter a caracterização topográfica, geográfica, climatológica e meteorológica da região;
- Deve apresentar os parâmetros de ocupação do solo, rugosidade e albedo;
- Considerar todas as fontes de emissões do empreendimento (geradas tanto na fase de instalação quanto de operação), incluindo as fontes difusas e fugitivas (por exemplo dispersão de pilha de rejeito, equipamentos de beneficiamento, transporte ou remoção de materiais, resultante de processos não controlados, etc.), considerando suas máximas emissões;
- Deverá ter a caracterização da(s) fonte(s), se pontual, por área, volumétrica, etc., com os parâmetros descritos para entrada no modelo;
- Deverão ser apresentadas as justificativas para a escolha do modelo de dispersão, assim como serem apresentadas as suas características, potencialidades e funcionalidades;
- Deverão ser apresentadas de forma clara todas as configurações e parametrizações dos modelos utilizados;
- Considerar efeito de *downwash* para edificações que influenciem na dispersão;
- Apresentar laudo de meteorologista, com a devida ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), que contenha explicitamente “Estudo e Modelagem de Dispersão de Poluentes Atmosféricos”, atestando que os dados meteorológicos utilizados são representativos do local e para a finalidade a que se destina o estudo.

4 ANUÊNCIA PRÉVIA NECESSÁRIA PARA O EDA

Devem ser justificados e ter anuência prévia do órgão ambiental:

- A escolha do modelo, condições de contorno, opções e sua parametrização;
- A escolha dos dados meteorológicos de entrada do modelo;
- A determinação de quais poluentes atmosféricos serão objeto do estudo;
- A escolha dos receptores discretos;
- As taxas de emissão, quando não forem oriundas de medições diretas das fontes do empreendimento;
- A metodologia de determinação ou estimação da qualidade do ar local (*background*). Caso seja necessário executar um monitoramento ambiental, a localização dos amostradores, metodologia de medição e o período de amostragem para obtenção destas informações.

5 MODELO MATEMÁTICO DE DISPERSÃO

O Estudo de Dispersão ou Impacto Atmosférico deverá utilizar um modelo de simulação matemática de dispersão e concentração de poluentes atmosféricos adequado ao objetivo do estudo e ao local de interesse, que poderão ser de pluma gaussiana (American Meteorological Society Environmental Protection Agency Regulatory Model - AERMOD *View* ou equivalente euleriano gaussiano) ou *puff* gaussiano (California Puff Model – CALPUFF ou equivalente lagrangeano gaussiano).

5.1 Dados de Entrada e Parametrização

5.1.1 Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos de entrada (superfície e altitude) deverão ser, preferencialmente, originários de fonte primária e validados (dados horários) com abrangência de dois anos ou mais, consecutivos, de período mais recente possível (menos de cinco anos). A representatividade dos dados meteorológicos utilizados deve atender aos critérios da Organização Meteorológica Mundial – OMM. Em casos excepcionais, quando não houver dados primários com a representatividade necessária disponíveis, o órgão ambiental poderá permitir (anuência) utilização de

[4/14]

dados de estações meteorológicas fora do raio de representatividade da OMM, mas que possam ser representativos para o local de interesse.

Poderão, ainda, serem utilizados dados meteorológicos modelados, com anuência do órgão ambiental, desde que justificado, a partir de modelos atmosféricos regionais (*Weather Research and Forecasting - WRF, Mesoscale Modelling System – 5th Generation - MM5, Brazilian Regional Atmospheric Modeling System - BRAMS, etc.*), quando as estações meteorológicas mais próximas não forem representativas ou se possuírem características geográficas significativamente diferentes do local de interesse (altitude, relevo, utilização do solo, etc.).

Se for utilizada modelagem atmosférica, esta deverá ser validada e conter avaliação sobre o seu desempenho a partir de dados primários válidos dentro do domínio do modelo (pontos de controle). A utilização de dados modelados para preenchimento de banco de dados meteorológicos faltantes poderá ocorrer somente quando estritamente necessária, com anuência da FEPAM. O local do empreendimento, preferencialmente a(s) fonte(s) principal(is), deve(m) coincidir com o ponto central do domínio a ser utilizado.

Devem ser juntados ao processo os bancos de dados meteorológicos de superfície e altitude, assim como os arquivos ‘.sfc’, ‘.pfl’ e ‘.inp’ (ou equivalentes, conforme o modelo utilizado). Com exceção do último, todos em formato “.csv” ou outro compatível com o software Microsoft Excel, versão 2010 ou superior, para serem analisados em planilha.

5.1.2 Taxas de Emissão:

As taxas de emissão utilizadas deverão ser oriundas de laudos de amostragens representativas de dutos e chaminés próprias do equipamento instalado ou a ser utilizado no empreendimento. Para novos empreendimentos, as taxas a serem utilizadas serão preferencialmente de fonte similar existente no país, com as devidas comprovações de equivalência de tecnologia, combustível, potência, equipamento de controle de emissão, etc., ou fornecidas pelo fabricante/vendedor do equipamento (laudo, declaração, etc.). As metodologias de amostragem e análise

[5/14]

devem atender aos requisitos da Diretriz Técnica FEPAM 01/2018 ou aquela que vier a substituí-la.

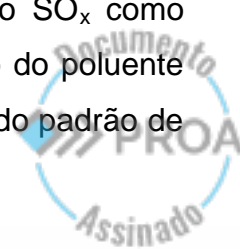
Não havendo dados de fonte similar instalada no país, dados oriundos de fontes similares instaladas em outros países podem ser aceitos mediante anuência da FEPAM.

Empreendimentos cujas emissões decorrem de fontes difusas e/ou fugitivas, como, por exemplo, pilhas de rejeitos minerários, frota veicular, ou quando inexistem dados disponíveis, as taxas de emissão podem ser estimadas a partir de dados teóricos de literatura (como por exemplo da AP-42, *Compilation of Air Pollutant Emissions Factors*, da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA-US); ou do *Department for Environment Food & Rural Affairs* (DEFRA) ou de outras bibliografias igualmente reconhecidas), desde que sejam aceitos mediante anuência da FEPAM.

Taxas de emissão para empreendimentos que se enquadram em novas tecnologias de tratamento de resíduos sólidos devem atender a Diretriz Técnica FEPAM 02/2019 (ou a que vier substituí-la). As taxas de emissão para o EDA destas atividades são tipicamente obtidas via medições reais de sistemas similares em operação que processam o mesmo tipo de resíduo ou são fornecidos pelo fabricante/vendedor do equipamento para o processamento do mesmo resíduo em questão ou similar ou ainda via protótipo idêntico em escala de laboratório usualmente com acompanhamento por entidade de pesquisa.

O valor considerado para o cálculo das taxas de emissão oriundas de amostragens de dutos e chaminés deve ser o maior dentre os obtidos na amostragem (triplicata, se não houver descarte de resultado). Para NO_2 como NO_x , medido por colorimetria, e SO_2 medido na forma de SO_x , pode ser admitido o uso das médias aritméticas das medições, em função da metodologia de amostragem empregada. O estudo de dispersão deve considerar o padrão ambiental do PM_{10} para efeito de atendimento ao padrão ambiental, mesmo que a taxa de emissão do MP seja obtida a partir de amostragens de dutos e chaminés como material particulado total. Todo MP será considerado como 100% PM_{10} , todo SO_x como 100% SO_2 e todo NO_x como 100% NO_2 . Para o EDA, a concentração do poluente obtida na amostragem não é corrigida pelo teor de oxigênio referencial do padrão de

[6/14]



emissão estipulado para aquela atividade/empreendimento, ou seja, utiliza-se o valor real da concentração que foi medida.

Deverá ser apresentada a memória de cálculo que gerou as taxas de emissão utilizadas como input no modelo de dispersão.

5.1.3 Informações de Fluxo na Chaminé:

As características físicas do fluxo do gás dentro da chaminé, como velocidade média, vazão e temperatura, devem ser fornecidas indicando a referência de sua obtenção. Comprovar a ausência ou indicar se existem dispositivos que possam causar influência na vazão dos poluentes na saída da chaminé.

A presença de dispositivos que causem influência na vazão dos poluentes na saída da chaminé, como por exemplo “chapéu chinês”, deve ser considerada no modelo, pois limitam a velocidade vertical de lançamento dos gases de exaustão a valores próximos de zero. Da mesma forma deve ser considerada a inclinação do fluxo do gás de exaustão em relação ao plano horizontal, com as devidas adaptações/correções necessárias.

5.2 Receptores

Quanto aos receptores discretos, utilizar uma distribuição adequada georreferenciada SIRGAS2000 associada às respectivas altitudes, informando as coordenadas e distancia da fonte, contemplando no mínimo 05 (cinco) receptores, considerando a vulnerabilidade das populações envolvidas, como escolas, asilos, creches e hospitais e postos de saúde, bem como centros urbanos próximos, devendo cobrir todo o entorno da fonte, considerando a direção preferencial do vento. A escolha destes pontos deve ter anuência prévia do órgão ambiental.

5.3 Resultados

Para cada cenário modelado, deverão ser apresentadas as saídas gráficas do modelo em escala adequada (isolinhas de concentração), sobrepostas à área de influência considerada, em resolução que permita a identificação dos pontos de máxima e da média das concentrações calculadas.

[7/14]

Os arquivos de saída da modelagem, com pelo menos as dez maiores concentrações calculadas (máxima de 1 hora, máxima média móvel de 8 horas ou máxima média de 24 horas, conforme o caso) deverão ser fornecidas para cada ano de dados meteorológicos utilizados. No caso da concentração anual, calcular as máximas para cada ano de dados meteorológicos utilizados, independente do modelo empregado.

Deverão ser apresentadas as informações sobre os pontos de máximas concentrações de poluentes calculadas: dia, hora, intervalo de horas (conforme o caso), altitude, distância da fonte, além das próprias concentrações.

Os resultados obtidos deverão ser tabelados, avaliados e confrontados com a legislação vigente, cumulativamente com as concentrações de fundo (*background*). Para poluentes que não apresentam padrão ambiental definido na legislação, a análise cumulativa de *background* pode ser dispensada mediante anuência da FEPAM. Nestes casos, uma análise comparativa direta frente a dados de literatura envolvendo limites de percepção de odor ou de efeitos à saúde pode ser feita, dependendo do objetivo do EDA.

Nos casos de avaliações do impacto por percepção de odor cujos resultados das imissões foram obtidos por modelagem (mínimo de um ano de dados), a abordagem de picos de curto prazo deve ser estabelecida de forma a estimar valores perceptíveis de odor no intervalo de tempo adequado, que é inferior ao normalmente calculado pelos modelos de dispersão que fornecem dados médios horários para os poluentes. A aplicação da teoria *peak-to-mean* é uma alternativa recomendada para a maioria das situações. Nestes casos, para facilitar a aplicação desta teoria, recomenda-se usar o fator de multiplicação genérico 04 (quatro) para estimar as concentrações de pico que resultariam em percepção de odor a partir das médias horárias calculadas. Outros fatores podem ser propostos mediante justificativa técnica de forma a indicar a melhor representatividade do sistema de emissão e condições locais. Em todos os casos, quando tratar-se de dados oriundos de modelagem ou conforme o objetivo da avaliação, não é recomendado utilizar percentil de exclusão de dados.

5.4 Background

5.4.1 Dados existentes

Dados ambientais primários de concentração dos poluentes atmosféricos de interesse existentes na região do empreendimento, que sejam representativos, podem ser utilizados para determinar o *background* mediante justificativa técnica aprovada pela FEPAM. Neste caso, os dados devem ser recentes ou serem passíveis de representar a condição atual da região, mediante justificativa técnica e anuência da FEPAM. Dados de monitoramentos executados há mais de 10 (dez) anos podem ser utilizados se forem corrigidos para a condição atual mediante metodologia adequada e critérios científicos consistentes, desde que aceitos pela FEPAM.

Para processos de licenciamento ordinário ou por RAS, o período mínimo de dados existentes e válidos a serem aceitos é de 04 (quatro) meses, desde que na obtenção destes tenha sido atendida a Diretriz Técnica FEPAM 01/2018 ou a que vier a substituí-la.

Para processos de licenciamento por EIA/RIMA, o período de dados de monitoramento aceito é estabelecido dentro de respectivo processo, sendo recomendado um mínimo de 01 (um) ano de dados válidos, preferencialmente que contemple as quatro estações do ano e atenda os critérios de Representatividade Temporal de Dados estabelecidos no Guia Técnico para o Monitoramento e Avaliação da Qualidade do ar do Ministério do Meio Ambiente.

Períodos de dados maiores podem ser exigidos em função das características do empreendimento, como potencial poluidor alto decorrente de suas emissões atmosféricas, porte grande ou excepcional, existência de caldeiras/fornos cujo somatório das potências térmicas nominais ultrapasse 10 MW (ou 10 MWe), significativo grau de exposição de populações, regiões onde já existam o comprometimento de alto grau da capacidade de suporte da atmosfera, etc.

5.4.2 Dados obtidos por monitoramento local

Inexistindo dados ambientais dos poluentes de interesse para o *background*, preferencialmente o monitoramento ambiental deve ser executado a fim de obter os dados primários destes poluentes do local/região.

Para processos de licenciamento ordinário ou por RAS, o período mínimo de monitoramento é de 04 (quatro) meses.

Para processos de licenciamento por EIA/RIMA, o período de monitoramento é estabelecido dentro de respectivo processo, sendo recomendado um mínimo de 1 (um) ano de monitoramento, preferencialmente que contemple as quatro estações do ano e atenda os critérios de Representatividade Temporal de Dados estabelecidos no Guia Técnico para o Monitoramento e Avaliação da Qualidade do ar do Ministério do Meio Ambiente.

Metodologias de amostragem para obtenção dos dados devem seguir as recomendações da Diretriz Técnica FEPAM 01/2018 ou aquela que vier a substituí-la. Valores amostrais lidos como inferiores ao limite de detecção do método devem ser reportados, para fins de determinação do *background*, como sendo o próprio limite de detecção da metodologia empregada. Valores amostrais passíveis de detecção, mas inferiores ao limite de quantificação do método utilizado devem ser reportados, para fins de *background*, como metade do limite de quantificação.

5.4.3 Dados estimados por modelagem matemática

Poderão ser utilizados, em casos especiais justificados e aceitos pela FEPAM, dados ambientais modelados obtidos através de modelos químicos atmosféricos para a estimação do *background*, como por exemplo CATT-BRAMS (Coupled Chemistry Aerosol-Tracer Transport - Brazilian Regional Atmospheric Modeling System), ou outro, desde que devidamente justificado e aceito pela FEPAM.

Os dados modelados deverão ser validados a partir de dados primários, num período não inferior a 01 (um) ano, obtidos de pelo menos uma das estações de monitoramento em operação da rede de qualidade do ar do Estado ou de dados

existentes de monitoramento ambiental validados pela FEPAM, considerando o critério de proximidade, dentro do domínio do modelo.

Modelos químicos atmosféricos para a estimação do *background* também se aplicam para estimação de poluentes sem padrão ambiental definido na legislação brasileira.

5.4.4 Cálculo do *background*

O cálculo para estimar o *background* deve ser feito através de todos os resultados válidos do monitoramento obtidos no período considerado.

O valor de concentração de *background* para fins de avaliação cumulativa será admitido como:

- A média aritmética dos dados válidos do período para as análises frente a padrões anuais;
- A média aritmética das máximas concentrações diárias do período para as análises frente aos padrões horários, de 8 horas ou diários.

Para o cálculo da média aritmética das máximas concentrações diárias de padrões horários (caso do dióxido de nitrogênio), deve-se considerar o máximo valor de concentração do poluente obtido dentre os 24 valores horários do dia, sendo então calculada a média aritmética de todas as máximas de cada dia do período considerado. Para os padrões de 8 h móvel (casos de monóxido de carbono e ozônio), deve-se considerar o máximo valor das médias móveis de 8 h do dia, sendo então calculada a média aritmética de todas as máximas de cada dia do período considerado. Para poluentes com padrão diário - 24 h (casos de material particulado e dióxido de enxofre), o valor de concentração a ser considerado será o maior valor obtido dentre os dias monitorados em cada mês, sendo então calculada a média aritmética de todos os dias que apresentaram as máximas concentrações em cada mês no período considerado (por exemplo, se por período de um ano, teríamos a média de 12 valores onde cada valor corresponde ao dia em houve registro da máxima concentração daquele mês). Alternativamente, de forma simplificada, pode ser utilizado o valor da máxima concentração (horária, de 8 horas ou diária,

[11/14]

conforme o caso) do período para as análises frente aos respectivos padrões, sendo esta última uma opção mais restritiva.

5.5 Pontos de Amostragem

A determinação da localização de pontos de amostragem para o monitoramento deve considerar os objetivos do mesmo, além de seguir critérios técnicos que priorizam a saúde das populações e o meio ambiente no entorno do empreendimento (área de influência). Caso o objetivo do monitoramento seja a verificação *in loco* dos impactos atmosféricos locais do empreendimento em questão, a localização dos pontos de monitoramento deverá ser determinada pelo modelo de dispersão, considerando as maiores concentrações do poluente ao nível do solo, considerando as fragilidades das populações e ambientes suscetíveis.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- a. BRASIL. **Resolução CONAMA nº 491**, de 19 de novembro de 2018: Dispõe sobre os Padrões de Qualidade do Ar.
- b. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **GUIA TÉCNICO PARA O MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR**. Brasília. 2019, Disponível em: <https://www.mma.gov.br/agenda-ambiental-urbana/qualidade-do-ar.html>
- c. BRASIL. **Resolução CONAMA nº 316**, de 29 de outubro de 2002: Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.
- d. ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual nº 15.434**, de 09 de janeiro de 2020: Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. Capítulo III – Da Utilização e Conservação do Ar.
- e. ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Diretriz Técnica FEPAM nº 02/2019**: Diretriz Técnica para o Licenciamento de Tecnologias Tratamento e Processamento de Resíduos Sólidos. 07/05/2019.

[12/14]

Av. Borges de Medeiros, 261 • Porto Alegre, RS • 90020-021

- f. ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Diretriz Técnica FEPAM nº 01/2018:** Diretriz Técnica Que Estabelece Condições e os Limites Máximos de Emissão de Poluentes Atmosféricos a Serem Adotados Pela Fepam para Fontes Fixas e Dá Outras Providências. 28/01/2021.
- g. ESTADO DE SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **ANEXO I - Estimativa e modelagem de emissões atmosféricas:** manual para elaboração de estudos ambientais com AIA.
- h. United States Environmental Protection Agency. **Reference Guide To Odor Thresholds For Hazardous Air Pollutants Listed In The Clean Air Act Amendments Of 1990.** Disponível em: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/hhra/recordisplay.cfm?deid=40610>.
- i. Marlon Brancher, K. David Griffiths, Davide Franco, Henrique de Melo Lisboa. **A review of odour impact criteria in selected countries around the world.** Chemosphere. Vol.168, 2017, Pages 1531-1570.
- j. *Scottish Environment Protection Agency (SEPA).* **Odour Guidance 2010.** Disponível em: <https://www.sepa.org.uk/regulations/air/odour/>
- k. *Gregory Leonardos, David Kendall & Nancy Barnard (1969)* **Odor Threshold Determinations of 53 Odorant Chemicals**, *Journal of the Air Pollution Control Association*, 19:2, 91-95.

Porto Alegre, 21 de março de 2023.

Eng^o. Renato das Chagas e Silva
Diretor Técnico da FEPAM

ALTERAÇÕES:

Data	Diretor Técnico de FEPAM	Alteração
21/03/2023	Engº. Renato das Chagas e Silva	Primeira edição

Elaboração: Davi Marcos Valduga, Fabiani Ponciano Vitt Tomaz, Flávio Wiegand, Helena de Souza Petersen, Márcio D'Avila Vargas, Mariana Stein, Natália Cristina de Melo Silva.

Nome do documento: 11-2023 - Diretria Tecnica Estudo de Dispersao de Poluentes Atmosfericos.pdf

Documento assinado por

Órgão/Grupo/Matrícula

Data

Renato das Chagas e Silva

FEPAM / GAB-DIRPRES / 301729003

21/03/2023 15:37:26

