

RELAÇÃO ENTRE AS EMISSÕES GASOSAS DE UMA CIMENTEIRA E A QUALIDADE DO AR NO ENTORNO

Faustino, Shirley Aparecida

Aluno do Centro Universitário Internacional UNINTER

Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso. 02 - 2019

RU 2799494

Mangini, Lígia Fernanda Kaefer

Professor Orientador no Centro Universitário Internacional UNINTER

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi a avaliação quantitativa da emissão do material particulado e dos óxidos de nitrogênio emitidos por uma cimenteira e a qualidade do ar no entorno deste empreendimento, bem como avaliar sua composição química e os riscos à saúde. Diante das análises químicas destes compostos obteve-se a quantificação das emissões atmosférica e procedeu-se à comparação com a legislação vigente no âmbito estadual. Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas análises pelos métodos de gravimetria e colorimetria, além da análise documental de alguns autores sobre o assunto. e a comparação com a legislação tendo um resultado satisfatório apesar de muito próxima ao limite no que diz respeito à emissão do material particulado.

Palavras-chave: Química. Emissões Gasosas. Qualidade do Ar.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como objetivos mostrar a importância de realizar o monitoramento de gases emitidos na atmosfera pelos processos industriais e a necessidade de conhecer a composição química do que está sendo emitido no âmbito ambiental.

A escolha deste tema se deu pelas grandes catástrofes naturais causadas pela influência humana no meio ambiente, com severos impactos ambientais que podem ser observados pela comunidade, setor industrial e principalmente, pelo

ecossistema que vem sendo cada vez mais prejudicado pelo mau uso do bem natural.

A qualidade do ar está cada vez mais comprometida pela poluição atmosférica causada pelos poluentes que estão intimamente ligados ao desenvolvimento humano. O controle da poluição do ar visa à preservação da saúde, bem-estar do homem, das plantas e dos animais, tanto nos dias atuais como no futuro. Essa preservação pode ser realizada através do monitoramento ambiental que fornece subsídios importantes para que estratégias de controle ambiental sejam traçadas em prol de um bem comum.

O monitoramento ambiental se trata de um processo de acompanhamento contínuo de variáveis ambientais com coleta de dados, análises, identificação e avaliação qualitativa e quantitativa como ferramenta de controle que pode ser usada em diferentes atividades em um conjunto de observações e medições de ensaios ambientais que fazem parte do monitoramento.

Diante desta poluição é mencionado o problema deste projeto que se trata da reclamação de moradores no entorno de uma fábrica cimenteira e a quantidade de particulados na atmosfera do local.

Através do monitoramento e realização de amostragem ambiental e ensaios químicos pode-se determinar o quantitativo de particulados que são emitidos por uma determinada fonte poluidora.

A análise química dos efluentes atmosféricos fornece dados que permitem avaliar o impacto na qualidade do ar por uma ou mais fontes de poluição, possibilitando a avaliação dos efeitos na saúde humana, na flora e na fauna, dimensionando a sua intensidade para implementação de medidas de controle para estes impactos sobre a qualidade do ar.

O controle da poluição atmosférica, principalmente, nas grandes cidades ou centros industriais, torna-se necessário para garantir uma condição satisfatória da qualidade do ar. A identificação de equipamentos eficazes na retenção de poluentes e os acompanhamentos dos impactos em áreas do entorno das fontes geradoras tem sua contribuição para o bem estar da população.

Diante destes objetivos e das análises químicas realizadas é possível efetuar a comparação da concentração de material particulado oriundo de efluentes

atmosféricos gerados pelas chaminés pela indústria cimenteira com a legislação pertinente no município, estado ou no âmbito federal.

A pesquisa bibliográfica qualitativa / pesquisa documental foi utilizada para o embasamento teórico a ~~realização~~ deste estudo, com os documentos de alguns autores que abordaram sobre os poluentes, medidas de mitigação, legislações ambientais e metodologia de ensaio e amostragem.

Em se tratando da pesquisa quantitativa de dados foram utilizados dois ensaios químicos dos poluentes materiais particulados e óxidos de nitrogênio e os dados gerados a partir dos respectivos ensaios após a análise química realizada em laboratório.

2. RELAÇÃO ENTRE AS EMISSÕES GASOSAS DE UMA CIMENTEIRA E A QUALIDADE DO AR NO ENTORNO

Devido à grande convivência do ser humano com fontes de poluição, a saúde humana está ficando cada vez mais deteriorada. Para melhorar a convivência homem e o progresso é necessário ter critérios de controle da qualidade do ar para que exista o equilíbrio e o desenvolvimento possa ser sustentável.

Poluição atmosférica, segundo Macintyre (2008, p. 403) descreve que,

[...] na poluição atmosférica, além dos gases existentes obrigatoriamente, ainda encontram-se bactérias, particulados sendo de origem, animal, vegetal ou mineral, e gases também de origem vegetal e animal, podendo estes ser de odor desagradável ou não (MACINTYRE, Archibald Joseph, 2008, p. 403).

A Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990, p.342, dispõe em seu parágrafo único:

[...] Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:

I - impróprio nocivo ou ofensivo à saúde;

II - inconveniente ao bem-estar público;

III - danoso aos materiais, à fauna e flora;

IV - prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

(CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1990, p. 342).

Durante o processo de produção do cimento acontecem três situações distintas: uma fração dos poluentes é destruída, outra é incorporada ao processo produtivo enriquecendo o clínquer e uma última fração é dispersa juntamente com

as emissões atmosféricas, causando impactos à qualidade do ar no entorno da indústria. Como existe a degradação térmica, conseqüentemente, existem também as emissões de material particulado, CO₂, NO₂, SO₂, geradas por essa degradação. São essas emissões que causam a poluição atmosférica.

Portanto, ~~pode-se concluir que~~ a poluição atmosférica é resultado de processos industriais, comerciais e domésticos que alterem de alguma forma a qualidade do ar, podendo torná-lo prejudicial ao ecossistema como um todo, devido aos particulados de qualquer origem que vão se agregar à composição atmosférica original. Vários são os processos que resultam na poluição ambiental.

Assim que são inseridos na atmosfera, os poluentes passam pelo processo de dispersão, proporcionando uma diluição. Nesse momento, ao serem transportados pelos ventos, há formação de uma mistura turbulenta desencadeando uma série de reações químicas transformando os poluentes primários em secundários.

De acordo com Braga et al. (2009, p. 318) em Introdução à engenharia ambiental:

[...] material particulado é toda partícula seja de material sólido ou líquido que permanece em suspensão. Pode ser identificada como pólen, poeira, fuligem, partículas de óleo, entre outros. É originado por fenômenos naturais ou antrópicos (BRAGA, B. et al, 2009, p. 318).

Do ponto de vista químico, os poluentes atmosféricos pertencem a duas grandes classes: material particulado e compostos voláteis. O material particulado em si consiste em uma mistura de partículas de tamanhos variados, sólidas ou líquidas, suspensas no ar. Constituído de hidrocarbonetos e metais pesados, o material particulado é o poluente ambiental mais associado a danos à saúde humana.

Material particulado é o termo utilizado para uma mistura de partículas sólidas e gotas de líquidos encontrados na atmosfera. O material particulado pode ser dividido por intervalos de tamanho onde se tem maior concentração de partículas menores que 2,5 µm de diâmetro e partículas grossas, maiores que 2,5 µm.

O material particulado pode ser definido como sólidos em suspensão, com partículas de origem natural ou antropogênica, que podem ser classificadas como orgânicas e inorgânicas.

As partículas inorgânicas são compostas por vários elementos metálicos como (Al, Ca, Fe, Si, Ti, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn e outros) além de sulfatos, nitratos, amônia, aerossol carbonáceo e água.

Já as partículas orgânicas são produzidas por combustão, transformações químicas, processos fotoquímicos ou transformações físico-químicas que pode comprometer a qualidade de vida.

O material particulado é responsável por direcionar poluentes tóxicos para as partes mais sensíveis do aparelho respiratório, aumentando a incidência e a severidade de doenças respiratórias resultando em aumento da morbidade e/ou mortalidade por inúmeras doenças.

Os óxidos de nitrogênio, óxido nítrico (NO) e dióxido de nitrogênio (NO₂) são combinações de nitrogênio e oxigênio que se formam na câmara de combustão em razão da alta temperatura, nas emissões veiculares e também no processo das cimenteiras. O óxido nítrico também pode ser formado pela oxidação do nitrogênio presente no combustível fóssil, denominado de óxido nítrico do combustível. O calor gerado durante o processo de queima de qualquer material com o ar, em altas temperaturas, promove a reação do nitrogênio com o oxigênio, formando o NO e este reage na atmosfera formando o NO₂. Os óxidos de nitrogênio (NO_x) desempenham um papel importante na formação de ozônio, aldeídos e compostos nitrogenados.

O dióxido de nitrogênio é um gás de cor que varia do amarelo ao marrom, dependendo de sua concentração na atmosfera, tem cheiro forte e irritante e, devido à sua alta taxa de oxidação, é tóxico e corrosivo.

Além disso, em certas regiões a concentração de poluentes é maior do que em outras. Nas cidades grandes, por exemplo, os níveis de dispersão dos poluentes variam consideravelmente.

O monitoramento ambiental é uma ferramenta de controle que visa acompanhar dados ambientais contínuos para atestar ações de controle e mitigação ambiental propostas pelas empresas ou impostas pelos órgãos ambientais.

Dentro do monitoramento ambiental temos o monitoramento atmosférico especificamente que trata dos ensaios de material particulado e óxidos de nitrogênio.

O monitoramento atmosférico tem por objetivo, a proteção da saúde pública, visando os locais onde a população estaria mais exposta. O monitoramento verifica a existência de impactos ambientais dimensionando a sua extensão, avaliando as formas de mitigar estes impactos e se estes geram bons resultados, além disso, define técnicas para o seu controle.

A amostragem do Material particulado é realizada através de um coletor CIPA onde o gás proveniente da fonte poluidora é arrastado isocineticamente da fonte e coletado num filtro de fibra de vidro mantido a uma temperatura na faixa de $120 \pm 14^\circ \text{C}$, ou a uma outra temperatura conforme especificado por uma subparte aplicável dos padrões ou aprovado pelo Órgão Oficial, a U.S. Environmental Protection Agency, para uma determinada aplicação. A massa de particulado, que inclui qualquer material que condense acima da temperatura do filtro, é determinada gravimetricamente após a remoção de água em laboratório.

Já para a amostragem dos óxidos de nitrogênio uma amostra do gás é extraída da chaminé por um frasco sob vácuo contendo uma solução absorvente diluída de ácido sulfúrico-peróxido de hidrogênio. Os óxidos de nitrogênio, exceto o óxido nitroso, são medidos colorimetricamente pelo método do ácido fenoldissulfônico. A faixa de detecção do método é de 2 a 400 miligramas de NO (expresso como NO₂) por metro cúbico padrão, base seca.

A amostragem isocinética, conforme Carvalho Jr e Lacava (2003, p. 135),

[...] consiste na igualdade de velocidade no momento da coleta da amostra. É necessário que a velocidade em que o ar é aspirado pelo equipamento seja igual à velocidade de saída da chaminé para que dessa forma se torne representativa. Calculando-se a isocinética de forma equivocada a amostragem se torna comprometida (CARVALHO JR, J. A. de; LACAVA, 2003, p. 135).

A partir dessas amostragens obtém-se a amostra em si do material particulado e dos óxidos de nitrogênio que são encaminhados ao laboratório químico onde serão analisados.

O equipamento utilizado nas amostragens é conhecido como o Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos (CIPA), para que se obtenha uma amostra representativa do poluente suspenso em uma corrente gasosa, sem a separação mecânica do material particulado. A separação mecânica das partículas é evitada através da amostragem isocinética, obtida submetendo-se a amostra à mesma velocidade de saída dos gases na chaminé.

Segundo Carvalho Jr e Lacava (2003, p. 135), em Emissões em processos de combustão:

[...] para que se obtenham valores ideais de quantificação de material particulado, é necessária a utilização de equipamentos adequados e representatividade da amostragem. (CARVALHO JR, J. A. de; LACAVA, 2003, p. 135).

A periodicidade de coleta de ambos os ensaios vai depender do tipo de processo pelo qual a empresa estará passando. O monitoramento pode ser feito pontualmente quando se trata de uma medida de mitigação ou para avaliar a eficiência de um determinado equipamento que tenha sido trocado ou substituído por outro de melhor eficiência. A periodicidade também pode ser estipulada pelo órgão ambiental do estado, que de acordo com o tipo de fonte, empreendimento e local, irá determinar através de uma condicionante os ensaios a serem realizados, bem como a periodicidade.

A legislação utilizada para comparação dos resultados analíticos foi a DN187/2013 que estabelece condições e limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Esta legislação é a utilizada dentro do estado de Minas Gerais, mesmo estado do empreendimento avaliado.

A empresa monitorada neste artigo utiliza como medida de controle o eletrofiltro, onde seu princípio de funcionamento se baseia na força elétrica como principal mecanismo de coleta das partículas. Resume-se em um processo físico no qual uma partícula contida num fluxo gasoso é carregada eletricamente e, sob influência de um corpo elétrico, é separada da corrente gasosa. Este equipamento tem a função de diminuir a quantidade de poluente emitida na atmosfera.

3. METODOLOGIA

Os levantamentos das metodologias de análise utilizados foram feitos através dos arquivos da empresa Ecoar que realiza este tipo de amostragem e ensaio para monitoramentos ambientais.

Junto a este acervo também foram encontrados alguns livros sobre o assunto dos quais foram feitas algumas citações durante o desenvolvimento da pesquisa documental.

No que diz respeito à análise quantitativa segue nos próximos tópicos a descrição dos procedimentos utilizados em laboratório para execução dos ensaios químicos.

3.1 MATERIAL PARTICULADO

A análise química do material particulado se dá pela técnica gravimétrica, onde o material coletado, filtro + lavagem de sonda, passam por um processo de secagem utilizando acetona para limpeza e bastonação, dessecagem e pesagem, obtendo-se enfim uma massa final. Essa massa juntamente com os dados de amostragem que levam em consideração o volume e a vazão do gás amostrado são calculado gerando ao final um resultado de concentração de material particulado em mg/Nm³.

A metodologia utilizada se baseia na ABNT NBR 12019:1990 - Efluentes Gasosos em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Material Particulado conforme descrição abaixo:

3.1.1 EQUIPAMENTOS, VIDRARIAS E INSUMOS

3.1.1.1 Pissete de vidro shott

3.1.1.2 Béquer

3.1.1.3 Vidro de relógio

3.1.1.4 Bastão de vidro

3.1.2 REAGENTES

3.1.2.1 Filtros de fibra de vidro, com 102 mm de Ø, livres de compostos orgânicos, apresentando pelo menos 99,95 % de eficiência na retenção de partículas de até 0,3 µm.

3.1.2.2 Sílica-gel com indicador de umidade e granulometria de 1,00 a 3,4 mm.

3.1.2.3 Acetona C₃H₆O.

3.1.3 RECUPERAÇÃO E MANUSEIO DA AMOSTRA

3.1.3.1 Desmontar o porta-filtro e remover o filtro para um recipiente limpo e identificado. Utilizar um pincel para a recuperação do material particulado depositado na entrada do porta filtro, tela e aros de teflon e borrachas de silicone.

3.1.3.2 Retirar o teflon das entradas da sonda e extensão e limpá-las.

3.1.3.3 Utilizando uma escova de nylon de cabo de aço inox ou outro material inerte e Acetona C_3H_6O remover todo o material depositado no interior da sonda, boquilha e extensão recolhendo a solução de lavagem em um frasco de boca larga limpo e identificado de forma apropriada.

3.1.3.4 Lavar a sonda e extensão até que nenhum material seja percebido visualmente. Registrar o volume total da mistura utilizada para determinação da prova em branco.

3.1.4 ANÁLISE DA AMOSTRA

3.1.4.1 Colocar o vidro de relógio que contém o filtro em um dessecador por 24hrs.

3.1.4.2 Pesá-los com precisão de 0,1mg, a cada intervalo de 6 horas até que a diferença entre as duas pesagens consecutivas seja igual ou inferior a 0,5mg.

3.1.4.3 Colocar o recipiente com a lavagem de sonda em um sistema de aquecimento e evaporar até quase secura, efetuando a secagem final em estufa a $105^{\circ}C$.

3.1.4.4 Dessecar por 24hrs e pesar com aproximação de 0,1mg, anotando a massa somente quando a diferença entre as duas pesagens consecutivas seja igual ou inferior a 0,5mg.

3.1.4.5 Anotar todos os dados em um formulário e efetuar o cálculo das massas obtidas.

3.2 ÓXIDOS DE NITROGÊNIO

Em relação à análise dos óxidos de nitrogênio se dá pela técnica colorimétrica, onde o gás recolhido em uma solução absorvente de peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico é submetido a processos de secagem, bastonação com ácido fenoldissulfônico e desenvolvimento de cor utilizando hidróxido de amônio, ao qual será lido em espectrofotômetro. Essa leitura juntamente com os dados de amostragem que levam em consideração o volume e a vazão do gás amostrado são

calculado gerando ao final um resultado de concentração de óxidos de nitrogênio em mg/Nm³.

A metodologia utilizada se baseia na CETESB L9.229:1992 - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Óxidos de Nitrogênio conforme descrição abaixo:

3.2.1 EQUIPAMENTOS, VIDRARIAS E INSUMOS

3.2.1.1 Sonda de material compatível com a corrosividade e temperatura do meio.

3.2.1.2 Balão de vidro borossilicato (frasco de coleta) com volume aproximado de 2 litros, com gargalo curto e abertura cônica de 24/40 e protegido contra a quebra e implosão.

3.2.1.3 Registro com orifício em "T" (válvula do balão) conectado a uma junção cônica 24/40.

3.2.1.4 Termômetro capaz de medir temperatura de -5 a 50 °C com menor divisão de 1° C.

3.2.1.5 Tubulação capaz de suportar um vácuo de 10000 Pa (75 mmHg) de pressão absoluta (linha de vácuo).

3.2.1.6 Manômetro para diferencial de pressão de até 13.332.2 Pa (100 mmHg) e com divisões de 133.322 Pa (1 mmHg).

3.2.1.7 Bomba de vácuo capaz de produzir um vácuo de 10000 Pa (75 mmHg).

3.2.1.8 Conjunto ampola - vaso marriot-T, para a purga da linha.

3.2.1.9 Barômetro capaz de medir a pressão atmosférica com precisão de 266.6 Pa (2,0 mmHg).

3.2.1.10 Espectrofotômetro para uso a 405 nm (faixa de 10 a 400 µg).

3.2.1.11 Papel Tornassol

3.2.1.12 Pissete de polietileno.

3.2.1.13 pHmetro.

3.2.1.14 Funil de vidro.

3.2.1.15 Frascos à prova de vazamento.

3.2.1.16 Pipetas volumétricas de capacidades diversas.

3.2.1.17 Béqueres de 100 mL.

- 3.2.1.18 Banho-Maria ou chapa de aquecimento.
- 3.2.1.19 Balões volumétricos de 50, 100 e 1.000 mL.
- 3.2.1.20 Lã de vidro.
- 3.2.1.21 Pipeta graduada de 10 mL com divisões de 0,1 mL.
- 3.2.1.22 Papel de filtro faixa preta.

3.2.2 REAGENTES

3.2.2.1 Solução de Peróxido de Hidrogênio H_2O_2 3 % (Validade: 6 meses) - Diluir 50 mL de Peróxido de Hidrogênio H_2O_2 30%, a 500 mL com água osmosificada em balão volumétrico.

3.2.2.2 Solução Absorvente de NOX - Em um balão volumétrico de 500 mL, adicionar 1,4 mL de Ácido Sulfúrico H_2SO_4 PA e 3 mL de Peróxido de Hidrogênio H_2O_2 3 %. Agitar bem e avolumar com água osmosificada. Preparar essa solução semanalmente e proteger da luz direta e do calor.

3.2.2.3 Hidróxido de Sódio NaOH 1N (Validade: 12 meses) - Pesar 20 g de Hidróxido de Sódio NaOH PA, dissolver em béquer com água osmosificada e avolumar a 500 mL em balão volumétrico.

3.2.2.4 Solução de Ácido Fenoldissulfônico (Validade: 12 meses) - Em banho-maria, dissolver 25 g de Fenol PA 150 mL de Ácido Sulfúrico H_2SO_4 PA. Resfriar e adicionar 75 mL de Ácido Sulfúrico Fumegante H_2SO_4 e aquecer por 2 horas em banho-maria. Armazenar a solução em frasco escuro e bem fechado.

3.2.2.5 Hidróxido de Amônio NaOH PA.

3.2.2.6 Solução Padrão Estoque de Nitrato 1000 mg/L - Padrão de Check (Validade: 12 meses ou validade do reagente de origem) - Dissolver 2,198 g de Nitrato de Potássio KNO_3 PA, previamente seco no mínimo por duas horas a 105-110° C e resfriado em dessecador, em 500 mL de água osmosificada e avolumar para balão de 1000 mL.

3.2.2.7 Solução Padrão de NOx de 100 µg - Padrão de Check (Validade: 2 dias ou validade do reagente de origem) - Pipetar 10 mL de Padrão Estoque de Nitrato 1000 mg/L, para balão de 100 mL e avolumar com água osmosificada.

3.2.3 RECUPERAÇÃO E MANUSEIO DA AMOSTRA

3.2.3.1 Deixar o frasco de coleta em repouso durante 16 horas, no mínimo e então agitar o conteúdo por 2 minutos.

3.2.3.2 Conectar o frasco ao monômetro digital.

Nota: Alternativamente, poderá ser utilizado um manômetro em U com escala em mmHg ou mmH₂O.

3.2.3.3 Abrir o registro que liga o frasco ao manômetro digital e registrar a pressão, temperatura ambiente do frasco e também a pressão atmosférica.

3.2.3.4 Efetuar uma prova em branco, retirando uma alíquota de 25 mL da solução absorvente, antes da utilização, e enviar ao laboratório para análise, de acordo com a solicitação no plano de amostragem. Identificar cada frasco como NO_x.

3.2.3.5 Registrar os dados levantados em campo e de recuperação das amostras no formulário adequado.

3.2.4 ANÁLISE DA AMOSTRA

3.2.4.1 Transferir o conteúdo do frasco de polietileno para um balão volumétrico de 50 mL. Lavar o frasco com duas porções de 10 mL de água osmosificada, juntando as águas de lavagem ao balão. Antes da análise, adicionar solução de Hidróxido de Sódio NaOH 1N, gotejando na amostra, até pH entre 9 e 12.

3.2.4.2 Caso a amostra exceda o tempo exigido na recuperação, transferir o conteúdo do frasco de coleta a um frasco à prova de vazamento. Em seguida, enxaguar o mesmo, com duas porções de 5 mL de água osmosificada e adicionar as águas de lavagem ao frasco. Ajustar o pH da solução como indicado, utilizando papel tornassol e identificar o frasco. Após enviar ao laboratório.

3.2.4.3 Transferir a amostra para um balão volumétrico de 50 mL e completar o volume com água osmosificada.

3.2.4.4 Pipetar uma alíquota de 25 mL da amostra para um béquer de 100 ou 50 mL identificado.

3.2.4.5 Evaporar em banho-maria até a secura.

3.2.4.6 Resfriar e adicionar gota-gota 2 mL de Ácido Fenoldissulfônico ao resíduo seco e triturar com um bastão de vidro até a solução entrar em contato com todo o resíduo.

3.2.4.7 Adicionar 1 mL de água osmosificada e quatro gotas de ácido sulfúrico concentrado e aquecer a solução em banho-maria por 3 minutos agitando ocasionalmente.

3.2.4.8 Deixar esfriar a solução e adicionar 20 mL de água osmosificada. Misturar bem e adicionar hidróxido de amônio concentrado gota a gota com agitação constante até atingir pH igual a 10 (pela primeira cor amarela que persistir).

3.2.4.9 Transferir a solução para um balão volumétrico de 100 mL, lavar o béquer com água osmosificada, juntar essa água de lavagem ao balão volumétrico e completar o volume com água osmosificada.

3.2.4.10 Se a amostra contiver sólidos, filtrá-la em papel de filtro faixa preta antes de avolumá-la a 100 mL.

3.2.4.11 Fazer um ensaio em branco para cada lote de amostras pipetando 25 mL da solução absorvente utilizada na coleta em um béquer de 100 mL e tratar conforme amostras.

3.2.4.12 Analisar um Padrão de NO_x de 200 µg medindo 4 mL do Padrão Estoque de Nitrato 100 mg/L com micropipeta e transferir para um béquer de 100 mL. Adicionar ao béquer 25 mL de Solução Absorvente de NO_x e 10 mL de água osmosificada. Regular o pH com Hidróxido de Sódio NaOH 1N gota a gota até que o pH da solução esteja entre 9 a 12. Transferir para um balão volumétrico de 50 mL e completar o volume com água osmosificada. Esse padrão deverá ser preparado no dia de realização dos ensaios.

3.2.4.13 Efetuar a leitura em espectrofotômetro a 405 nm e cubeta de 10 mm, utilizando o branco para zerar o aparelho.

3.2.4.14 Se a amostra ultrapassar a massa de 400 µg de NO₂, diluir a amostra e o EB e repetir a leitura.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo veio tratar sobre a importância de se realizar o monitoramento dos gases emitidos na atmosfera por processos industriais.

Diante deste problema que assola várias comunidades foi feita uma análise documental do levantamento do assunto registrado por alguns autores, comparados a métodos analíticos e legislações ambientais vigentes e realizados ensaios de dois principais poluentes, o material particulado e os óxidos de nitrogênio.

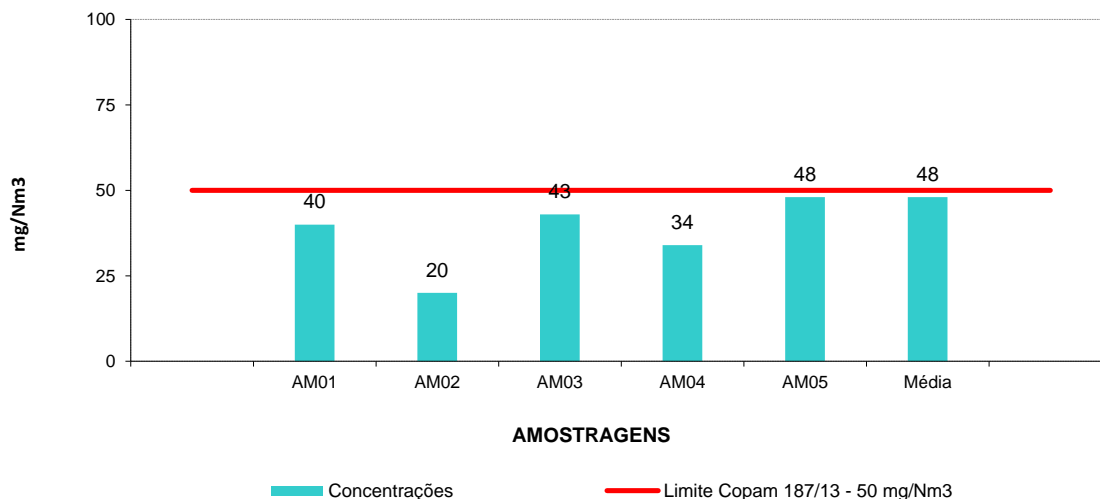
As tabelas e gráficos abaixo mostram os resultados da fonte amostrada comparados com a legislação.

TABELA 1 - Resultados de Material Particulado.

PARÂMETROS	UN.	DATAS / IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS				
		14/01/21	29/02/21	02/03/21	01/04/21	04/05/21
		AM01	AM02	AM03	AM04	AM05
HORÁRIO	h	09:48 às 11:52	12:41 às 14:43	14:50 às 16:53	09:54 às 11:56	10:20 às 11:50
TEMPERATURA	° C	129	122	121	113	95
UMIDADE	% Vol	2,91	5,37	5,97	10,53	4,43
VELOCIDADE	m/s	18,27	14,53	12,82	14,45	13,68
VAZÃO (condições da chaminé)	m ³ /h	528.913	420.764	371.062	418.355	396.113
VAZÃO (condições normais CNTP)	Nm ³ /h	322.558	254.632	223.734	244.152	259.017
ISOCINÉTICA	%	97	109	107	106	91
CONCENTRAÇÃO DE MP (O ₂ a 11%)	mg/Nm ³	40	20	43	34	48
TAXA DE EMISSÃO DE MP (O ₂ a 11%)	kg/h	14,639	4,763	8,376	8,594	13,195
DIÓXIDO DE CARBONO	%	9,8	15,0	14,3	12,8	9,3
OXIGÊNIO	%	10,4	12,3	10,0	14,6	11,1

Fonte: Ecoar (2021)

GRÁFICO 1 - Comparativo de resultados com a DN 187/2013 - Material Particulado (MP) corrigido a 11% de O₂



Fonte: Ecoar (2021)

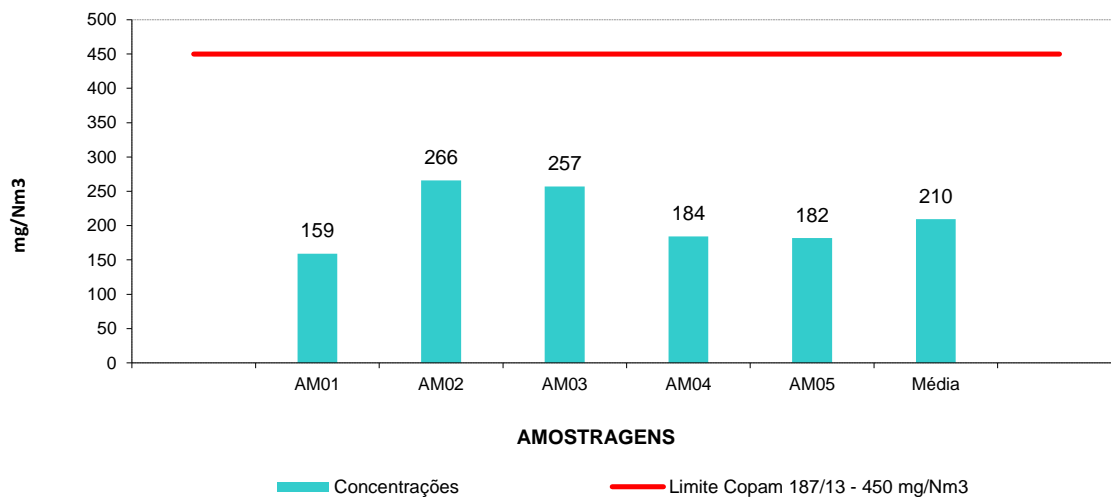
Conforme o gráfico 1 é possível constatar que o material particulado emitido por esta fonte é em média de 48 mg/Nm³, enquanto que o limite permitido na legislação é de 50 mg/Nm³. Pode-se dizer que, apesar de atender ao limite a emissão, está muito próximo, o que pode ser ultrapassada por qualquer mínima falha no processo, ou qualquer instabilidade ambiental.

TABELA 2 - Resultados de Óxidos de Nitrogênio

PARÂMETROS	UN.	DATAS / IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS				
		04/05/21	04/05/21	04/05/21	04/05/21	04/05/21
		AM01	AM02	AM03	AM04	AM05
HORÁRIO	h	13:30	13:32	13:35	13:36	13:38
CONCENTRAÇÃO NOx (O2 a 11%)	mg/Nm ³	159	266	257	184	182
TAXA DE EMISSÃO DE NOx (O2 a 11%)	kg/h	28,713	47,977	46,353	33,305	32,784

Fonte: Ecoar (2021)

GRÁFICO 2 - Comparativo de resultados com a DN 187/2013 - Óxidos de Nitrogênio (NO_x) corrigido a 11% de O₂.



Em relação aos óxidos de nitrogênio, o gráfico 2 mostra que a fonte emite em média de 210 mg/Nm³, enquanto que o limite permitido na legislação é de 450 mg/Nm³ o que dá uma margem bem alta para qualquer eventualidade que possa ocorrer.

O tratamento dos dados foi qualitativo a partir das análises dos documentos e quantitativo a partir das análises realizadas no efluente no qual, houve uma comparação correlacionando-os com a legislação pertinente, para atender os objetivos da pesquisa.

Em virtude dos dados obtidos nesta avaliação, possibilitou-se a comparação dos resultados com os padrões estabelecidos pela Resolução DN 187/2013 no âmbito estadual dos poluentes monitorados no entorno da cimenteira.

O objetivo do projeto era mostrar a importância de realizar o monitoramento de gases emitidos na atmosfera, sua composição e a qualidade do ar no entorno do empreendimento.

Os resultados mostram que o equipamento utilizado para a contenção dos poluentes, que neste caso trata-se de um eletrofiltro, apresentou grande eficácia em seu processo, no que diz respeito a manter os controles ambientais abaixo dos limites especificados pelas legislações pertinentes.

É importante ter em mente que a realização de um monitoramento ambiental pode indicar ~~vem mostrar~~ a necessidade ou não de adequação de um processo para que a comunidade em seu entorno possa ter qualidade de vida e não seja prejudicada pelo empreendimento, além de também contribuir para a mitigação dos impactos sobre o meio ambiente.

Além disso, também é necessário conhecer os tipos de poluentes que se encontram neste ambiente e sua concentração para avaliar o quanto este pode ser prejudicial.

É necessária a criação de projetos que visam controlar as emissões, levando em consideração seu custo benefício. Os benefícios do sistema de controle de poluição são dados pela eficiência de coleta do material e das consequências positivas desse controle.

Com base nas análises químicas realizadas no processo, sempre deve ser avaliado cada tipo de poluente, juntamente com o equipamento de controle que melhor atenda as suas necessidades de forma a mitigá-los ou minimizá-los a quantidade de poluentes emitidos de acordo com as legislações ambientais em vigor.

Não houve interferências durante o processo de elaboração deste projeto, havendo apenas algumas dificuldades durante o processo de amostragem e análises laboratoriais de costume em todo e qualquer processo, sendo o objetivo deste alcançado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9800/1987. Disponível em: <www.abnt.org.br/>.

_____. NBR 12019: Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias - Determinação de Material Particulado. Rio de Janeiro, 1990. 11 p.

_____. NBR 10700: Planejamento de Amostragem em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Rio de Janeiro, 1989. 7 p.

_____. NBR 10701 Determinação de pontos de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias. Rio de Janeiro, 1989. 8 p.

BRAGA, B. et al. Introdução á engenharia ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável. 2 ed. São Paulo. Pearson, 2009. 318 p.

CARVALHO JR, J. A. de; LACAVA, P. T. Emissões em processos de combustão. São Paulo: Ed UNESP, 2003 135p. DIAS, José Walderley Coêlho. Manual de Operação: Coletor Isocinético para Poluentes Atmosféricos. Rio de Janeiro: Energética, 1997 .

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em:
< <https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>>.

_____. L9.229 Dutos e chaminés de fontes estacionárias - determinação de óxidos de nitrogênio: método de ensaio

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental. DN Nº 187 DE 19/09/2013 de
<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=258656>> Acesso em: 14/08/2021.

ECOAR, Ecoar Monitoramento Ambiental LTDA. Relatório Técnico de Monitoramento Atmosférico 2021> Acesso em: 30/07/2021.

MACINTYRE, Archibald Joseph. Ventilação Industrial e Controle da Poluição. 2. ed. [reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 403p.