

## **VI-170 – LEVANTAMENTO DE POTENCIAIS EMISSORES INDUSTRIAIS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA EM SANTA CATARINA**

**Kelvin Duenhas de Paulo<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

**Audrey Luiza Almeida Gonçalves<sup>(2)</sup>**

Graduanda de Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Mobilidade acadêmica na Universidade Federal de Santa Catarina (2017-2018).

**Nathan Campos Teixeira<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e mestrando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

**Fernando Henrique Rodella<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

**Leonardo Hoinaski<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental (UFSC). Doutor em Engenharia Ambiental (UFSC). Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Laboratório de Controle da Qualidade do Ar – LCQAr. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rua Delfino Conti - Trindade - Florianópolis - SC - CEP: 88.040-970 - Brasil – Telefone: (48) 3721 – 4993. Email: leonardo.hoinaski@ufsc.br

**Endereço<sup>(2)</sup>:** CEFET-MG, Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental - Avenida Amazonas, 5263 – Nova Suíssa - Belo Horizonte - MG - CEP: 30421-169 - Brasil - Tel: (31) 3243-4822 - E-mail: audreysag@gmail.com

### **RESUMO**

A primeira Revolução Industrial se mostrou como precursora das atividades industriais e, consequentemente, das emissões atmosféricas. Santa Catarina (SC) é o estado com o maior número de indústrias per capita. Em 1997, o estado representou 5,5% do PIB do Brasil. Apesar da grande representatividade econômica apresentada pelo setor, ainda é desconhecido o impacto causado por emissões industriais em SC. Para isso, o presente trabalho tem como objetivo realizar levantamento das potenciais fontes emissoras do estado de Santa Catarina. O levantamento é o ponto de partida para a elaboração do primeiro Inventário de Emissões Industriais de Santa Catarina. Este estudo contou com apoio do órgão estadual Instituto do Meio Ambiente (IMA) para catalogação das indústrias do estado e da CONSEMA 13/2012 para agrupar as indústrias, conforme seus tipos de atividades. Os resultados permitem fazer uma análise espacial da distribuição e tipologia das indústrias no território catarinense. Entre as indústrias com potencial elevado de impacto na qualidade do ar, destacam-se os portos como e os setores de fundições, galvanoplastia e metalúrgicas. Este último contabiliza 159 indústrias das 370 levantadas neste estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluição atmosférica, emissões industriais, gestão da qualidade do ar, CONSEMA 13/2012.

### **INTRODUÇÃO**

A qualidade do ar é diretamente influenciada pela distribuição e intensidade das emissões de poluentes atmosférico das mais variadas origens, seja ela, por processos naturais, ou antropogênicos como as de origens veiculares e industriais. As emissões veiculares desempenham um papel de destaque nos níveis de poluição do ar dos grandes centros urbanos, já as emissões industriais afetam de maneira significativa a qualidade do ar em regiões específicas (CETESB, 2018).

Em consequência da invenção dos motores a vapor, o início da ampla utilização de combustíveis fósseis como fonte de energia em processos produtivos, durante a primeira Revolução Industrial, se mostra como precursor das emissões industriais. O desenvolvimento econômico mundial baseado no aumento dos processos

produtivos implicou no aumento do número de implantação de indústrias de todas as categorias (KAMPA, 2007).

Com o passar dos anos, estes processos foram intensificados e otimizados, trazendo uma melhoria significativa da tecnologia utilizada nas atividades industriais e, conseqüentemente, uma redução de emissão atmosférica quando observada uma única indústria. Porém, apesar das melhorias tecnológicas, o resultado final não reduz as emissões como um todo, uma vez que o conjunto de indústrias tende a aumentar conforme os investimentos em novas indústrias aumentam em função do desenvolvimento regional (SANTOS et al., 2016).

Atualmente, passados quase três séculos desde o início da revolução industrial, a expansão do setor continua recorrente em vista da geração de produtos em curto período de tempo para atendimento da alta necessidade de consumo. Sendo uma das atividades de maior valor econômico, segundo a Companhia Ambiental de São Paulo, as atividades industriais juntamente com os veículos, são as fontes poluidoras de maior relevância no cenário nacional (CÂMARA et al, 2015).

No Brasil, Santa Catarina (SC) é o estado com o maior número de indústrias per capita, com 29 indústrias para cada 10.000 habitantes (IBGE, 2013). Além disso, vale salientar que em 1997, o setor industrial no estado já representava 5,5% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional segundo os dados das contas regionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em contrapartida aos 3,9% do ano de 1985 (MEC, 2015). Apesar da grande representatividade econômica apresentada pelo setor, ainda é desconhecido o impacto causado por emissões industriais na qualidade do ar em SC.

O controle da poluição do ar deve ser feito de forma planejada, sem que haja custos excessivos. Ao mesmo tempo, deve fornecer as informações relevantes, bem como medidas preventivas e de controle dos impactos. Assim, é necessário elaborar um sistema de gestão da qualidade do ar que subsidie decisões estratégicas feitas por órgãos ambientais e tomadores de decisões. Para elaborar um plano de gestão da qualidade do ar é essencial ter conhecimento da quantidade de poluentes emitida pelas fontes. Um inventário de fontes de emissão de poluição atmosférica constitui um dos instrumentos de planejamento mais úteis para a gestão da poluição do ar. Uma vez que fornece informações qualitativas e quantitativas das atividades poluidoras, dispõe sobre as características das fontes, localização, frequência, duração e outras contribuições relativas das emissões (ARTAXO et al., 2005; SHI et al., 2015).

Esse trabalho tem o propósito de realizar o levantamento dos potenciais emissores industriais em Santa Catarina, tendo em vista a tipologia e distribuição espacial. Além disso, é avaliado a disponibilidade de dados referentes às emissões atmosféricas industriais nos laudos protocolados no Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA).

## **OBJETIVO**

O presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento das potenciais fontes industriais emissoras de poluentes atmosféricos no estado de Santa Catarina.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A elaboração do presente estudo foi realizada com base na resolução CONSEMA 13/2012, a fim de embasar a classificação dos setores industriais presentes no estado de Santa Catarina. A referida resolução possibilita determinar o potencial de impacto na qualidade do ar por cada setor industrial. A partir da CONSEMA 13/2012, obteve-se uma listagem com os códigos de atividade para todas as indústrias em questão.

A partir da listagem dos códigos das atividades indústrias, foi realizado um levantamento dos empreendimentos licenciados pelo Instituto de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA) que atendessem os especificados códigos de atividade. Através disso, elaborou-se uma planilha com todas as informações das indústrias contabilizadas, estas foram agrupadas com códigos chamados ID de acordo com o tipo de atividade que exercem e também foram associadas em grupos conforme sua caracterização de monitoramento de emissão de gases.

Em relação a disponibilidade de dados referentes às emissões atmosféricas, as indústrias foram separadas em três conjuntos, sendo G1 o grupo de indústrias que não possuem nenhum tipo de laudo ou medição em chaminé, G2 como o grupo de indústrias que possuem medição em chaminé, porém não se mede as concentrações de poluentes e o G3 como o grupo das indústrias que possuem medições de emissão de poluentes em chaminé

Elaborou-se figuras georreferenciadas para entendimento da localização das indústrias de acordo com seu tipo de atividade, possibilitando, assim, inferir e entender a influência e impacto disso nas regionais do estado de Santa Catarina. Foi levado em conta que todas as indústrias são de alto potencial poluidor da qualidade do ar.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

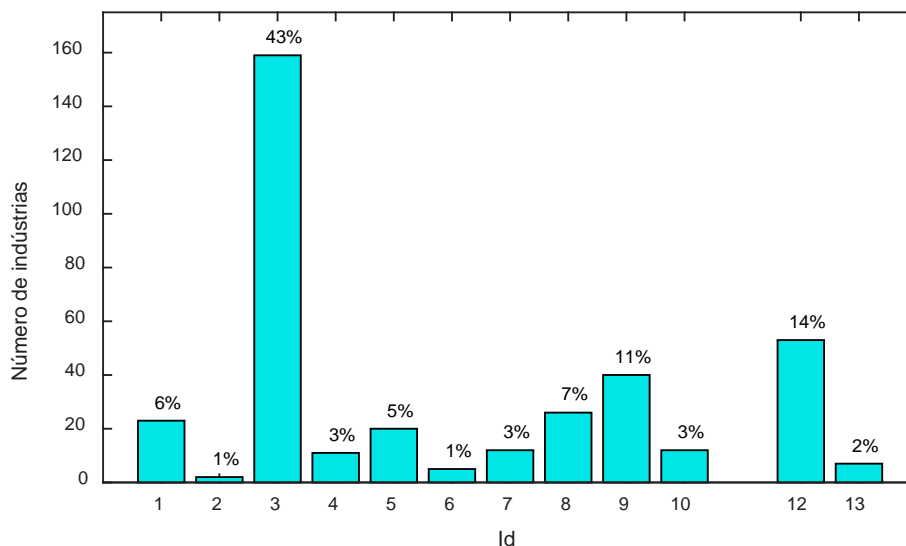
Através da CONSEMA 13/2012, foi possível realizar a quantificação de indústrias por setor conforme a Tabela 1. A interpretação dos tipos de atividades das respectivas indústrias determinou o enquadramento em determinado código de Id, podendo relacionar, assim, as diversas indústrias com códigos previstos na CONSEMA 13/2012.

**Tabela 1. Representatividade de Indústrias no Estado de SC.**

ID	Código CONSEMA 13/2012	Descrição da atividade	N. indústrias
1	10.40.20	Fabricação de material cerâmico esmaltado.	23
2	10.50.00	Fabricação de cimento	2
3	11.00.01, 11.00.02, 1.00.06, 11.00.09, 11.00.10, 11.10.00, 11.11.01, 11.11.02, 11.11.04, 11.11.05, 11.11.08, 11.11.09, 11.11.10, 11.11.12, 11.20.00 e 12.10.00	Fundições, galvanoplastia, metalúrgicas	159
4	13.10.00	Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores	11
5	14.30.00	Fabricação e ou montagem de veículos rodoviários, aeroviários e navais, peças e acessórios.	20
6	17.11.00	Fabricação de celulose.	5
7	20.10.00	Fabricação de produtos derivados do processamento do petróleo, de rochas oleígenas e do carvão mineral.	12
8	20.30.00	Fabricação de adubos, fertilizantes e corretivos de solo.	26
9	20.60.00	Fabricação de tintas, esmaltes, lacas, vernizes, impermeabilizantes, solventes e secantes.	40
10	20.70.00 e 20.70.10	Produção de óleos, gorduras e ceras vegetais e animais, em bruto, de óleos de essências vegetais	12
11	22.21.00	Refino do petróleo e produção de álcool por processamento de cana de açúcar e outros vegetais.	-
12	30.20.00	Usinas de produção de concreto asfáltico.	53
13	30.60.00	Fabricação de carvão vegetal, ativado e cardiff	7
<b>Total</b>			<b>370</b>

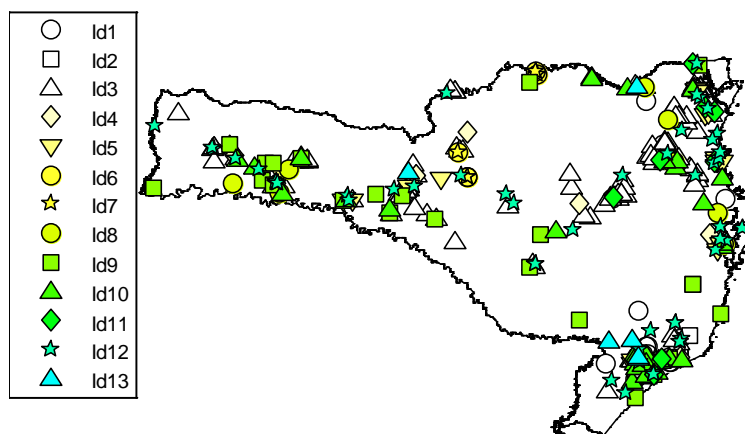
Tendo em vista essa quantificação de acordo com a Id das indústrias, foi possível verificar a proporção dos tipos de atividades em relação ao total, no qual pode-se notar a relevância das indústrias de Fundições, galvanoplastia, metalúrgicas (Id 3) em relação às demais, conforme a Figura 1. A segunda atividade mais preponderante no estado foi a de Id 12, relacionada às Usinas de produção de concreto asfáltico, e a terceira a de Id 9, relacionada à Fabricação de tintas, esmaltes, lacas, vernizes, impermeabilizantes, solventes e secantes. A Fabricação de adubos, corretivos e fertilizantes e Fabricação de material cerâmico esmaltado, também

possui um número significativo de indústria, conforme Figura 1. Não existem indústrias de Refino do petróleo e produção de álcool por processamento de cana de açúcar e outros vegetais listadas pelo IMA. Por isso, não houve contabilização para este tipo de atividade.



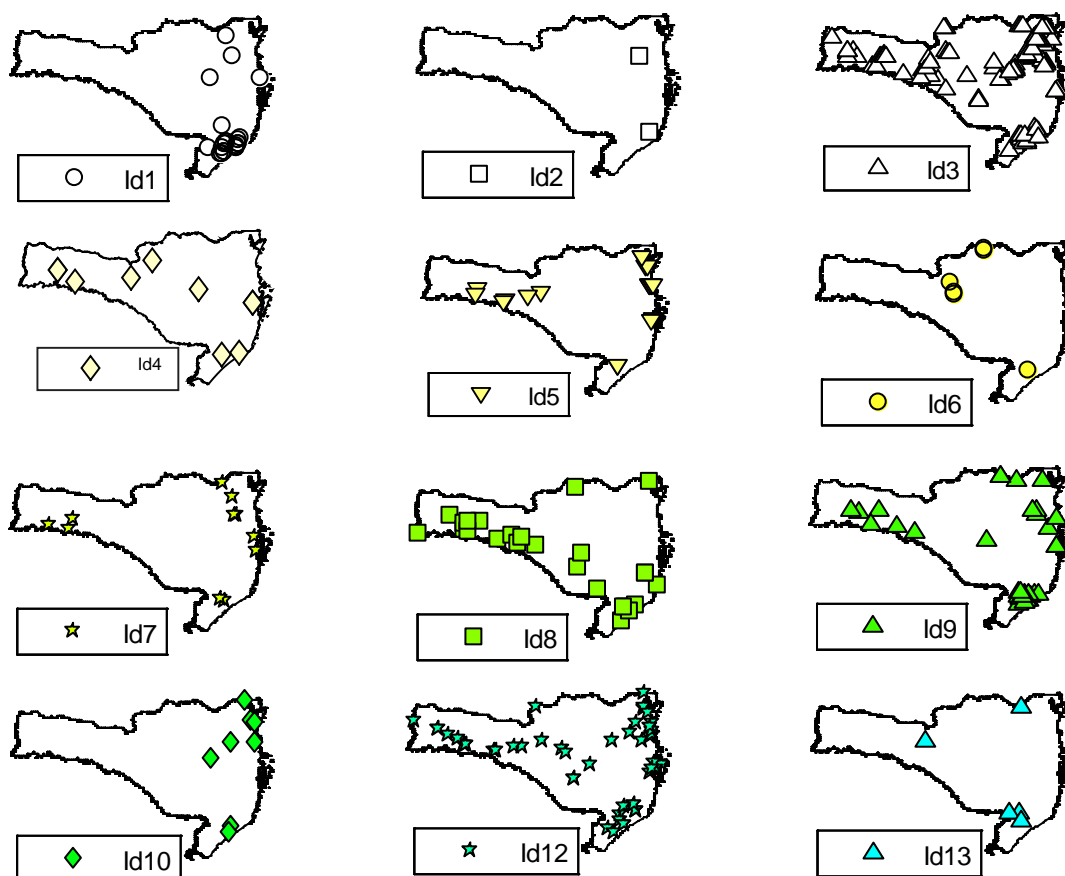
**Figura 1: Representatividade das Indústrias do Estado de Santa Catarina.**

As Figuras 2 e 3 apresentam a localização por tipologia das indústrias.



**Figura 2: Localização das Indústrias pelo Estado de Santa Catarina conforme os respectivos códigos “Id” das atividades.**

Das 370 indústrias do estado de Santa Catarina, observa-se o posicionamento estratégico destas indústrias em relação ao território catarinense, já que a maior parte se concentra próximo ao litoral devido às possibilidades de escoamento de produção. A proximidade das indústrias ao Norte se dá pela existência dos portos de Itajaí, Navegantes, São Francisco do Sul, enquanto que, no Sul, a proximidade se dá pela existência do porto de Imbituba. Outro fator importante observado é que o padrão de localização das indústrias revela a característica das regiões do estado em função dos recursos naturais locais e das atividades que são historicamente praticadas com influência das imigrações. A bacia carbonífera catarinense, por exemplo, localizada ao sul do estado e famosa pelas grandes quantidades de extração de carvão no século XX, possui em suas proximidades indústrias de atividades semelhantes, como é o caso da Id 13 e 7. A região do Vale do Itajaí também possui relevância nas atividades têxteis, navais e de vestuário, agregando nesta região grande parte das indústrias voltadas para o setor.

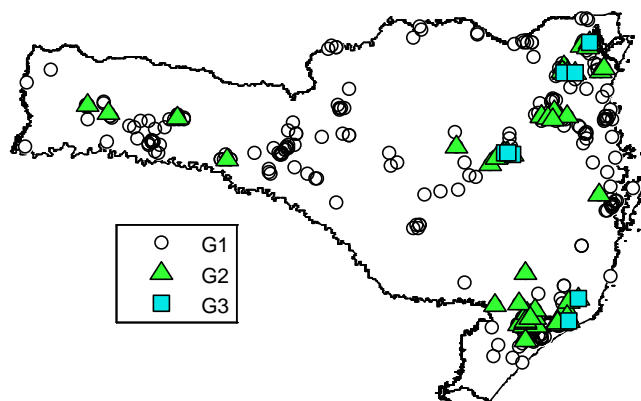


**Figura 3: Localização das Indústrias pelos respectivos códigos Id.**

Além disso, ao se observar a Figura 3, verifica-se que as regiões Norte, Oeste, Sul e Vale do Itajaí possuem indústrias de todos os ramos considerados com grande potencial de emissão atmosférica. Ressalta-se na análise também que apenas as Regiões Serrana (Centro) e da Grande Florianópolis (Leste) apresentam poucos tipos de empreendimentos com alto potencial de emissão. É possível inferir que há uma variabilidade espacial de indústrias no Estado de Santa Catarina e da emissão de poluentes, mesmo que de características variáveis conforme cada região.

Analisando os números de empreendimentos instalados em cada região temos respectivamente: Vale do Itajaí – 113 indústrias implementadas; Região Sul – 91 indústrias implementadas; Região Oeste – 89 indústrias implementadas; Região Norte – 26 indústrias implementadas; Grande Florianópolis – 14 indústrias implementadas; Região Serrana – 12 indústrias implementadas. Analisando os números de indústrias em cada mesorregião temos um resultado importante, pois aquelas que apresentam maiores números de indústrias possivelmente serão as regiões que terão maiores problemas relacionados à poluição atmosférica proveniente de emissões industriais.

A Figura 4 apresenta a avaliação quanto a disponibilidade de dados de emissões atmosféricas.



**Figura 4: Localização das Indústrias quanto à disponibilidade de dados de emissões atmosféricas industriais. G1 representando as indústrias que não possuem nenhum tipo de laudo ou medição em chaminé, G2 como o grupo de indústrias que possuem medição em chaminé, porém não se mede as concentrações de poluentes e o G3 como o grupo das indústrias que possuem medições de emissão de poluentes em chaminé.**

Conforme observado na Figura 4, é bastante elevada a quantidade de indústrias sem medição (Grupo G1). As indústrias que não realizam medição se estendem ao longo de todo o território do estado de Santa Catarina, assim como, as indústrias que possuem apenas medições em suas chaminés (Grupo G2). Já as indústrias que possuem algum tipo de análise da emissão de poluentes (Grupo G3) se concentram mais ao sul do estado, apesar de terem relevância no norte e oeste também. As indústrias que possuem medição dos poluentes, por sua vez, se localizam mais próximas do litoral.

Analizando a Figura 4, nota-se, portanto, a desigualdade entre a quantidade de indústrias sem monitoramento e as demais que realizam a medição. Isso acarreta em um problema de gestão da qualidade do ar no estado, já que não é possível se avaliar o impacto ambiental das mesmas. O sul do estado, por sua vez, já possui uma concentração maior de indústrias com medição, o que pode ser devido ao grande interesse social dos municípios nas causas ambientais. Nas regiões mais afastadas dos grandes centros urbanos do estado é possível notar que há uma grande quantidade de indústrias sem medição, sendo a maior parte destas localizadas no Oeste do estado. A ausência de dados de emissões em algumas localidades pode ser explicado pelos procedimentos de registro nos órgãos ambientais fiscalizadores, que por sua vez estão apenas em formato impresso. Os arquivos impressos são disponibilizados apenas nas regionais do órgão ambiental e não constam no acervo digital utilizado neste trabalho. Além disso, não existe uma instrução normativa que formalize a solicitação de medições das emissões nas indústrias, ficando a critério do fiscal a sua realização.

## CONCLUSÕES

O levantamento dos potenciais emissores industriais no estado de Santa Catarina nos indica resultados importantes. Em um primeiro momento, à luz da resolução COSEMA 13/2012, a determinação dos setores industriais com alto potencial emissor indicou quais deles têm maior influência na qualidade do ar no estado.

Observou-se que a densidade industriais com elevado potencial de impacto na qualidade do ar é maior nas regiões litorâneas, devido à proximidade com os portos, facilitando assim o escoamento dos produtos. As regiões do estado que possuem maior quantidade de emissores com elevado potencial de impacto são: Oeste, Sul, Norte e Vale do Itajaí. Entre os setores industriais, destacam-se como potenciais causadores de impacto na qualidade do ar em SC: fundições, galvanoplastia, metalúrgicas (Id 3); usinas de produção de concreto asfáltico (Id 12); e, fabricação de tintas, esmaltes, lacas, vernizes, impermeabilizantes, solventes e secantes (Id 9).

Para a análise do impacto causado por indústrias, é necessário que seja aplicada a modelagem da dispersão de poluentes atmosféricos, que por sua vez, necessita de dados de emissões como informações de entrada, obtidos através de Inventário de Emissões. A realização do levantamento dos potenciais emissores industriais



do Estado de Santa Catarina concomitantemente com a análise dos dados, viabilizará execução do primeiro Inventário de Emissões Industriais, etapa importante para a Gestão da Qualidade do Ar. Este projeto tem como intuito final a integração dos dados de controle de qualidade do ar aos bancos de dados do Laboratório de Controle da Qualidade do Ar (LCQAr) da Universidade Federal de Santa Catarina, que será disponibilizado à população através do site do LCQAr.

Esse panorama é muito importante, uma vez que, a partir da implementação de metodologia de análise para as indústrias de alto potencial poluidor, poderá ser utilizada na análise de outras atividades industriais até que seja possível aplicar a metodologia para a totalidade de empreendimentos do estado. Desta forma apresenta-se uma confiabilidade de dados considerável, além de tornar o mais robusto o estudo de qualidade do ar. O estudo da qualidade do ar no estado de Santa Catarina, é um instrumento poderoso para as tomadas de decisão das entidades ambientais, trazendo embasamento científico para as medidas implementadas na melhoria de qualidade do ar.

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho faz parte do projeto "AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS EMISSÕES VEICULARES, QUEIMADAS, INDUSTRIAIS E NATURAIS NA QUALIDADE DO AR EM SANTA CATARINA" contemplado no Edital de Demanda Espontânea da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), segundo o termo de outorga 2018TR499. O projeto conta com o apoio da Diretoria de Mudanças Climáticas (DMUC) da Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) do Estado de Santa Catarina.

Agradecemos também ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) pela concessão de auxílio financeiro para participação no 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental e ao IMA pela disponibilização de dados.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. CAMARA, Vicente – Avaliação da efetividade dos limites de concentração de emissão de poluentes atmosféricos da indústria cerâmica na proteção da qualidade do ar. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
2. CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade do ar no estado de São Paulo 2017. São Paulo: Cetesb, 2018. 198 p. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: 5 abr. 2019.
3. KAMPA, Marilena – Human Health effects of air pollution. Laboratory of Experimental Endocrinology, University of Crete, School of Medicine, Greece, 2007.
4. SANTA CATARINA. MEC – A Indústria no Estado de Santa Catarina. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/industr\\_sc.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/industr_sc.pdf)>.
5. SANTOS, C.F.R.T.T.; SILVA, T.B.S.C; COTRIM, M.E.B.; PIRES, M.A.F. Fatores de emissão atmosférica e análise de significância aplicada na gestão da qualidade do ar no campus do IPEN/CNEN-SP. Encontro internacional sobre gestão empresarial do meio ambiente (ENGEMA). 2016.
6. SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CONSEMA – Resolução CONSEMA nº 13, de 14 de dezembro de 2012. Disponível em: <<http://www.sds.sc.gov.br/index.php/biblioteca/consema/legislacao/resolucoes/447-resolucao-consema-no-132012-1/file>>
7. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – AP42. Disponível em: <<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>>