

**FACULDADE DOCTUM  
CENTRO DE ARQUITETURA E ENGENHARIAS**

**KAMILA STEFANIE DE OLIVEIRA FERREIRA**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DE CINCO  
LAVANDERIAS INDUSTRIAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO NEPOMUCENO  
(MG)**

**JUIZ DE FORA  
2019**

**KAMILA STEFANIE DE OLIVEIRA FERREIRA**  
**FACULDADE DOCTUM**  
**CENTRO DE ARQUITETURA E ENGENHARIAS**

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DE CINCO  
LAVANDERIAS INDUSTRIAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO NEPOMUCENO  
(MG)**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
Apresentado ao Curso de  
Engenharia Ambiental e Sanitária  
da Faculdade Doctum de Juiz de  
Fora, como requisito parcial á  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Ambiental e Sanitária.**

**Área de Concentração: Poluentes  
Atmosféricos.**

**Orientador: Prof. Dr. Christian  
Ricardo Ribeiro.**

**JUIZ DE FORA  
2019**

## TERMO DE APROVAÇÃO

## FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Inventário de emissões de poluentes atmosféricos de cinco lavanderias industriais do Município de São João Nepomuceno (MG), elaborado pelos alunos Kamila Stephanie de Oliveira Ferreira

foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, como requisito parcial da obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Juiz de Fora, 05 de dezembro de 2019.

Christian Ricardo Ribeiro

Professor Orientador

Felipe

Professor Avaliador 1

Mathias Jacobo Premosa

Professor Avaliador 2

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de estar cursando o ensino superior e exatamente o curso em que eu queria fazer.

Agradeço o apoio dos meus pais por me acompanhar nessa jornada de cinco anos de graduação, me dando todo suporte necessário para concluir essa caminhada.

Agradeço o Charles da Silva Alvim proprietário da empresa Nery Ambiental Ltda- ME, por me fornecer os relatórios de ensaio de poluentes atmosféricos para a realização do meu TCC.

Agradeço os meus amigos de faculdade por estarem no meu lado durante todo esse tempo.

Agradeço o apoio de todos os professores da Faculdade Doctum a respeito do incentivo para irmos além da graduação e por nos apoiar moralmente e intelectualmente.

Agradeço o professor Christian Ricardo Ribeiro por aceitar ser meu orientador de TCC além de me ajudar na escolha do tema do mesmo e também por me guiar para a realização da conclusão desse trabalho.

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas  
OMS - Organização Mundial da Saúde  
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
CIPA - Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos  
CO - Monóxido de carbono  
CO<sub>2</sub> - Dióxido de carbono  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental  
ESPs - Precipitadores eletrostáticos  
FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente  
FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais  
HC - Hidrocarbonetos  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
LME - limite máximo de emissão  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
MP - Material particulado  
NBR - Norma Brasileira  
NO - Óxido nítrico  
NO<sub>2</sub> - Dióxido de nitrogênio  
SO<sub>2</sub> - Dióxidos de enxofre  
SO<sub>x</sub> - Óxidos de enxofre  
U.S. EPA - United States Environmental Protection Agency

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valor de material particulado emitido através da caldeira a lenha utilizado nas cinco lavanderias industriais no ano de 2018.....	31
Gráfico 2: Comparativo das emissões de material particulado das lavanderias industriais com a Deliberação Normativa COPAM n.º 187, de 19 de setembro de 2013 .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão de derivados da madeira.....	20
Tabela 2: LME para processos de geração de calor a partir da combustão externa de derivados de madeira.....	21
Tabela 3: Caracterização das fontes emissoras.....	26
Tabela 4: Resumo do resultado e limite de emissão de material particulado para a indústria A .....	29
Tabela 5: Resumo do resultado e limite de emissão de material particulado para a indústria B .....	29
Tabela 6: Resumo do resultado e limite de emissão de material particulado para a indústria C .....	30
Tabela 7: Resumo do resultado e limite de emissão de material particulado para a indústria D .....	30
Tabela 8: Resumo do resultado e limite de emissão de material particulado para a indústria E .....	30
Tabela 9: Valores de emissões antes e depois de adotar o sistema de controle Precipitador Eletrotático (ESPs) .....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Equipamento Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos EQP- AC- 01 popularmente chamado de CIPA .....	25
Figura 2: Fonte emissora da indústria A.....	27
Figura 3: Fonte emissora da indústria B.....	27
Figura 4: Fonte emissora da indústria C .....	28
Figura 5: Fonte emissora da indústria D .....	28
Figura 6: Fonte emissora da indústria E.....	29

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Ação dos poluentes no meio ambiente.....	17
Quadro 2: Descrição sucinta das técnicas para controle das emissões para a atmosfera .....	23
Quadro 3: Indústrias que possuem ou não um sistema de controle de emissões de material particulado .....	32
Quadro 4: Tecnologias de controle para o material particulado .....	33

## RESUMO

A poluição atmosférica é, atualmente, um dos maiores problemas enfrentados pela sociedade, principalmente nos grandes centros urbanos. Por isso, é relevante o monitoramento e análise de emissões atmosféricas. Uma das formas de monitoramento são os inventários de emissões de poluentes atmosféricos, que em geral, constituem instrumentos estratégicos de gestão ambiental que estimam de forma quantitativa e qualitativa os problemas que podem ser desencadeados pelas emissões de poluentes atmosféricos. No presente estudo, tem como objetivo geral inventariar as emissões de cinco lavanderias industriais no município de São João Nepomuceno (MG). Através do inventário, foram analisados e comparados as emissões de material particulado por caldeiras a lenha no ano de 2018, com os valores máximos estabelecidos pela legislação vigente (Deliberação Normativa Copam n.º 187, de 19 de setembro de 2013). Após a análise e comparação dos valores de material particulado das cinco lavanderias industriais, todas apresentaram como resultado conformidade até mesmo as Indústrias que não possuem um sistema de controle de emissões. Ainda que as empresas desprovidas de sistemas de controle de material particulado estejam em conformidade, tem-se a necessidade de inserir medidas de controle, devido aos danos que as emissões desse poluente causam ao meio ambiente. Estudando a melhor medida de controle de material particulado, foi escolhido o Precipitador Eletrostático (ESPs), que depois de implantado haverá uma queda nos valores das emissões diminuindo assim os impactos ambientais negativos na sua saúde humana e no meio ambiente.

Palavras- chave: Inventário de emissões. Poluentes Atmosféricos. Material particulado.

## **ABSTRACT**

Air pollution is currently one of the biggest problems faced by society, especially in large urban centers. Therefore, it is relevant to the monitoring and analysis of atmospheric emissions. One of the forms of monitoring are the inventories of emissions of air pollutants, which in general are strategic environmental management instruments that estimate quantitatively and qualitatively the problems that can be triggered by the emissions of air pollutants. In the present study, it is aimed at inventorying emissions from five industrial laundries in the municipality of São João Nepomuceno (MG). Through the inventory, the emissions of particulate matter by wood boilers were analyzed and compared in 2018, with the maximum values established by current legislation (Deliberation Normative Copam N°. 187 of September 19th, 2013). After the analysis and comparison of particulate material values of the five industrial laundries, all presented as a result compliance even industries that do not have an emission control system. Although companies devoid of particulate material control systems comply, control measures are needed, due to the damage that emissions from this pollutant cause to the environment. Studying the best measure of control of particulate matter, the Electrostatic Precipitator (ESPs) was chosen, which after being implanted there will be a drop in emissions values thus reducing negative environmental impacts on their human health and the environment Environment.

Keywords: Inventory of emissions. Air pollutants. Particulate matter.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Objetivo Geral.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2. Objetivos Específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1. Poluição atmosférica .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2. Monitoramento e controle da poluição atmosférica .....</b>	<b>18</b>
<b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>24</b>
<b>5.1. Descrição e análise da adequação legal das emissões de poluentes atmosféricos.....</b>	<b>26</b>
<b>5.2 Proposição de sistemas de controle de emissões de material particulado .....</b>	<b>32</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica é, atualmente, um dos maiores problemas enfrentados pela sociedade, principalmente nos grandes centros urbanos. Todos os tipos de emissões, sendo por fontes fixas ou móveis, causam danos à saúde humana e ao meio ambiente (MARTINS, 2001). O desenvolvimento dos grandes centros urbanos e a intensificação das atividades industriais acarretaram o aumento das emissões de poluentes atmosféricos. Portanto, o ar que respiramos vem perdendo gradativamente a qualidade podendo afetar a saúde humana.

A poluição do ar interfere também no comportamento da radiação solar, Camadas densas de poluentes se acumulam na atmosfera, próximo à superfície, formando uma grande neblina de fumaça, fenômeno este que é conhecido como *smog*, prejudicando a visibilidade e a claridade em alguns ambientes. Além disso, é responsável por causar a chuva ácida, o aumento de gases de efeito estufa, entre outros efeitos (AYOADE, 2002).

Segundo o mais recente relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS), publicado em maio de 2018, cerca de sete milhões de pessoas no mundo são mortas, em um ano, devido ao contato com as emissões de poluentes atmosféricos, que, por sua vez, podem causar problemas cardíacos, respiratórios, pulmonares e até o câncer.

São inúmeros os danos causados pela ocorrência de poluentes no ar, que afetam não só a saúde humana, mas trazem prejuízos para o meio ambiente, vegetação e animais e também podem prejudicar os materiais, como no caso da chuva ácida, que é causada por esse tipo de poluição e prejudica construções e monumentos históricos, causando a corrosão (BRAGA *et al.*, 2002).

Por isso, é necessário o monitoramento e a análise de emissões atmosféricas, sendo possível estimar, em um determinado espaço de tempo, a qualidade e o nível de poluentes atmosféricos lançados em determinada região, realizar estudos de modelos de dispersão e controlar os níveis de emissão com referência aos padrões estabelecidos (PIRES, 2005).

É relevante para a sociedade o estudo do tema da poluição do ar, a fim de a mesma ter a possibilidade de discernir os malefícios que o ar poluído causa nos organismos e no ambiente. Através do conhecimento sobre o assunto, pode-se tomar medidas para a redução das emissões de poluentes atmosféricos, tais como: diminuir

o uso de veículos automotores para a locomoção, consumir produtos locais para a evitar o excesso de queima de combustível, entre outras.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo inventariar as emissões de poluentes atmosféricos de cinco empreendimentos do setor de lavanderias industriais de São João Nepomuceno (MG), que constitui uma atividade econômica relevante para este município. O município está localizado na mesorregião Zona da Mata mineira e ocupa uma área de 47,9 km<sup>2</sup>. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2018 a população estimada no Município de São João Nepomuceno era de 26.272 habitantes<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sao-joao-nepomuceno/panorama>>. Acesso em: 26 mai. 2019.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Inventariar as emissões de poluentes atmosféricos de cinco lavanderias industriais localizadas no Município de São João Nepomuceno (MG).

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Descrever as emissões de poluentes atmosféricos das cinco lavandeiras industriais a partir de dados amostrais obtidos pelo monitoramento das fontes emissoras no ano de 2018.
- Comparar as emissões de poluentes atmosféricos das cinco lavandeiras industriais com os limites máximos de emissões de poluentes atmosféricos estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM n.º 187, de 19 de setembro de 2013.
- Propor medidas de controle de emissões para os poluentes atmosféricos para as lavanderias que não possuem um sistema de controle de emissões.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Poluição atmosférica

De acordo com a Resolução Conama n.º 3, de 28 de junho de 1990, em seu Artigo 1.º, parágrafo único, poluente atmosférico pode ser definido como “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 impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais; à fauna a flora; prejudicial à segurança, ao gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”.

A poluição do ar é a inserção na atmosfera de quaisquer substâncias diversas da sua constituição natural, sendo essas sólidas ou líquidas, como monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarbonetos (HC), óxido de nítrico (NO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), entre outros (AYOADE, 2002). Prezotti e Tresmondi (2006) ressaltam que a poluição atmosférica é uma consequência das emissões de componentes tóxicos na atmosfera e material particulado, causando impactos negativos no ambiente.

As fontes de poluentes atmosféricos recebem o enquadramento segundo a sua origem em duas categorias: natural e artificial. Como exemplos de fonte de poluentes atmosféricos naturais, temos as cinzas e gases das emissões vulcânicas, grãos de pólen, os incêndios florestais, gás metano emitido pelo sistema digestivo de animais ruminantes, aerossóis dos oceanos, bactérias, entre outros.

Já as emissões por fontes artificiais ocorrem através das atividades antropogênicas, como as emissões de compostos de enxofre, nitrogênio, metais, poeira, compostos orgânicos voláteis decorrentes de processos industriais, queima de combustíveis fósseis e não fósseis, entre outros (KAWASHIMA, 2015).

As fontes de poluentes atmosféricos podem ser classificadas em fontes fixas ou estacionárias e em fontes móveis. De acordo com Ministério do Meio Ambiente-MMA (2011), as fontes fixas podem ser definidas como as que ocupam uma área relativamente limitada, permitindo uma avaliação de forma direta na fonte. As fontes classificadas como fixas referem-se às atividades da indústria de transformação, mineração e produção de energia através de usinas termelétricas.

As fontes móveis se caracterizam por não apresentarem um comportamento espacial fixo, estando distribuídas de acordo com a movimentação da fonte emissora. A emissão de fontes móveis se dá pelos meios de transporte, tal como automóveis, aviões, trens e navios (FEAM, 2017).

As substâncias tóxicas, quando desprendidas na atmosfera, tanto em forma gasosa ou em finas partículas, podem produzir, de forma individual, efeitos específicos sobre o organismo, que vão desde bronquites (moléstias crônicas) até doenças graves e até mortais (BRANCO E MURGEL, 2010).

O Quadro 1 apresenta os principais poluentes atmosféricos, com suas características gerais, fontes de emissão e efeitos sobre o meio ambiente.

**Quadro 1: Ação dos poluentes no meio ambiente**

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Partículas Inaláveis (MP <sub>10</sub> ) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho <10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 100 micra.	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO <sub>3</sub> , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.

Fonte: Cetesb (2010).

Durante todas as etapas do processo produtivo das lavanderias industriais são gerados alguns aspectos ambientais significativos. Alguns desses aspectos são: os efluentes líquidos, efluentes atmosféricos, resíduos sólidos contaminados (EPIs e lâmpadas), resíduos sólidos não contaminados (plásticos, papelões, etc.) e cinzas da caldeira, que sem um sistema de monitoramento eficaz causam impactos negativos no ambiente (FIEMG/FEAM, 2019).

A ausência de tratamento adequado para os lançamentos dos efluentes líquidos gerados pelas lavanderias industriais pode causar diversos danos aos recursos hídricos, levando à contaminação das águas superficiais e à consequente morte de vários animais e plantas. A contaminação dos recursos hídricos pela atividade de lavanderias pode dificultar ainda o abastecimento de água para a população, irrigação de hortaliças, processamento de alimentos, além de causar a poluição do ar através da queima de biomassa pelas caldeiras (FÉLIX *et al.*, 2017 *apud* BARCELOS, 2005).

### **3.2. Monitoramento e controle da poluição atmosférica**

O monitoramento de emissões de poluentes atmosféricos está ligado com a quantidade e a qualidade de certos parâmetros definidos através da legislação ambiental ou de critérios operacionais (AMBIENTE BRASIL, 2019).

Uma das formas de monitoramento de emissões de poluentes atmosféricos são os inventários de emissões de poluentes atmosféricos, que, em geral, constituem instrumentos estratégicos de gestão ambiental que estimam, de forma específica, as emissões em uma dada área geográfica e em um dado período de tempo, subsidiando, assim, a adoção de medidas de intervenção (MMA, 2011).

O inventário de emissões é o estudo das fontes estacionárias, buscando mensurar a quantidade e a qualidade de todos os componentes que estão sendo lançados da atmosfera, além de localizá-los e identificá-los. Quando o assunto é gerenciamento de qualidade do ar, o inventário de emissões se torna fundamental, pois através dele pode-se aplicar programas de controle de emissões e estratégias de mitigação das mesmas (U.S. EPA, 1994).

Na dissertação de Kawashima (2015) foram inventariadas e especializadas as emissões provenientes das principais fontes fixas de poluentes atmosféricos do Brasil, dentre elas: indústria de cimento, indústria de papel e celulose e termoelétricas. Para

a realização do inventário foram solicitadas informações através de ofício para as empresas inventariadas e também para os órgãos ambientais contendo: os tipos de poluentes emitidos, informações sobre a fonte emissora tais como altura da chaminé, vazão de lançamento, diâmetro do duto ou chaminé, etc.

Para realizar os cálculos de fatores de emissão tomam como base os valores limites propostos pela AP-42 da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos-USEPA e também outros fatores de emissão identificados na literatura incluídos de forma comparativa que serviram de parâmetros para avaliação da faixa de incerteza associada às emissões (KAWASHIMA, 2015).

De acordo Oliveira (2014), o material particulado é um dos principais problemas associados à produção do ferro e aço pelas atividades siderúrgicas. O autor realizou um inventário de emissões de poluentes atmosféricos nas unidades de uma indústria siderúrgica localizada na cidade do Rio de Janeiro, comparando os valores encontrados com os limites estabelecidos pela legislação vigente (Resolução CONAMA n.º 3 de 1990).

Para o desenvolvimento da aplicação de um inventário de emissões de poluentes atmosféricos é comumente utilizada a metodologia recomendada pela agência ambiental americana (EPA), que se constitui de cinco etapas: planejamento do inventário, procedimentos para a estimativa das emissões, coleção de dados (compilação de dados), documentação e apresentação e, por fim, controle de qualidade e a garantia da qualidade (PIRES, 2005).

A FEAM (2003) realizou um estudo para implantar uma rede otimizada de monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Através desse estudo constatou-se a necessidade de se realizar um criterioso inventário das fontes emissoras, considerando os poluentes emitidos por diversas fontes como: chaminés, jateamento de granalha, dessulfurador, entre outros. Para a determinação da taxa de emissão de poluentes atmosféricos foram utilizadas medições históricas disponíveis, fatores e modelos de emissão recomendados pela U.S. Environmental Protection Agency (U.S.EPA).

O Inventário de Emissões Atmosféricas da Região de Lisboa e Vale do Tejo atribuiu a importância às fontes poluidoras com maiores relevâncias: fontes fixas e fontes lineares dos transportes rodoviários. As emissões destas fontes foram

precisamente calculadas e localizadas segundo um procedimento *bottom-up*<sup>2</sup> (ALMEIDA, *et al.*,2001).

No Brasil, a Resolução Conama n.º 8, de 06 de dezembro de 1990, estabelece os limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão externa de fontes fixas de poluição. No seu artigo 1º, parágrafo 3º, define-se o processo de combustão externa em fontes fixas como toda queima de substâncias combustíveis realizada nos seguintes equipamentos: caldeiras; geradores de vapor; centrais para a geração de energia elétrica; fornos; fornalhas; estufas e secadores para a geração de energia elétricas; estufas e gaseificadores.

A Resolução Conama n.º 382, de 26 de dezembro de 2006 estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. A resolução estabelece, em seu Artigo 4º, que a verificação do atendimento aos limites de emissão deverá ser efetuada conforme métodos de amostragem e análise especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas e aceitas pelo órgão ambiental licenciador.

A Tabela 1 apresenta os limites de emissão provenientes de fonte de emissão (caldeira) a partir de derivados de madeira. Tendo como os poluentes material particulado (MP) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>).

**Tabela 1: limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão de derivados da madeira**

<b>Potência Térmica Nominal (MW)</b>	<b>MP<sup>(1)</sup></b>	<b>NO<sub>x</sub><sup>(1)</sup> (como NO<sub>2</sub>)</b>
Menor que 10	730	N.A.
Entre 10 e 30	520	650
Entre 30 e 70	260	650
Maior que 70	130	650

<sup>(1)</sup> Os resultados devem ser expressos na unidade de concentração mg/Nm<sup>3</sup>, em base seca e corrigidos a 8% de oxigênio.

N.A.- Não aplicável.

Fonte: Resolução Conama nº 382, de 26 de dezembro de 2006.

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://canaldoensino.com.br/blog/voce-sabe-o-que-sao-os-processos-de-top-down-e-bottom-up>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

A Deliberação Normativa Copam n.º 187, de 19 de setembro de 2013, estabelece, em seu Artigo 1.º, as condições e limites máximos de emissão (LME) de poluentes atmosféricos para fontes fixas, conforme a tabela 2:

**Tabela 2: LME para processos de geração de calor a partir da combustão externa de derivados de madeira**

PRAZO PARA ATENDIMENTO	POTÊNCIA TÉRMICA NOMINAL (P)	CONDIÇÕES E LME (mg/Nm <sup>3</sup> , base seca, a 8% de O <sub>2</sub> )		
		MP(3)	NO <sub>x</sub>	CO
Geradores de calor existentes (1)  NO <sub>x</sub> e CO- até 26/12/2018  MP-P≤70 MW, LME de 200 mg/Nm <sup>3</sup> em vigor desde 10/01/1987, conforme DN COPAM n.º 11, de 16/12/1986.	P≤0,5 MW	200	NA	7.800
	0,5 MW<P≤2MW	200	NA	3.900
	2 MW <P≤10MW	200	NA	3.250
	10 MW<P≤50,0 MW	200	650	NA
	P>50MW	200	650	NA

Fonte: Deliberação Normativa Copam n.º 187, de 19 de setembro de 2013.

Segundo CETESB (2014, p. 5), “a queima de derivados de madeira em caldeiras, ocorre tanto para obtenção de energia e calor como para aliviar possíveis problemas de eliminação de resíduo sólidos”. A principal preocupação de emissão de fontes que utilizam biomassa de derivados de madeira como combustível é o material particulado (MP). Essas emissões dependem principalmente da composição do derivado de madeira utilizado como combustível e do equipamento de controle de

emissões. Óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) também podem ser emitidos em quantidades significativas quando certos tipos de resíduos de madeira são queimados ou quando as condições de queima não são adequadas.

O poluente atmosférico material particulado (MP) se encontra em um conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças, e todo tipo de material no estado sólido e líquido que permanece suspenso na atmosfera devido ao seu pequeno tamanho. As principais fontes de emissão de Material Particulado para a atmosfera são: veículos automotores, queima de biomassa, processos industriais, entre outros (CETESB, 2019).

A importância de respirarmos um ar com composição adequada e saudável exige uma vigilância constante a respeito das interferências sofridas pela atmosfera. Essa vigilância e o controle correspondente são exercidos por meio de atividades que identificam e qualificam substâncias poluentes além de exigir a instalação e operação de equipamentos antipoluidores da fonte emissora (BRANCO E MURGEL, 2010).

Atualmente, os quatro dispositivos de controle de emissões atmosféricas mais comuns para reduzir a emissão de MP do uso de derivados de madeira são: lavadores de gases, precipitadores eletrostáticos (ESPs), coletores mecânicos e filtros de tecido (CETESB, 2014).

No Quadro 2 estão descritos os quatro dispositivos mais usados para controle de emissões de poluentes atmosféricos para caldeiras a lenha.

**Quadro 2: Descrição sucinta das técnicas para controle das emissões para a atmosfera**

Técnica ou Equipamento de Controle de Poluição	Poluente	Descrição Sucinta
Filtro de tecido	MP	Os filtros de mangas são feitos de tecido poroso ou feltro através do qual os gases são forçados a passar para que as partículas sejam removidas. A utilização de um filtro de mangas requer seleção de um material de filtração adequado às características dos gases residuais e à temperatura máxima de operação.
Lavador de gases	MP e SO <sub>x</sub>	Os compostos gasosos são dissolvidos num líquido adequado (água ou solução alcalina). Pode efetuar-se a remoção simultânea de compostos sólidos e gasosos. A jusante do lavador, os gases libertados são saturados com água e é necessária uma separação das gotículas antes de descarregar os gases libertados. O líquido resultante tem de ser tratado por um processo de águas residuais e a matéria insolúvel é recolhida por sedimentação ou filtração
Lavador de gases tipo venturi	MP e SO <sub>x</sub>	O Lavador tipo Venturi é concebido para utilizar a energia a partir do fluxo de entrada de gás para atomizar o líquido a ser usado para absorver e abater os poluentes. Um lavador venturi consiste em três seções: uma seção convergente, uma seção de garganta, e uma seção divergente. O fluxo de gás de entrada entra na seção convergente e, como a área diminui, a velocidade do gás aumenta (em conformidade com a equação de Bernoulli) A solução de lavagem é introduzida, quer na garganta, ou na entrada à seção convergente.
Precipitador eletrostático (ESP)	MP	Os precipitadores eletrostáticos funcionam de modo que as partículas são carregadas e separadas por influência de um campo elétrico. Podem funcionar numa gama variada de condições.

Fonte: Cetesb, 2014.

#### 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A primeira etapa de desenvolvimento deste trabalho, enquadrado como um estudo de caso, consistiu na realização de uma ampla revisão bibliográfica. A revisão incluiu livros, artigos científicos, dissertações, notícias jornalísticas, publicações em alguns órgãos ambientais e resoluções tratando de emissões de poluentes atmosféricos por fontes fixas.

A segunda etapa consistiu na análise documental, através de relatórios de ensaio em emissões de poluentes atmosféricas das cinco lavanderias industriais do ano de 2018, que foram disponibilizados pela empresa Nery Ambiental Ltda – ME, localizada no Município de Juiz de Fora (MG). Nos próximos capítulos as cinco lavanderias industriais serão nomeadas como Indústria A, Indústria B, Indústria C, Indústria D e Indústria E.

Para a realização da amostragem do material particulado nas caldeiras, a empresa Nery Ambiental Ltda- ME usa o equipamento Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos EQP- AC- 01, popularmente chamado de CIPA. Esse modelo é produzido pela Equipo Instrumentos de Medição de Qualidade do Ar, sendo empregado para amostragens de chaminés conforme o método 5 da US EPA (United States Environmental Protection Agency) e a norma ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 12019. O equipamento pode ser utilizado para amostragem de material particulado e outros poluentes como amônia gasosa, fluoretos, dióxido e trióxido de enxofre, ácido clorídrico, etc.

Na figura 1 apresenta o equipamento Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos EQP- AC- 01, CIPA.

**Figura 1: Equipamento Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos EQP-AC- 01 popularmente chamado de CIPA**



Fonte: Equipo Instrumentos de Medição, 2019.

Para determinar o valor das emissões do poluente atmosférico representado pelo material particulado, são realizadas inicialmente três coletas desse poluente. A concentração de material particulado é dada pela média das três coletas obtendo assim o resultado da emissão na unidade de  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ .

A terceira etapa do presente inventário contou com a análise dos dados nos relatórios de ensaio em emissões atmosféricas. Depois de realizada a análise, os resultados foram comparados com os valores máximos de emissões estabelecidos pela Deliberação Normativa Copam n.º 187, de 19 de setembro de 2013, a fim de verificar se o parâmetro material particulado, emitido pelas fontes de combustão externa (caldeiras), encontra-se em conformidade com os limites estabelecidos pela legislação vigente.

Para que o relatório esteja conforme é necessário que o parâmetro apresente como resultado o limite máximo de emissão de  $200 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ , independentemente do valor da potência térmica nominal da fonte emissora. Caso o relatório não esteja conforme, deve-se propor medidas corretivas para que nos próximos relatórios, apresente conformidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Descrição e análise da adequação legal das emissões de poluentes atmosféricos

As fontes de emissão de material particulado das cinco lavanderias industriais compreendem o sistema de combustão externa. Os gases e partículas exauridas seguem por uma tubulação até a entrada do sistema; em seguida são emitidos por meio de uma chaminé.

Destacar as características da fonte emissora é relevante, a fim de conhecê-la e também para subsidiar a adoção de medidas preventivas em caso de manutenção e até mesmo a troca do equipamento quando não apresenta a eficiência desejada.

Na Tabela 3 apresenta-se a caracterização das fontes emissoras das cinco lavanderias industriais, contendo o tipo de fonte, modelo, tipo de combustível, potência térmica, sistemas de controle de emissões e ano de fabricação.

**Tabela 3: Caracterização das fontes emissoras**

Empresas	Tipo de fonte	Modelo	Combustível	Potência Térmica	Sistemas de controle de emissões	Ano de fabricação
Indústria A	Caldeira à lenha	ATA 20/ H-3	Lenha	1,4 MW/h	Cata fuligem	1976
Indústria B	Caldeira à lenha	ATA- 15 LH-CAT B	Lenha	1,0 MW/h	Não possui	1987
Indústria C	Caldeira à lenha	RMGAH8	Lenha	0,2 MW/h	Não possui	2011
Indústria D	Caldeira à lenha	LHC- 3.2	Lenha	1,2 MW/h	Ciclone	2010
Indústria E	Caldeira à lenha	CVA-1L 3000	Lenha	2,23 MW/h	Cata fuligem/ filtro úmido	2007

Fonte: Nery Ambiental Ltda- ME, 2018.

As figuras 2, 3, 4, 5 e 6 são referentes às fontes emissoras das cinco lavanderias industriais inventariadas:

**Figura 2: Fonte emissora da indústria A**



Fonte: Nery Ambiental Ltda - ME, 2018.

**Figura 3: Fonte emissora da indústria B**



Fonte: Nery Ambiental Ltda - ME, 2018.

**Figura 4: Fonte emissora da indústria C**



Fonte: Nery Ambiental Ltda - ME, 2018.

**Figura 5: Fonte emissora da indústria D**



Fonte: Nery Ambiental Ltda - ME, 2018.

**Figura 6: Fonte emissora da indústria E**



Fonte: Nery Ambiental Ltda- ME, 2018.

**Tabela 4: Resumo do resultado e limite de emissão de material particulado para a indústria A**

COLETA	PARÂMETRO	RESULTADO	MÉDIA (mg/Nm <sup>3</sup> )	LIMITE DE EMIÇÃO (mg/Nm <sup>3</sup> )	CONFORMIDADE	REGULAMENTAÇÃO	VAZÕES DOS GASES (Q)
		(mg/Nm <sup>3</sup> )					(m <sup>3</sup> /h)
1	MP	88,58	65,78	200 mg/Nm <sup>3</sup> a 8 %O <sub>2</sub>	CONFORME	DN COPAM 187/2013	12,517
2	MP	47,48					14,217
3	MP	61,28					14,252

Fonte: Nery Ambiental Ltda- ME, 2018.

**Tabela 5: Resumo do resultado e limite de emissão de material particulado para a indústria B**

COLETA	PARÂMETRO	RESULTADO	MÉDIA (mg/Nm <sup>3</sup> )	LIMITE DE EMIÇÃO (mg/Nm <sup>3</sup> )	CONFORMIDADE	REGULAMENTAÇÃO	VAZÕES DOS GASES (Q)
		(mg/Nm <sup>3</sup> )					(m <sup>3</sup> /h)
1	MP	163,83	104,85	200 mg/Nm <sup>3</sup> a 8 %O <sub>2</sub>	CONFORME	DN COPAM 187/2013	3,152
2	MP	68,41					3,150
3	MP	82,30					3,152

Fonte: Nery Ambiental Ltda- ME, 2018.

**Tabela 6: Resumo do resultado e limite de emissão de material particulado para a indústria C**

COLETA	PARÂMETRO	RESULTADO	MÉDIA (mg/Nm <sup>3</sup> )	LIMITE DE EMIÇÃO (mg/Nm <sup>3</sup> )	CONFORMIDADE	REGULAMENTAÇÃO	VAZÕES DOS GASES (Q)
		(mg/Nm <sup>3</sup> )					(m <sup>3</sup> /h)
1	MP	109,77	130,71	200 mg/Nm <sup>3</sup> a 8 %O <sub>2</sub>	CONFORME	DN COPAM 187/2013	1,262
2	MP	151,65					1,165
3	MP	-					1,265

**Observações:**

A terceira amostra de Material Particulado foi desconsiderada por apresentar isocinética<sup>3</sup> e volume amostrado fora dos limites estabelecidos pela NBR 12.019/1990.

Fonte: Nery Ambiental Ltda- ME, 2018.

**Tabela 7: Resumo do resultado e limite de emissão de material particulado para a indústria D**

COLETA	PARÂMETRO	RESULTADO	MÉDIA (mg/Nm <sup>3</sup> )	LIMITE DE EMIÇÃO (mg/Nm <sup>3</sup> )	CONFORMIDADE	REGULAMENTAÇÃO	VAZÕES DOS GASES (Q)
		(mg/Nm <sup>3</sup> )					(m <sup>3</sup> /h)
1	MP	100,09	96,33	200 mg/Nm <sup>3</sup> a 8 % O <sub>2</sub>	CONFORME	DN COPAM 187/2013	4,674
2	MP	85,26					4,704
3	MP	103,65					4,725

Fonte: Nery Ambiental Ltda- ME, 2018.

**Tabela 8: Resumo do resultado e limite de emissão de material particulado para a indústria E**

COLETA	PARÂMETRO	RESULTADO	MÉDIA (mg/Nm <sup>3</sup> )	LIMITE DE EMIÇÃO (mg/Nm <sup>3</sup> )	CONFORMIDADE	REGULAMENTAÇÃO	VAZÕES DOS GASES (Q)
		(mg/Nm <sup>3</sup> )					(m <sup>3</sup> /h)
1	MP	116,95	98,18	200 mg/Nm <sup>3</sup> a 8 %O <sub>2</sub>	CONFORME	DN COPAM 187/2013	6,525
2	MP	67,41					5,963
3	MP	110,17					5,810

Fonte: Nery Ambiental Ltda- ME, 2018.

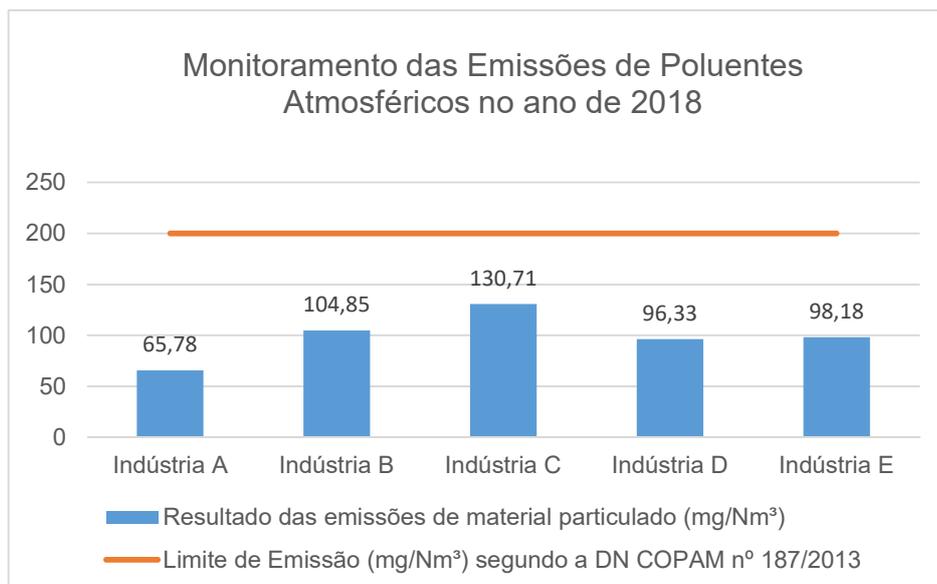
<sup>3</sup> Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=29875>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

Os resultados apresentados nas tabelas 4, 5, 6, 7 e 8 se referem à concentração de poluentes emitidos pela fonte analisada.

De acordo com as tabelas 4, 5, 6, 7 e 8 foram realizadas a média do resultado das três coletas para cada lavanderia industrial, a fim de se obter o valor da emissão de poluentes atmosféricos. Todas as cinco lavanderias industriais apresentaram resultados conformes à Deliberação Normativa Copam n.º 187, de 19 de setembro de 2013, apresentando como média a variação 65,78 a 130,71 mg/Nm<sup>3</sup>.

No gráfico 1 são apresentados os valores de material particulado emitido, comparado com os valores estabelecidos pela Deliberação Normativa Copam n.º 187, de 19 de setembro de 2013.

**Gráfico 1: Valor de material particulado emitido através da caldeira a lenha utilizado nas cinco lavanderias industriais no ano de 2018**



Fonte: Nery Ambiental Ltda- ME, 2018.

Todas as indústrias apresentaram conformidade em relação ao limite máximo de emissão de poluentes atmosféricos estabelecidos pela Deliberação Normativa Copam n.º 187, 19 de setembro de 2013 que é de 200 mg/Nm<sup>3</sup>.

## 5.2 Proposição de sistemas de controle de emissões de material particulado

Dentre as cinco lavanderias industriais, duas delas não possuem sistema de controle de emissões de material particulado, que são as indústrias B e C, como está descrito no quadro 3:

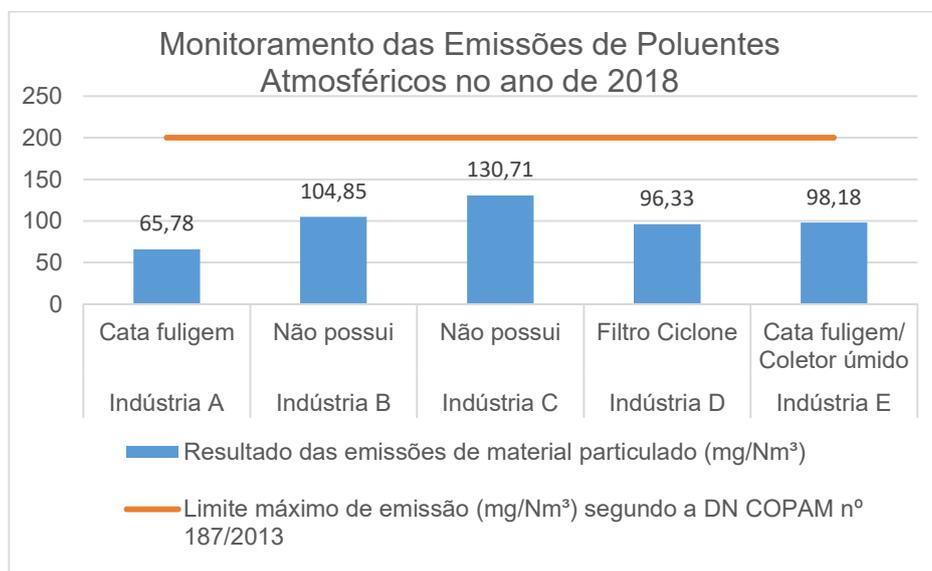
**Quadro 3: Indústrias que possuem ou não um sistema de controle de emissões de material particulado**

<b>Empresas</b>	<b>Sistema de controle de emissões</b>
Indústria A	Cata fuligem
Indústria B	Não Possui
Indústria C	Não Possui
Indústria D	Filtro Ciclone
Indústria E	Cata fuligem/ Coletor úmido

Fonte: Nery Ambiental Ltda - ME, 2018.

O gráfico 2 apresenta a comparação das emissões das cinco lavanderias industriais, que possuem ou não um sistema de controle de emissões de material particulado com os valores máximos de emissões estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM n.º 187, de 19 de setembro de 2013.

**Gráfico 2: Comparativo das emissões de material particulado das lavanderias industriais com a Deliberação Normativa COPAM n.º 187, de 19 de setembro de 2013**



Fonte: Nery Ambiental Ltda - ME, 2018.

Apesar dos valores de emissões das Indústrias B e C apresentarem conformidade quando comparados com os valores apresentados pela legislação vigente (DN COPAM nº 187/2013), verifica-se a necessidade de inserir medidas de controle de poluentes atmosféricos para esses empreendimentos, decorrente dos danos que as emissões de material particulado causam ao meio ambiente.

O Quadro 4 apresenta as vantagens e as desvantagens das tecnologias de controle de material particulado, a fim de escolher uma medida de controle de emissão para as indústrias B e C:

**Quadro 4: Tecnologias de controle para o material particulado**

<b>Separador</b>	<b>Coletor Ciclônico</b>	<b>Filtro Eletrostático</b>	<b>Filtro Mangas</b>	<b>Lavador Gás</b>
<b>Forças de separação</b>	<b>Centrífuga</b>	<b>Eletrostática</b>	<b>Interceptação direta</b>	<b>Inercial difusional</b>
<b>Vantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixo custo capital;</li> <li>- Opera em alta temperatura;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta eficiência;</li> <li>- Separação;</li> <li>- Baixo custo de operação;</li> <li>- Ampla faixa de temperatura;</li> <li>- Baixa queda de pressão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta eficiência;</li> <li>- Separa grande variedade de particulados;</li> <li>- Projeto modular;</li> <li>- Baixa queda de pressão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabalha com material inflamável, corrosivo e explosivo;</li> <li>- Absorção e remoção particulados no mesmo equipamento;</li> <li>- Variada eficiência;</li> <li>- Resfriamento de gases;</li> <li>- Neutraliza gases corrosivos;</li> </ul>
<b>Desvantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixa eficiência;</li> <li>- Alto custo de operação;</li> <li>- Queda de pressão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto custo capital;</li> <li>- Não controla emissões gasosas;</li> <li>- Pouco flexível;</li> <li>- Ocupa um grande espaço;</li> <li>- Depende da reatividade das cinzas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensível à gases corrosivos e alta temperatura;</li> <li>- Não opera em condições úmidas;</li> <li>- Ocupa grande espaço;</li> <li>- risco de fogo e explosão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrosão;</li> <li>- Poluição secundária de efluente líquido;</li> <li>- Contaminação de partículas (não recicláveis);</li> <li>- Alto consumo de energia</li> </ul>

Fonte: Oliveira (2014, p.71) apud Lora (2002).

Para o controle de partículas em caldeiras a lenha, os coletores mecânicos (multiciclone) são frequentemente empregados. Normalmente, são utilizados dois multiciclones em série, permitindo que o primeiro coletor remova a maior parte do pó e o segundo remova as partículas menores. A eficiência desse arranjo varia de 25 a 65%, considerada baixa para as atuais necessidades de controle de emissões.

Precipitadores Eletrostáticos (ESPs) são utilizados quando são requeridas eficiências de controle de particulado acima de 90%. Quando empregados à jusante de coletores mecânicos que removem partículas maiores, a eficiência de coleta de MP pode chegar a 99%.

Filtros de tecido apresentam alta eficiência para coleta de partículas, tipicamente maiores que 90%. Contudo, a desvantagem dos filtros de tecido é o perigo de incêndio decorrente das faíscas e cinzas volantes (CETESB, 2014).

Se for empregado o sistema de controle de emissões representado pelo Precipitador Eletrostático (ESPs) nas indústrias B e C, levando em consideração a eficiência de 90% que esse sistema oferece quando é empregado sozinho, os valores de emissões dos empreendimentos serão de:

**Tabela 9: Valores de emissões antes e depois de adotar o sistema de controle Precipitador Eletrostático (ESPs)**

Empresas	Emissões sem sistema de controle em (mg/Nm <sup>3</sup> )	Emissões com sistema de controle (ESPs) em (mg/Nm <sup>3</sup> )
Indústria B	104,85	7,49
Indústria C	130,71	13,07

Fonte: Nery Ambiental Ltda - ME, 2018.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade de lavanderias industriais no Município de São João Nepomuceno (MG) é relevante tanto em termos de geração de receitas quanto em termos de potencial poluidor. Desta forma, essa atividade contribui com emissões de material particulado e de outros poluentes que podem causar desde males para a respiração até tumores cancerígenos.

A descrição e a análise da adequação das emissões de material particulado das caldeiras a lenha das cinco lavanderias permite concluir que os valores das emissões apresentam conformidade quando comparados com os valores das emissões estabelecidos pela legislação vigente.

Apesar dos resultados de emissões das cinco lavanderias apresentarem conformidade, mesmo que as indústrias B e C não apresentem um sistema de controle de emissões de poluentes atmosféricos, verifica-se a necessidade de implantar medidas de controle para essas indústrias devido ao impactos negativos que as emissões podem causar ao meio ambiente.

Estudando a melhor medida de controle de emissões para as indústrias B e C, e considerando que os limites de emissões desses empreendimentos estão abaixo dos valores permitidos pela legislação vigente, o Precipitador Eletrostático (ESPs) seria a melhor opção de sistema de controle, pois quando empregado isoladamente possui uma eficiência de remoção de particulado de 90%, alta separação de partículas e baixa queda de pressão. Quando combinado com coletores mecânicos, essa eficiência de remoção de partículas aumenta para 99%.

As outras tecnologias apresentam desvantagens, tais como o risco de explosão, como é o caso dos filtros de tecido; a geração de efluentes líquidos, que é o caso dos lavadores de gases; e a necessidade de utilização em pares, como é o caso dos coletores multiciclones, que mesmo nessa condição apresenta uma baixa eficiência, chegando a um máximo de 60%.

Depois de implantar o sistema de controle, espera-se que haja uma queda expressiva nos valores das emissões de poluentes atmosféricos pelas lavanderias industriais, mitigando assim os impactos ambientais negativos na sua saúde humana e no meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. et al. **Inventário de emissões de poluentes atmosféricos da região de Lisboa e Vale do Tejo**. Disponível em: < [https://issuu.com/ccdr-lvt/docs/inventario\\_emissoes\\_atmosfericas\\_rlv](https://issuu.com/ccdr-lvt/docs/inventario_emissoes_atmosfericas_rlv)>. Acesso em: 15 set. 2019

AMBIENTE BRASIL. **Monitoramento de Poluentes Atmosféricos**. Disponível em: <[https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/monitoramento\\_de\\_poluentes\\_atmosfericos.html](https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/monitoramento_de_poluentes_atmosfericos.html)>. Acesso em: 01 set. 2019

AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. P. 286-320.

BARCELOS, Ricardo de T.; FERREIRA, Osmar M.. **Os impactos do lançamento dos efluentes das lavanderias no córrego Barro Preto do município de Trindade GO**. Artigo Técnico. Universidade Católica de Goiás. BELTRAME, Leocádia T. C. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/17434387-Os-impactos-do-lancamento-dos-efluentes-das-lavanderias-no-corrego-barro-preto-do-municipio-de-trindade-go.html> >. Acesso em: 01 ago. 2019

BRAGA, A. et al. Poluição atmosférica e seus efeitos na saúde humana. **Trabalho apresentado no evento de sustentabilidade na geração e uso de energia, UNICAMP**, v.18, 2002.

BRASIL. DELIBERAÇÃO NORMATIVA COPAM n.º 187, de 19 de setembro de 2013. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=29875>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA n.º 3, de 28 de junho de 1990. Publicada no DOU, de 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937-15939. Disponível em: <<http://mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2019.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA n.º 8, de 06 de dezembro de 1990. Publicada no DOU, de 28 de dezembro de 1990, Seção 1, página 25539. Disponível em: <<http://mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2019.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA n.º 382, de 26 de dezembro de 2006. Publicada no DOU n.º 1, de 2 de janeiro de 2007, Seção 1, páginas 131-137. Disponível em: <<http://mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2019.

CETESB. **Ministério do Meio Ambiente lança o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/blog/2014/06/23/ministerio-do-meio-ambiente-lanca-o-inventario-nacional-de-emissoes-atmosfericas/>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

CETESB. **Plano de Redução de Emissão por Fontes Estacionárias**. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2015/12/Guia-MTPD-Fontes-de-Combustão.pdf> > Acesso em: 01 set. 2019.

EQUIPO INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO. **Produtos, Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos**. Disponível em: <<https://www.equipo.ind.br/produtos/coletor-isocinetico-de-poluente-atmosfericos>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). **Determinação de Fatores de Emissão para Elaboração de Inventários Municipais de Fontes Móveis**. Disponível em: <<http://www.feam.br/qualidade-do-ar/relatorios-artigos-e-publicacoes>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). **Inventário de fontes emissoras de poluentes atmosféricos, estudo de dispersão atmosférica e projeto de rede otimizada de monitoramento atmosférico para a região metropolitana de Belo Horizonte eixo de Belo Horizonte – Contagem – Betim**. Disponível em: <<http://www.feam.br/images/stories/arquivos/RTC03002A.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2019.

FÉLIX, Robson; BRAGA, Igor. **Impactos Ambientais Causados pelo Setor Industrial de Confecções de Jaraguá – Goiás**. Disponível em: < [anais.unievangelica.edu.br/index.php/cifaeg/article/view/816](http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/cifaeg/article/view/816) >. Acesso em: 01 ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sao-joao-nepomuceno/panorama> >. Acesso em: 26 mai. 2019.

KAWASHIMA, Ana Beatriz. **Desenvolvimento de um Inventário de Emissões Atmosféricas por Fontes Fixas para o Brasil**. Londrina, 2015. Disponível em: < [http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/1389/1/LD\\_PPGEA\\_M\\_Kawashima%2c%20Ana%20Beatriz\\_2015.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/1389/1/LD_PPGEA_M_Kawashima%2c%20Ana%20Beatriz_2015.pdf) >. Acesso em: 18 abr. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Cidades Sustentáveis –Fontes Fixas**. Disponível em: < <http://mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/fontes-fixas> >. Acesso em: 02 abr. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Cidades Sustentáveis – Qualidade do ar**. Disponível em: <[www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar](http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar)>. Acesso em: 03 abr. 2019.

MARTINS, L. C. et al. Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, Vol.04, n. 3, p. 220-229. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1415790X2001000300008&lng=es&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1415790X2001000300008&lng=es&tlng=pt)>. Acesso em: 01 abr. 2019.

OLIVEIRA, André. **Inventário das Emissões Atmosféricas na Indústria Siderúrgica**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009328.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Nove em cada dez pessoas em todo o mundo respiram ar contaminado, 2 de maio de 2018**. Disponível em: <[www.who.int/es/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-talking-action](http://www.who.int/es/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-talking-action)>. Acesso em: 04 abr. 2019.

PIRES, D. O. **Inventário de Emissões Atmosférica de Fontes Estacionárias e sua Contribuição para a Poluição do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/index.php/pt/publicacoes/dissertacoes/2005/1105-inventario-de-emissoes-atmosfericas-de-fontes-estacionarias-e-sua-contribuicao-para-a-poluicao-do-ar-na-regiao-metropolitana-do-rio-de-janeiro>>. Acesso em 31 mar. 2019.

PREZOTTI, P.R.; TRESMONDI, A.C.C.L. **Inventário de Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis de uma Indústria Petroquímica: Tanques e Emissões Fugitivas**. Espírito Santo do Pinhal, v.3, n.2, p.058-072, jul/dez 2006. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=136&article=56&mode=pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

U.S. EPA- Environmental Protection Agency- **Emissoon Guidance Materials.Clearing house for Inventarion and Emission Factors**.Office o fair qualy planning and standards. EPA- 454, R-94-22. Research Triangle Park, N.C.1994.