



EMISSÕES INDUSTRIAIS NO **ESTADO DE SANTA CATARINA**

ANO BASE 2019



LCCOAR

LABORATÓRIO DE CONTROLE DA QUALIDADE DO AR

EMISSÕES INDUSTRIAIS NO
ESTADO DE SANTA CATARINA

ANO BASE 2019

LCQAR | CTC | UFSC (Florianópolis)

Emissões industriais no estado de Santa Catarina - ano base 2019
Coordenação técnica Dr. Leonardo Hoinaski ; Florianópolis : LCQAR, 2020.

ISBN : 978-65-87206-16-5

1. Ar (poluição) | 2. Emissões atmosféricas | 3. Emissões industriais |
4. Poluentes gasosos | 5. Florianópolis (estado)

I. Dr. Leonardo Hoinaski (Coordenador/autor do projeto)
II. Camilo Bastos Ribeiro (Co-autor do projeto)
III. Otávio Nunes dos Santos (Co-autor do projeto)
IV. Nathan Campos Teixeira (Colaborador do LCQAR)
V. Fernando H. C. Rodella (Colaborador do LCQAR)

Contato
leonardo.hoinaski@ufsc.br
Tel: (48) 3721-4993

instituições envolvidas



DEMANDA ESPONTÂNEA - PESQUISA 2017 TERMO DE OUTORGA DE AUXÍLIO
FINANCEIRO Nº 2018TR499 PROCESSO FAPESC 602/2018
PROJETO DE PESQUISA CIENTÍFICA E/OU TECNOLÓGICA

EXECUTORA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Campus Universitário – Trindade - Caixa Postal:
476 CEP: 88.040-970, Florianópolis, SC, Brasil

LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE DO AR

Coordenador: Leonardo Hoinaski
E-mail: leonardo.hoinaski@ufsc.br
Telefone: +55 (48) 3721-4993

CONCEDENTE

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA (FAPESC)

Parque Tecnológico ALFA - Rodovia José Carlos
Daux 600 (SC 401), Km 01 - Módulo 12A - Prédio
CELTA/FAPESC5º Andar - Bairro João Paulo - CEP
88030-902 - Florianópolis/SC - Brasil
Fone +55 (48) 3665 4800

INTERVENIENTE

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE)

Diretoria de Biodiversidade e Clima (DBIC)
Rodovia SC 401, km 5, nº 4756 - Ed. Office Park, bl.
2, 2º andar - Saco Grande II- CEP 88032-005 -
Florianópolis/SC - Brasil
Fone: +55 (48) 3665-4250

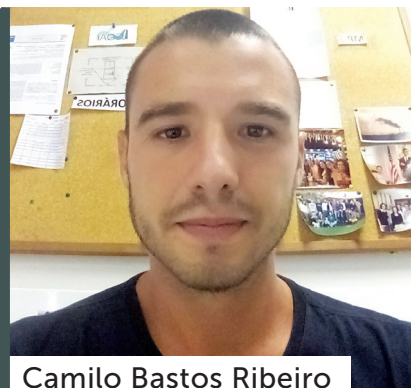


Dr. Leonardo Hoinaski

Coordenador/autor do projeto

Professor adjunto do Depto. de Eng^a Sanitária e Ambiental da UFSC e supervisor do LCQAr

leonardo.hoinaski@ufsc.br



Camilo Bastos Ribeiro

Co-autor

Aluno de doutorado no Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA)

cb_ambiental@hotmail.com



Otávio Nunes dos Santos

Co-autor

Aluno de mestrado no Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA)

otavio.ufsc93@gmail.com



Nathan Campos Teixeira

Colaborador do LCQAr

Aluno de mestrado no Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA)

nathanufmt@gmail.com



Fernando H. C. Rodella

Colaborador do LCQAr

Designer editorial e graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UFSC

fernando.rodella@gmail.com

Santa Catarina (SC) é o estado brasileiro com o maior número de indústrias per capita (29 indústrias para cada 10.000 habitantes) (IBGE, 2013); o estado atingiu a 9^a posição no ranking nacional de produção agrícola, mesmo concentrando apenas 1% do território nacional (IBGE, 2017). SC é o maior produtor de carvão mineral bruto do país, o maior produtor nacional de carne suína, pescado, ostras e mexilhões, além de ser o segundo maior estado no abate de aves. O setor industrial é responsável pelo consumo de mais de 42% da energia elétrica demandada no estado, sendo que, 95,5% dessa parcela correspondem ao consumo das indústrias de transformação (FIESC, 2015). Ainda, a indústria catarinense contribui com 34% na formação do PIB e com 36% dos empregos do estado, distribuídos principalmente nos setores agropecuário, comercial e de serviços. Entretanto, o ritmo acelerado de crescimento desse setor, associado ao aumento substancial da frota veicular em operação em vias rodoviárias, tem promovido o aumento significativo nas emissões de poluentes atmosféricos (EEA, 2016; EEA, 2010; RAMANATHAN e FENG, 2009).

Mesmo diante dos aspectos ambientalmente negativos resultantes do intenso crescimento do setor industrial, em SC, poucas iniciativas foram tomadas para monitorar as emissões e controlar os impactos na atmosfera. Até o presente momento, não existe monitoramento público da concentração de poluentes atmosféricos, exceto os realizados para cunho científico (IEMA, 2014). Contudo, a Diretoria de Biodiversidade e Clima (DBIC), da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE), gerou a de-

manda do estado de SC para o desenvolvimento de gestão da qualidade do ar.

Frente à demanda e da problemática do estado em relação ao controle da qualidade do ar, o Plano de Trabalho submetido pelo professor Dr. Leonardo Hoinaski, supervisor do Laboratório de Controle de Qualidade do Ar (LCQAr) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com o título “AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS EMISSÕES VEICULARES, QUEIMADAS, INDUSTRIAIS E NATURAIS NA QUALIDADE DO AR EM SANTA CATARINA” foi contemplado no Edital de Demanda Espontânea da FAPESC.

O projeto tem o objetivo de estimar o impacto das emissões veiculares, industriais, naturais e de queimadas na qualidade do ar em SC. Esta pesquisa dará subsídios para a elaboração de um sistema de Gestão da Qualidade do Ar em nível estadual. Entre os produtos listados no plano de trabalho, está a elaboração de inventários das emissões industriais, sendo este o tema do presente relatório.

O documento apresenta preliminarmente a quantificação das indústrias potencialmente poluidoras, segregados por mesorregiões, municípios e segmento e, ainda, apresenta alguns subsídios para a elaboração do Plano de Controle de Emissões Industriais (PCPI) catarinense. Este documento é o primeiro de uma série de relatórios que serão desenvolvidos ao longo dos seis anos de projeto.

O LCQAr se comprometeu em auxiliar na prevenção de impactos na saúde e meio ambiente relacionados à má qualidade do ar em SC. O desafio é complexo e exigirá esforços por parte da comunidade acadêmica, bem como a importante participação de iniciativas públicas e privadas.

Dr. Leonardo Hoinaski
Supervisor do Laboratório de Controle da Qualidade do Ar
Professor da Universidade Federal de Santa Catarina

Tabela 1 _ Comparação entre população, área, número total de indústrias no território, densidade e indústrias per capta nos estados de Santa Catarina (SC), Paraná (PR), São Paulo (SP), Rio Grande do Sul (RS), Rio de Janeiro (RJ) e Brasil.	16
Tabela 2 _ Segmentos industriais e códigos CONSEMA 98/2017 agrupados segundo AP-42 da USEPA	17
Tabela 3 _ Características das mesorregiões catarinenses. População, área, número total de indústrias no território, densidade industrial e indústrias per capta no V.I., Oeste, Norte, Sul, G.F. e Serrana.	24
Tabela 4 _ Ranking das 20 cidades com maior quantidade de indústrias com potencial de emissão de poluentes atmosféricos em SC.	27
Tabela 5 _ Quadro comparativo entre emissões de queimadas, veiculares e industriais em SC.	32
Tabela 6 _ Número de indústrias de grande porte com potencial de emissão nos municípios de SC.	41
Tabela 7 _ Processos envolvidos em cada ID de segmentos industriais.	45

Figura 1 _ Processo de poluição atmosférica.	13
Figura 2 _ Mapa de Localização do Estado de Santa Catarina: a) localização no Brasil. b) uso e ocupação do solo, c) relevo, d) mesorregiões.	15
Figura 3 _ Quantificação das indústrias no estado de SC, separadas pelo código de atividade industrial segundo a CONSEMA 98/2017.	18
Figura 4 _ Mapa de localização das indústrias em SC, considerando todos os agrupamentos de identificação.	18
Figura 5 _ Mapa de localização das indústrias em SC, separados por ID.	19
Figura 6 _ Número de indústrias de grande porte com potencial de emissão nas mesorregiões de SC.	23
Figura 7 _ Proporção de indústrias de grande porte com potencial de emissão nas mesorregiões de SC.	24
Figura 8 _ Distribuição espacial das indústrias nos municípios de SC.	28
Figura 9 _ Comparação de empresas com e sem monitoramento de emissões atmosféricas em SC, considerando todos os ID's de segmentos industriais.	32
Figura 10 _ (a-f) Taxas de emissões industriais até o presente momento, segregadas por ID.	33
Figura 11 _ a) Emissões industriais de MP no estado de SC. Dados de indústrias que foram encontrados os laudos de emissão.	34
Figura 11 _ b) Emissões industriais de CO no estado de SC. Dados de indústrias que foram encontrados os laudos de emissão.	35
Figura 11 _ c) Emissões industriais de COV no estado de SC. Dados de indústrias que foram encontrados os laudos de emissão.	35
Figura 11 _ d) Emissões industriais de NO _x no estado de SC. Dados de indústrias que foram encontrados os laudos de emissão.	36
Figura 11 _ e) Emissões industriais de SO _x no estado de SC. Dados de indústrias que foram encontrados os laudos de emissão.	36

- **SC** _ Estado de Santa Catarina
- **SDE** _ Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável
- **DBIC** _ Diretoria de Biodiversidade e Clima
- **LCQAr** _ Laboratório de Controle da Qualidade do Ar
- **FAPESC** _ Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina
- **UFSC** _ Universidade Federal de Santa Catarina
- **OMS** _ Organização Mundial da Saúde
- **CO** _ Monóxido de Carbono
- **NO_x** _ Óxidos de Nitrogênio
- **SO₂** _ Dióxido de Enxofre
- **MP** _ Material Particulado
- **HC** _ Hidrocarbonetos Totais
- **NMHC** _ Hidrocarboneto Não Metano
- **N₂O** _ Óxido Nitroso
- **CONAMA** _ Conselho Nacional do Meio Ambiente
- **PRONAR** _ Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
- **CETESB** _ Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
- **IBGE** _ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- **PR** _ Estado do Paraná
- **SP** _ Estado de São Paulo
- **RJ** _ Estado do Rio de Janeiro
- **RS** _ Estado do Rio Grande do Sul
- **ANP** _ Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
- **IMA** _ Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
- **INMETRO** _ Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- **FE** _ Fator de Emissão

INTRODUÇÃO	12
INDUSTRIAS EMISSORAS DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS EM SC	14
INDÚSTRIAS EMISSORAS DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS NAS MESORREGIÕES DE SC	22
INDÚSTRIAS EMISSORAS DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS NAS CIDADES DE SC	26
LEVANTAMENTO PRELIMINAR DAS EMISSÕES INDUSTRIAIS EM SC	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE A: NÚMERO DE INDÚSTRIAS PONTENCIAIS EMISSORAS NAS CIDADES CATARINENSES	40
ANEXO A: PROCESSOS INCLUÍDOS NAS CATEGORIAS DE IDENTIFICAÇÃO	44



Foto por Leonardo Hoinaski (LCQAR)

No âmbito dos impactos na saúde e meio ambiente, a poluição atmosférica é uma das principais preocupações globais. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), o ar é um recurso básico para a vida. Desta forma, a deterioração da qualidade do ar, devido às ações antrópicas e naturais é uma ameaça à saúde ambiental (WHO, 2006).

Segundo a OMS, nas cidades onde a qualidade do ar é monitorada, a maioria não atende os parâmetros básicos estabelecidos para o bem-estar da saúde de seus habitantes (WHO, 2016). O Ministério do Meio Ambiente do Brasil cita que, além de trazer prejuízos à saúde, os danos causados pela poluição atmosférica também elevam os gastos do estado, devido ao aumento do número de atendimentos, internações hospitalares e uso de medicamentos (BRASIL, s.d.).

O ar se torna poluído quando a concentração de um ou mais poluentes pode causar dano à saúde e/ou meio ambiente. De uma maneira geral, isto ocorre se a emissão de uma ou mais

fontes não consegue se dispersar e reduzir suas concentrações de maneira suficiente na atmosfera, antes de encontrar um receptor. A Figura 1 exemplifica o processo de poluição do ar. É importante enfatizar que pode acontecer a deterioração da qualidade do ar devido ao efeito combinado entre duas fontes, que isoladamente não causariam sua degradação.

Diante dos aspectos negativos associados à poluição atmosférica, a gestão da qualidade do ar deve ser feita de forma planejada, levando em conta as condições locais e regionais, sem que haja custos excessivos. Além disso, a gestão da qualidade do ar deve fornecer as informações relevantes para auxiliar os órgãos ambientais e tomadores de decisões em relação às medidas estratégicas de prevenção e de controle dos impactos.

Para a elaboração de um plano de gestão da qualidade do ar, é necessário inventariar as emissões em uma determinada escala espacial. A partir disso, é possível estimar a dispersão e as transformações dos poluentes por modelos matemáticos

e, assim, avaliar o impacto deles no ambiente e na saúde humana (receptores). Os inventários possibilitam a identificação de fontes predominantes de emissão, o estudo de tendências anuais de redução ou aumento de emissão de determinados compostos químicos para a atmosfera e, também, possibilita avaliar o progresso de metas de redução de emissões. Entretanto, os inventários requerem atualizações contínuas para melhorar a qualidade e reduzir incertezas dos métodos utilizados (GUTTIKUNDA et al., 2019; RAVINDRA et al., 2019; SUN et al., 2018; ZHAO et al., 2017; ZHONG et al., 2018; ZHOU et al., 2014).

As indústrias estão entre as fontes de emissões atmosféricas de origem antropogênica e, constantemente, estão associadas ao processo de poluição do ar. É conhecido que as emissões industriais podem causar a degradação da qualidade do ar no entorno, principalmente em locais próximos à fonte. No entanto, em algumas ocasiões, associar o impacto na qualidade do ar unicamente às emissões industriais é um equívoco, visto que existem outras fontes envolvidas. A atribuição inadequada de impactos na qualidade do ar ocorre em situações onde não existem inventários de emissões robustos.

Considerando as características em vias de crescimento do estado, é importante que SC possua seus inventários de emissões. Os catarinenses ainda desconhecem as principais fontes de emissão que poluem o ar que respiram. Como resposta para essa necessidade do estado, este trabalho tem como objetivo realizar um inventário das indústrias com o maior potencial de emissão de poluentes atmosféricos no estado de SC.

Este documento reporta uma etapa preliminar do inventário de emissões industriais de SC, que por sua vez faz parte do projeto “AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS EMISSÕES VEICULARES, QUEIMADAS, INDUSTRIAIS E NATURAIS NA QUALIDADE DO AR EM SANTA CATARINA”. O levantamento foi realizado com base na classificação de impactos da resolução CONSEMA 98/2017. Nesse estudo, foram quantificadas e distribuídas espacialmente apenas as indústrias de grande porte com potencial de emissão encontradas no território de SC, utilizando como base os dados disponibilizados pelo Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) e SDE. O estudo também apresenta um levantamento preliminar das emissões atmosféricas dessa categoria de indústrias.

Figura 1 _ Processo de poluição atmosférica.





SC é uma das 27 unidades federativas do Brasil e se localiza no centro da região sul do país. O estado possui 295 municípios, distribuídos em uma área de 95.737,954 km² (IBGE, 2017). A Figura 2

apresenta a localização, bem como o uso e ocupação do solo, relevo e distribuição das mesorregiões em SC. O setor industrial de SC concentra-se em polos diversificados ao longo do estado:

Sul - cerâmico, carvão, vestuário e descartáveis plásticos

Oeste - alimentar/agricultura e móveis

Vale do Itajaí (V.I.) - têxtil, vestuário, naval e cristal

Norte - metalurgia, máquinas e equipamentos, material elétrico, autopeças, plástico, confecções e mobiliário

Serrana - madeireiro

Grande Florianópolis (G.F.) - tecnológico

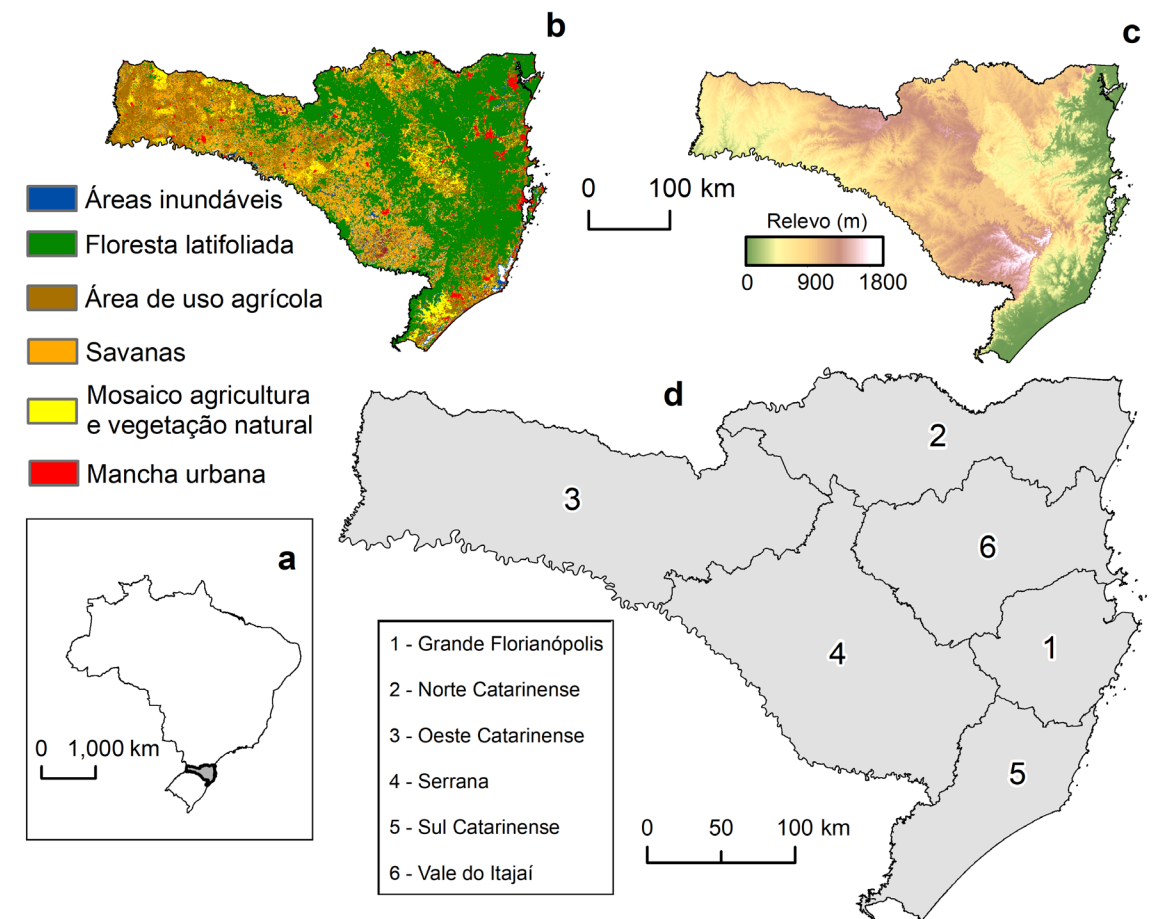


Figura 2 _ Mapa de Localização do Estado de Santa Catarina:
a) localização no Brasil. b) uso e ocupação do solo, c) relevo, d) mesorregiões.

Além da região da capital, a indústria tecnológica está avançando em Blumenau, Chapecó, Criciúma e Joinville (FIESC, 2015). A Tabela 1 apresenta a comparação entre população, área,

número de indústrias, densidade e indústrias per capita nos estados de SC, Paraná (PR), São Paulo (SP), Rio Grande do Sul (RS), Rio de Janeiro (RJ) e Brasil.

ESTADO	POPULAÇÃO (hab.)	ÁREA (km ²)	INDÚSTRIAS (ind.)	DENS.INDUSTRIAL (ind./km ²)	INDÚSTRIAS PER CAPTA (ind./hab)
SC	7.001.161	95.738	42.961	0,44	6,4 E ⁻³
PR	11.320.892	199.308	42.100	0,21	3,7 E ⁻³
SP	45.094.866	248.209	123.119	0,49	2,73 E ⁻³
RS	11.322.895	281.738	46.653	0,16	4,12 E ⁻³
BRASIL	207.660.929	8.515.759	472.086	0,05	2,27 E ⁻³

Fonte: Adaptado pelo autor (IBGE, 2017; Portal da Indústria, 2019)

Tabela 1 _ Comparação entre população, área, número total de indústrias no território, densidade e indústrias per capita nos estados de Santa Catarina (SC), Paraná (PR), São Paulo (SP), Rio Grande do Sul (RS), Rio de Janeiro (RJ) e Brasil.

Observando a Tabela 1, nota-se que SC possui a população e área significativamente inferior aos estados comparados. Porém, em relação ao número de indústrias totais, possui valores semelhantes ao PR e RS, ficando atrás de SP. Esses aspectos resultam em elevadas taxas de densidade industrial e indústrias per capita em SC, o que pode se tornar um fator agravante em relação à poluição do ar, devido à proximidade entre fontes emissoras e receptores.

As diferentes concentrações de poluentes emitidos na atmosfera não dependem apenas da densidade de indústrias em determinada região. De maneira geral, as emissões dependem também dos processos internos adotados e das matérias primas utilizadas. Portanto, além da densidade industrial, é necessário conhecer os segmentos industriais nas diferentes regiões do estado. A Figura 3 apresenta o número de

indústrias de grande porte com potencial de emissão encontradas no território de SC, segregadas pelo código de segmento industrial da resolução CONSEMA 98/2017, tendo como base o ano de 2019 (SANTA CATARINA, 2017). O levantamento foi realizado utilizando como base os dados disponibilizados pelo IMA e SDE. Os diversos segmentos industriais foram agrupados seguindo a AP-42 (Compilation of Air Emissions Factors) da Environmental Protection Agency of United States (USEPA) (USEPA, 2019) e separados por identificadores (ID), conforme os processos envolvidos (anexo A). Os códigos de segmentos industriais da CONSEMA 98/2017 e os respectivos agrupamentos são apresentados na Tabela 2. As Figuras 4 e 5 mostram, respectivamente, a distribuição espacial das indústrias ao longo do estado, considerando todos os ID's.

ID. AGRUPAMENTO AP-42	SEGMENTOS INDUSTRIAIS E CÓDIGOS CONSEMA 13/12
01 Tratamento e disposição de resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • (71.60.03) Disposição final de rejeitos industriais classe I, em aterros; • (34.41.11) Tratamento térmico de resíduos de serviços de saúde; • (71.40.01) Unidade de descaracterização, com ou sem descontaminação, com ou sem reciclagem de lâmpadas; • (71.60.07) Unidade de mistura e pré-condicionamento de resíduos industriais classe I e classe II-A para fins de coprocessamento; • (71.30.00) Unidade de reciclagem de resíduos classe I. • (71.90.02) Crematórios;
02 Fontes estacionárias de combustão interna	<ul style="list-style-type: none"> • (34.11.00) Produção de energia termoelétrica.
03 Indústria do Petróleo	<ul style="list-style-type: none"> • (47.83.02) Terminal de petróleo; • (20.10.00) Fabricação de produtos derivados do processamento do petróleo, de rochas oleígenas e do carvão mineral; • (22.21.00) Refino do petróleo e produção de álcool por processamento de cana de açúcar, mandioca, madeira e outros vegetais;
04 Indústria de transformação e processamento de compostos químicos orgânicos e inorgânicos	<ul style="list-style-type: none"> • (20.60.00) Fabricação de tintas, esmaltes, lacas, vernizes, impermeabilizantes, solventes e secantes; • (20.70.10) Recuperação e refino de solventes, óleos minerais, vegetais e animais. • (12.10.00) Fabricação de máquinas, aparelhos, peças e acessórios com tratamento químico superficial ou galvanotécnico ou fundição ou pintura por aspersão, ou esmaltação ou imersão; • (13.10.00) Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores; • (30.60.00) Fabricação de carvão ativado e cardiff; • (30.60.10) Fabricação de carvão vegetal; • (47.83.03) Terminal de produtos químicos; • (20.30.00) Fabricação de adubos, fertilizantes e corretivos de solo.
05 Indústria de comida e produtos agropecuários	<ul style="list-style-type: none"> • (26.94.00) Fabricação de rações balanceadas e de alimentos preparados para animais - inclusive farinhas de carne, sangue, osso, peixe e pena; • (20.70.00) Produção de óleos, gorduras e ceras vegetais e animais, em bruto, de óleos de essências vegetais e outros produtos de destilação da madeira - exceto refinação de produtos alimentares.
06 Indústria madeireira	<ul style="list-style-type: none"> • (17.11.00) Fabricação de madeira e celulose.
07 Indústria de produtos minerais	<ul style="list-style-type: none"> • (10.50.00) Fabricação de cimento; • (10.40.20) Fabricação de material cerâmico esmaltado; • (30.20.00) Usinas de produção de concreto asfáltico. • (00.10.00) Lavra a céu aberto com desmonte por explosivo; • (00.10.01) Lavra a céu aberto com desmonte por explosivo, se mineral típico de emprego na construção civil, independente de seu uso;
08 Indústria metalúrgica	<ul style="list-style-type: none"> • (14.30.00) Fabricação ou montagem de veículos rodoviários, aeroviários e navais; • (11.10.00) Metalurgia dos metais não-ferrosos em formas primárias - inclusive metais preciosos; • (11.11.05) Produção de canos e tubos de metais não-ferrosos, inclusive ligas, com fusão e sem tratamento químico superficial ou galvanotécnico; • (11.11.12) Produção de fios e arames de metais e de ligas de metais não-ferrosos - inclusive fios, cabos e condutores elétricos, com fusão; • (11.00.10) Produção de fundidos de ferro e aço em forno cubilot, com tratamento químico superficial ou galvanotécnico; • (11.00.09) Produção de fundidos de ferro e aço em forno cubilot, sem tratamento químico superficial ou galvanotécnico; • (11.11.02) Produção de laminados de metais e de ligas de metais não-ferrosos (placas, discos, chapas lisas ou corrugadas, bobinas, tiras e fitas, perfis, barras redondas, chatas ou quadradas, vergalhões), com fusão - exceto canos, tubos e arames; • (11.11.01) Produção de ligas de metais não-ferrosos em formas primárias - inclusive metais preciosos.
09 Terminal de carga ferroviária	<ul style="list-style-type: none"> • (47.85.00) Terminal de carga ferroviária.

Tabela 2 _ Segmentos industriais e códigos CONSEMA 98/2017 agrupados segundo AP-42 da USEPA

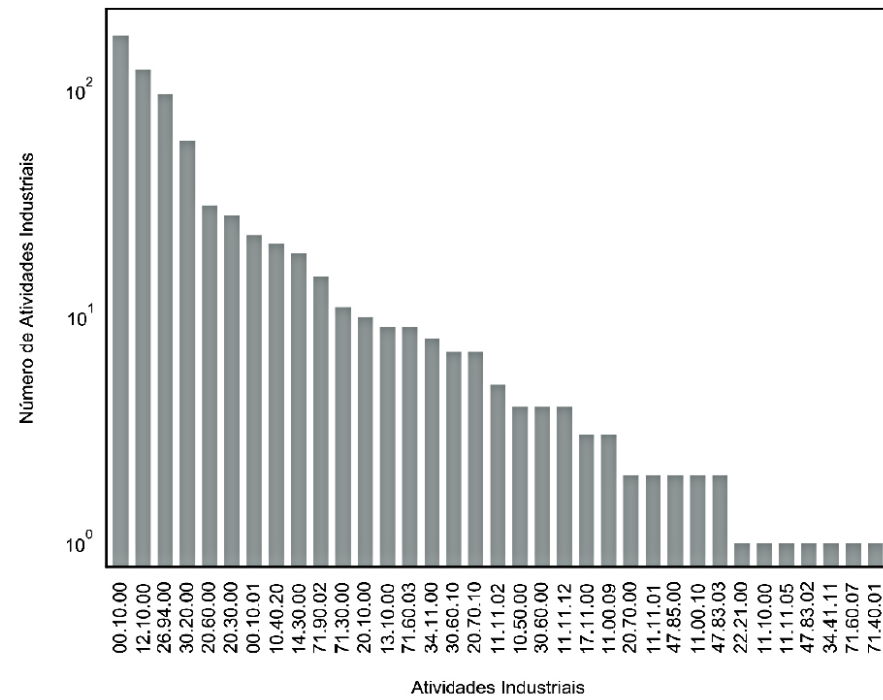


Figura 3 _ Quantificação das indústrias no estado de SC, separadas pelo código de atividade industrial segundo a CONSEMA 98/2017.

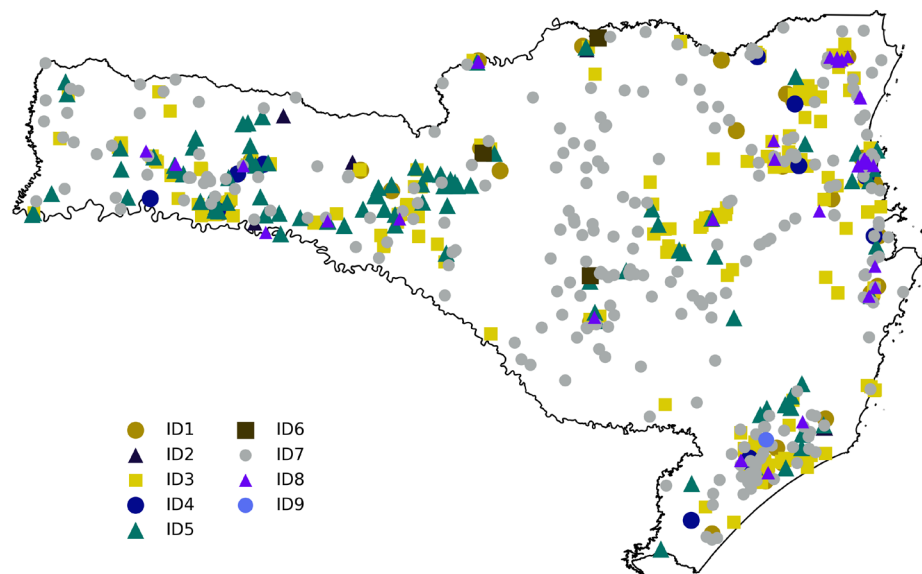


Figura 4 _ Mapa de localização das indústrias em SC, considerando todos os agrupamentos de identificação.

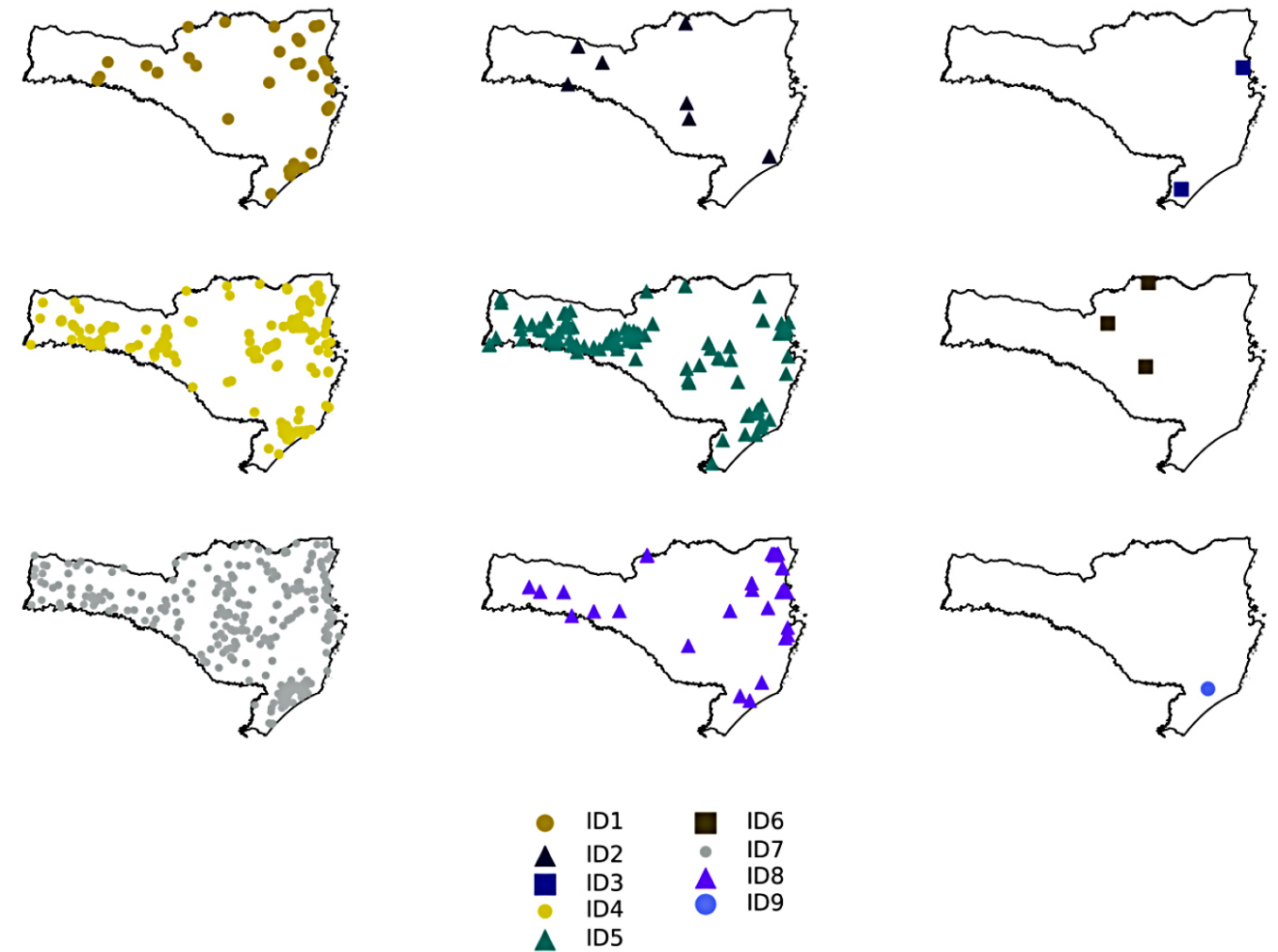


Figura 5 _ Mapa de localização das indústrias em SC, separados por ID.

Do total de 692 indústrias de grande porte com potencial de emissão encontradas no território de SC, 5,9% representam o ID1, 1,1% o ID2, 0,2% o ID3, 31,9% o ID4, 14,1% o ID5, 0,4% o ID6, 40,9% o ID7, 5,3% o ID8 e, 0,2% o ID9. As Figuras 3, 4 e 5 mostram que existe uma grande densidade de indústrias minerais, de transformação química e agropecuárias (ID7, ID4 e ID5,

respectivamente) em todo o território de SC. As indústrias com ID 1 e 8 (disposição de resíduos e metalúrgico) estão distribuídas homogeneamente no estado, com maior concentração no Norte, Sul, Oeste e V.I. Existem poucas unidades de indústrias com os ID 2, 3, 6 e 9, com base no levantamento realizado até o presente momento. As atividades envolvidas no setor mine-

ral (perfurações de solo, jateamentos, extrações e transporte de produtos químicos) possuem potencial de emissão de poluentes atmosféricos, variando conforme a natureza das reservas minerais, se orgânica ou inorgânica. Apesar da importância econômica e contribuição no desenvolvimento de diversos setores industriais, os segmentos de transformação (química, metalúrgica, mineral, petrolífera, etc.) são considerados fontes com elevado potencial de poluição do ar. Este potencial poluidor é, geralmente, associado à geração de produtos e subprodutos reacionais, bem como ao particionamento de espécies químicas complexas e reativas para a atmosfera durante os processos de transformações. No caso das indústrias agropecuárias, existe maior foco na fabricação de rações, farinhas e óleos, as quais estão concentradas ao longo de todo o estado de SC. Entre os métodos de produção nesse segmento, comumente são aplicados a detoxificação (tratamento térmico da matéria-prima), preservação (secagem de grãos) e uniformidade de partículas (moagem e peletização) (AGEITEC, 2019). Nesse caso, as emissões atmosféricas são formadas, principalmente, pelos subprodutos da combustão incompleta nos processos de detoxificação e secagem, bem como pelas taxas evaporativas de espécies químicas mais voláteis submetidas aos diferentes processos adotados.

A categoria de disposição e tratamento de resíduos sólidos corresponde ao ID 1. Nesse grupo os poluentes atmosféricos podem ser gerados pela produção e incineração do biogás. A incineração de resíduos é uma fonte emissora conhecida de poluentes. Neste processo, a emissão ocorre pela principalmente pela combustão incompleta do material e pela presença em alta concentração de impurezas no combustível.

Em relação ao setor petrolífero, segundo Ragothaman e Anderson (2017), as emissões atmosféricas podem ter origem dos processos de combustão, separações e conversões de compostos orgânicos complexos, emissões fu-

gitivas, entre outros. Nesse setor predominam as emissões de compostos orgânicos voláteis (COV), que compreendem todos os compostos orgânicos que possuem tendência em volatilizar rapidamente para a atmosfera. De acordo com a U.S.EPA, COV são compostos carbonados que participam de reações fotoquímicas na atmosfera (U.S.EPA, 2017). Os COV incluem hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, hidrocarbonetos halogenados, alguns álcoois, ésteres



Foto por Leonardo Hoinaski (LCQAR)

e aldeídos (MING-HO, 2005). Os COV contribuem para uma série de efeitos negativos em escalas local e global (DEWULF, VAN LANGE-NHOVE e WITTMAN, 2002). Considerando os aspectos potencialmente negativos, associados aos segmentos industriais mais notáveis ao longo de SC, presume-se que o monitoramento das emissões industriais, bem como a gestão da qualidade do ar devam ser realizados em todo o território do estado. Porém, devido às condi-

ções atuais de falta de monitoramento, de fato, algumas mesorregiões, levantadas no próximo item do presente relatório, possuem caráter de urgência e merecem atenção especial em termos de fiscalização e monitoramento das emissões de origem industrial. Ainda, ressalta-se que o levantamento das indústrias no estado está em andamento e, possivelmente, serão verificadas maiores números de indústrias (entre os diferentes ID's) ao longo do estado.



O crescimento substancial dos centros urbanos em algumas mesorregiões de SC favorece a intensificação dos fluxos econômicos e sociais entre as cidades vizinhas. Este cenário desencadeia uma problemática em relação à qualidade do ar, que deixa de ser municipal e assume uma dimensão metropolitana. SC figura entre os mais importantes complexos portuários da América Latina; as regiões mais próximas aos portos (V.I., Norte e Sul) concentram grandes densidades de indústrias e possuem características semelhantes em relação aos tipos de segmentos industriais. Além disso, o Oeste do estado possui grande disponibilidade de

recursos naturais utilizados como matéria prima nos setores mineral, petrolífero e de agricultura. Portanto, as características mesorregionais viabilizam economicamente o avanço de alguns setores industriais no entorno. As figuras 6 e 7 apresentam a localização e quantificação de indústrias de grande porte com potencial de emissão, em cada mesorregião do estado, considerando cada ID de segmento industrial. A Tabela 3 mostra as características das mesorregiões catarinenses: população, área, número total de indústrias no território, densidade industrial e indústrias per capita no V.I., Oeste, Norte, Sul, G.F. e Serrana.

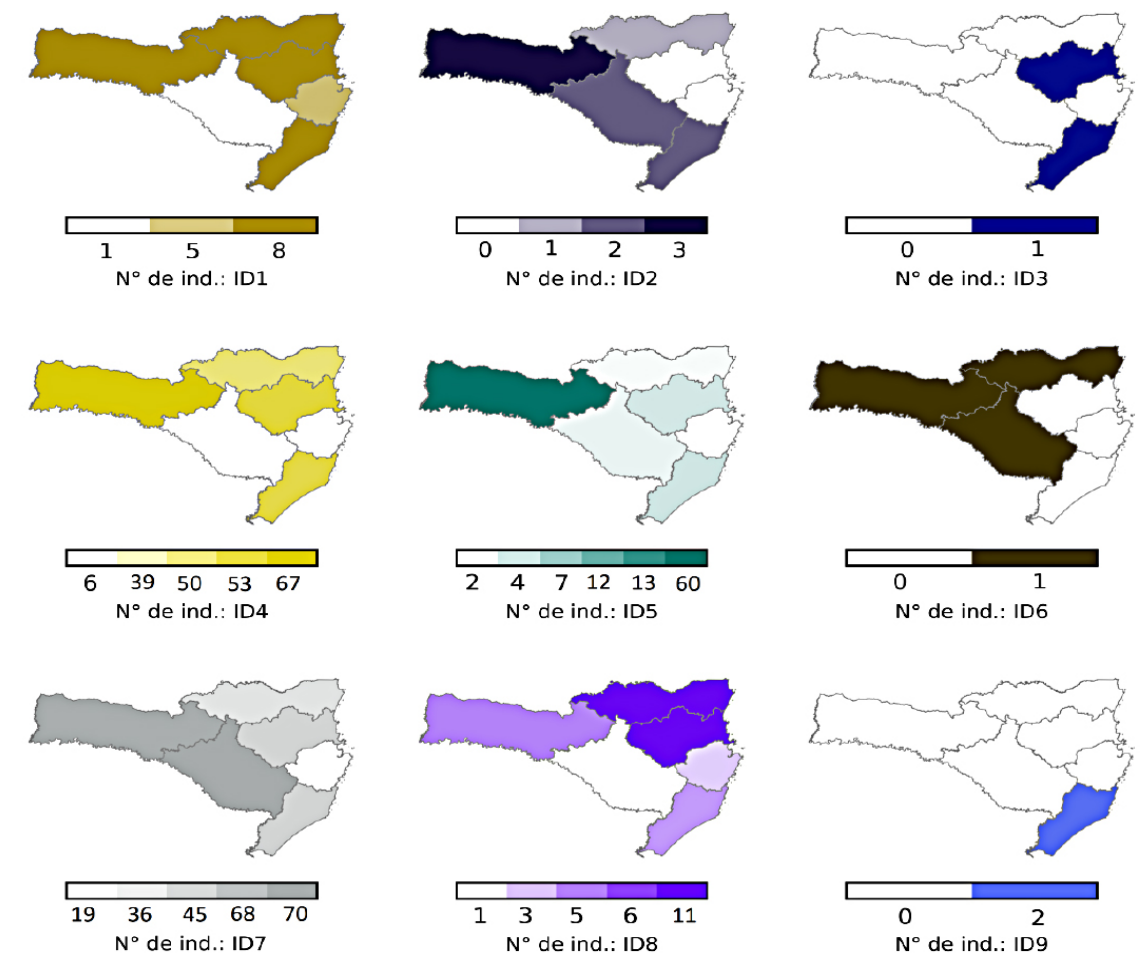


Figura 6 _ Número de indústrias de grande porte com potencial de emissão nas mesorregiões de SC.

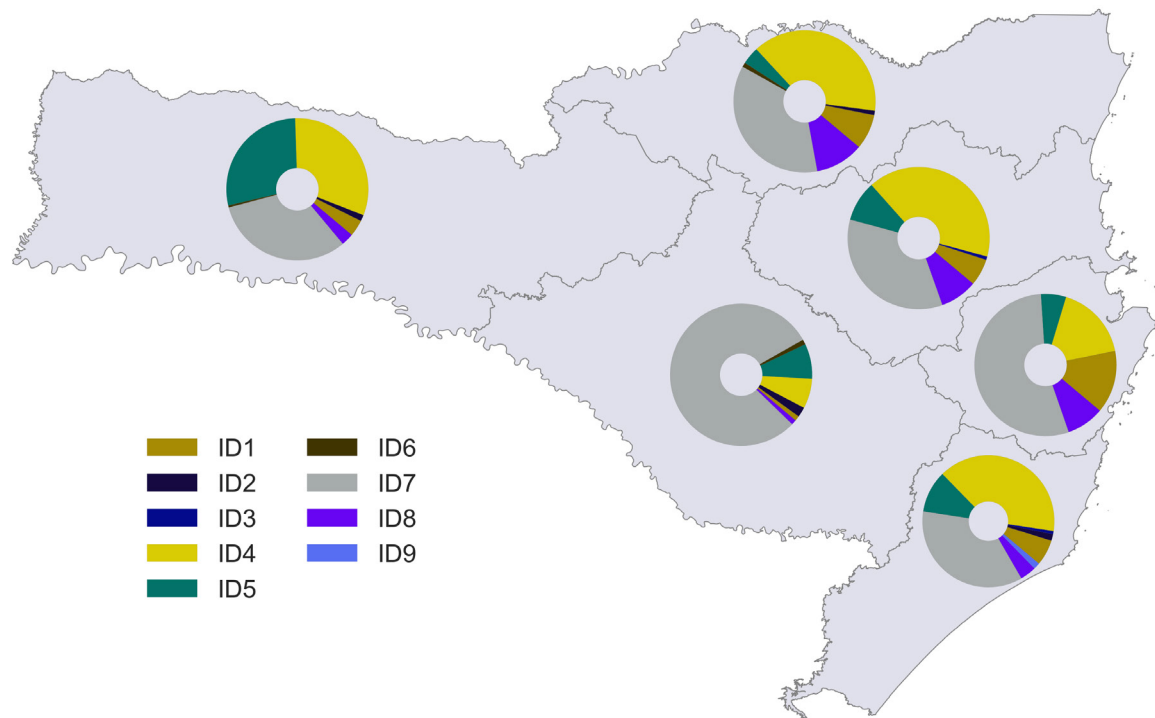


Figura 7 _ Proporção de indústrias de grande porte com potencial de emissão nas mesorregiões de SC.

MESORREGIÃO	POPULAÇÃO (hab.)	ÁREA (km ²)	INDÚSTRIAS (ind.)	DENS. INDUSTRIAL (ind./km ²)	INDÚSTRIAS PER CAPTA (ind./hab)
Vale do Itajaí	1.769.904	13.100	130	0,010	7,3 E ⁻⁵
Oeste	1.281.691	27.311	213	0,008	1,7 E ⁻⁴
Norte	1.368.598	15.928	100	0,006	7,3 E ⁻⁵
Sul	1.014.623	9.722	126	0,012	1,2 E ⁻⁴
G. Florianópolis	1.149.994	7.362	35	0,004	3,1 E ⁻⁵
Serrana	416.351	22.315	88	0,003	2,1 E ⁻⁴

Fonte: IBGE (2017), adaptado pelo autor.

Tabela 3 _ Características das mesorregiões catarinenses. População, área, número total de indústrias no território, densidade industrial e indústrias per capita no V.I., Oeste, Norte, Sul, G.F. e Serrana.

De um modo geral, até o presente momento do levantamento e considerando apenas as indústrias de grande porte com potencial de emissão encontradas no território de SC, as

mesorregiões Oeste, V.I. e Sul concentram, respectivamente, os maiores números de indústrias no estado. No caso do V.I. e Sul, presume-se que a proximidade dos portos de Itajaí

e Imbituba seja um dos fatores que atraíram a instalação de indústrias (entre as nativas do estado e filiais de multinacionais). Nestas mesorregiões a logística de transporte é favorecida pela proximidade entre o setor produtivo e os terminais de exportação.

O Oeste assume a posição de mesorregião com maior número de indústrias em SC. Este comportamento está associado, principalmente, à disponibilidade de matérias-primas locais utilizadas nas atividades industriais, viabilizando técnica e economicamente o desenvolvimento dos principais segmentos da região. Segundo os dados disponíveis no órgão ambiental de SC, entre as indústrias licenciadas no Oeste, grande parte são do setor agropecuário, metalúrgico, mineral e transformação química.

O V.I. e o Sul representam a segunda e terceira mesorregiões em números de indústrias e possuem características muito semelhantes em relação aos segmentos industriais. Em ambas as mesorregiões, do total de indústrias, aproximadamente 40% são do setor de transformação e 34% do setor mineral. Essas características estão associadas, principalmente, à estrutura portuária e a facilidade de acesso através da BR 101. O porto de Itajaí ocupa a terceira posição no ranking nacional de exportações de contêineres e é responsável por 80% do total exportado por SC (EMBRAPA, 2019). O interesse internacional em produtos oriundos do setor petrolífero e mineral, aliados à grande estrutura para movimento marítimo, deu condições para um adensamento relativamente alto de indústrias desses segmentos nas mesorregiões do V.I. e Sul. Isso se torna um fator relevante em termos de poluição do ar, pois além de estarem entre as mesorregiões com maior número de indústrias e densidades industriais no estado, possuem uma grande parcela de segmentos com alto potencial poluidor.

A mesorregião Norte é a mais populosa do estado, entretanto, não representa o maior número de indústrias totais e densidade industrial. Esta é a mesorregião com menor quantidade de

indústrias per capita em SC. Mesmo nessas condições, o Norte do estado possui características semelhantes ao V.I. e Sul, com grande representatividade de empresas do setor de transformação e mineral. Considerando os aspectos levantados, presume-se que, juntamente às mesorregiões Oeste, V.I. e Sul, o Norte também necessita de uma atenção especial no que tange o monitoramento de emissões de origem industrial. A G.F. e a Serra catarinense apresentam os menores números de indústrias e densidades industriais em SC, apesar da intensa urbanização nos municípios de Florianópolis e São José, bem como a elevada industrialização em Lages. As duas mesorregiões possuem número de indústrias e densidades industriais significativamente menores comparado às outras do estado. Entretanto, a G.F., mesorregião composta pela capital do estado e com flutuações de produção em relação à época do ano, tem o setor industrial bem diversificado, com grande densidade de empresas de tecnologia, que por sua vez, não se enquadram entre os segmentos potenciais emissores de poluentes atmosféricos. Porém, em relação a Serra, aproximadamente 80% do total de indústrias são do setor mineral, tornando-se um fator relevante em relação à qualidade do ar nessa mesorregião. Diferentemente da G.F., a região Serrana exige uma maior atenção em relação ao monitoramento de emissões atmosféricas de origem industrial. Vale ressaltar que este levantamento foi realizado com base na classificação de impactos conforme a CONSEMA 98/2017. É desconhecido o critério adotado para classificar as indústrias com potencial de impacto Pequeno (P), Médio (M) ou Grande (G) por tal resolução. No presente estudo, foram utilizadas apenas as indústrias com potencial de emissão G. No entanto, é possível que existam indústrias que são classificadas em outras categorias e emitam grandes quantidades de poluentes. O inverso também pode ocorrer, onde indústrias com potencial G emitam em baixa taxa.



INDÚSTRIAS EMISSORAS DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS NAS CIDADES DE SC

A urbanização e industrialização em algumas cidades do estado desencadeiam uma série de impactos negativos que ultrapassam as fronteiras municipais e atingem níveis mesorregionais e estaduais. Nesse caso, a qualidade do ar em cidades menos urbanizadas e menos industrializadas pode ser drasticamente afetada pelas regiões mais desenvolvidas. A Tabela 4 apresenta os 20

municípios com maiores números de indústrias de grande porte com potencial de emissão em SC. O ranking completo de número de indústrias de grande porte com potencial de emissão nos municípios catarinenses é apresentado na tabela 6 (apêndice A). A Figura 8 mostra a distribuição espacial do número de indústrias para os municípios do estado.

MESORREGIÃO	Nº DE INDÚSTRIAS
Criciúma	28
Joinville	25
Chapecó	19
Lages	17
Xanxerê	14
Jaraguá do Sul	14
Concórdia	14
Rio de Sul	13
Içara	13
Itajaí	12
Palhoça	11
Urussanga	10
Pomerode	10
Pinhalzinho	10
Joaçaba	10
Blumenau	10
Santa Cecília	09
Navegantes	09
Correia Pinto	09
Araquari	08

Tabela 4 _ Ranking das 20 cidades com maior quantidade de indústrias com potencial de emissão de poluentes atmosféricos em SC.

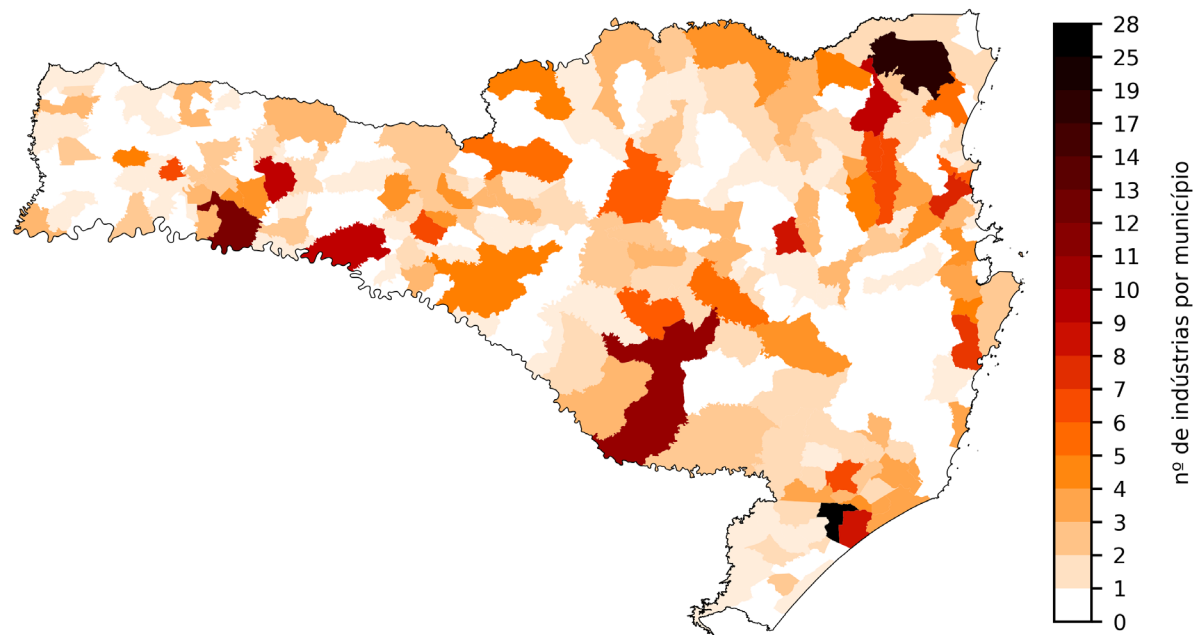


Figura 8 _ Distribuição espacial das indústrias nos municípios de SC.

As cidades mais industrializadas, além de serem precursoras de impactos negativos em uma escala local, podem impactar significativamente os municípios no seu entorno.

Cinco dos vinte municípios apresentados na Tabela 4 são localizadas na mesorregião Oeste, 4 no V.I., 4 na Serra, 3 no Norte, 3 no Sul e 1 na G.F.. Nesse caso, corroborando com as informações reportadas no item anterior do relatório, presume-se que, até o presente momento, o Oeste, V.I., Norte e Sul possuem a maior representatividade no setor industrial de SC; considerando as mesorregiões de maneira geral, bem como a quantidade de municípios potenciais poluidores do ar.

A Tabela 4 apresenta o município de Criciúma e Chapecó entre as 3 cidades com maiores números de indústrias de grande porte com potencial de emissão em SC. Vale ressaltar que, em ambos os municípios, as empresas de micro e pequeno

porte representam aproximadamente 99% dos negócios internos (SEBRAE, 2018; SEBRAE, 2013). Nesse caso, a representatividade das empresas enquadradas no presente trabalho pode ser muito pequena em relação ao total desses municípios. Esse pode ser um fator agravante em relação à qualidade do ar; em muitos casos, as empresas de menor porte não possuem enquadramento nas categorias de potenciais emissoras, entretanto, podem ser precursoras de taxas consideráveis de emissão. Essa situação, possivelmente, se estende ao longo do estado, onde as grandes cidades possuem um número elevado de empresas que, levando em consideração apenas o porte e tipo de atividade, não enquadram-se na legislação como potenciais emissoras de poluentes atmosféricos. Essas condições reforçam a necessidade de monitoramento da qualidade do ar nos grandes centros urbanos de SC.



Foto por Leonardo Hoinaski (LCQAR)



LEVANTAMENTO PRELIMINAR DAS EMISSÕES INDUSTRIAIS EM SC



LEVANTAMENTO PRELIMINAR
DAS EMISSÕES INDUSTRIAIS EM SC

Foto por Leonardo Hoinaski (LCQAR)

No que diz respeito às taxas de emissões das industriais em SC, até o presente momento, foi possível levantar apenas uma parcela dos dados disponibilizados pelo IMA e SDE. A compilação desses dados requer o acesso a documentos em formato pdf. Não existe um padrão nas metodologias de quali/quantificações nos laudos de emissão protocolados no IMA. É comum que algumas informações importantes não sejam encontradas nos laudos de emissão. O inventário será realizado de maneira continuada ao longo dos anos. Nesta seção são apresentadas as taxas de emissões das indústrias levantadas até o momento, que representam 13,7% do total de indústrias de grande porte com potencial poluidor encontradas no território de SC.

Considerando o cenário atual do levantamento, quando comparada a quantidade de indústrias com e sem monitoramento em SC, nota-se um elevado número de segmentos em operação que não realizam ou não foi encontrada a medição de suas emissões atmosféricas; a Figura 9 permite a visualização espacial dos empreendimentos que realizam o monitoramento das emissões.

Através da Figura 9, nota-se que o número de empreendimentos sem informações é grande. Este é um grave problema no estado, uma vez que, não é possível gerir a qualidade do ar, bem como os consequentes impactos ambientais e de

saúde pública, sem as devidas medições. Ainda, é possível observar que, nas regiões mais afastadas dos grandes centros urbanos do estado, existe uma grande quantidade de indústrias sem monitoramento das emissões atmosféricas, sendo a maior parte localizada no Oeste, que coincidentemente, é a mesorregião com maior densidade industrial do estado.

A Tabela 8 (anexo B) apresenta as indústrias consideradas no levantamento das taxas de emissões. A Figura 10 (a-e) apresenta as taxas de emissões de MP, COV, NO_x, SO_x, CO e CO₂ considerando as indústrias da Tabela 8, segregadas por ID.

A Tabela 5 mostra uma comparação entre as emissões oriundas de queima de biomassa (2017), veiculares (2017) e industriais (este estudo) em SC. Os dados de emissões veiculares e de queima de biomassa (queimadas) foram obtidos nos relatórios também realizados pelo presente projeto. É possível verificar que as emissões por veículos e queimadas são muito superiores ao somatório das taxas de emissões das indústrias levantadas até o momento. Entre os poluentes, vale enfatizar a taxa de emissão de NO_x. Apesar de que a taxa deste último poluente seja inferior à de CO e CO₂, o efeito na saúde causado por este poluente ocorre em concentrações muito baixas, conforme consta na Resolução CONAMA 491 de 2018.

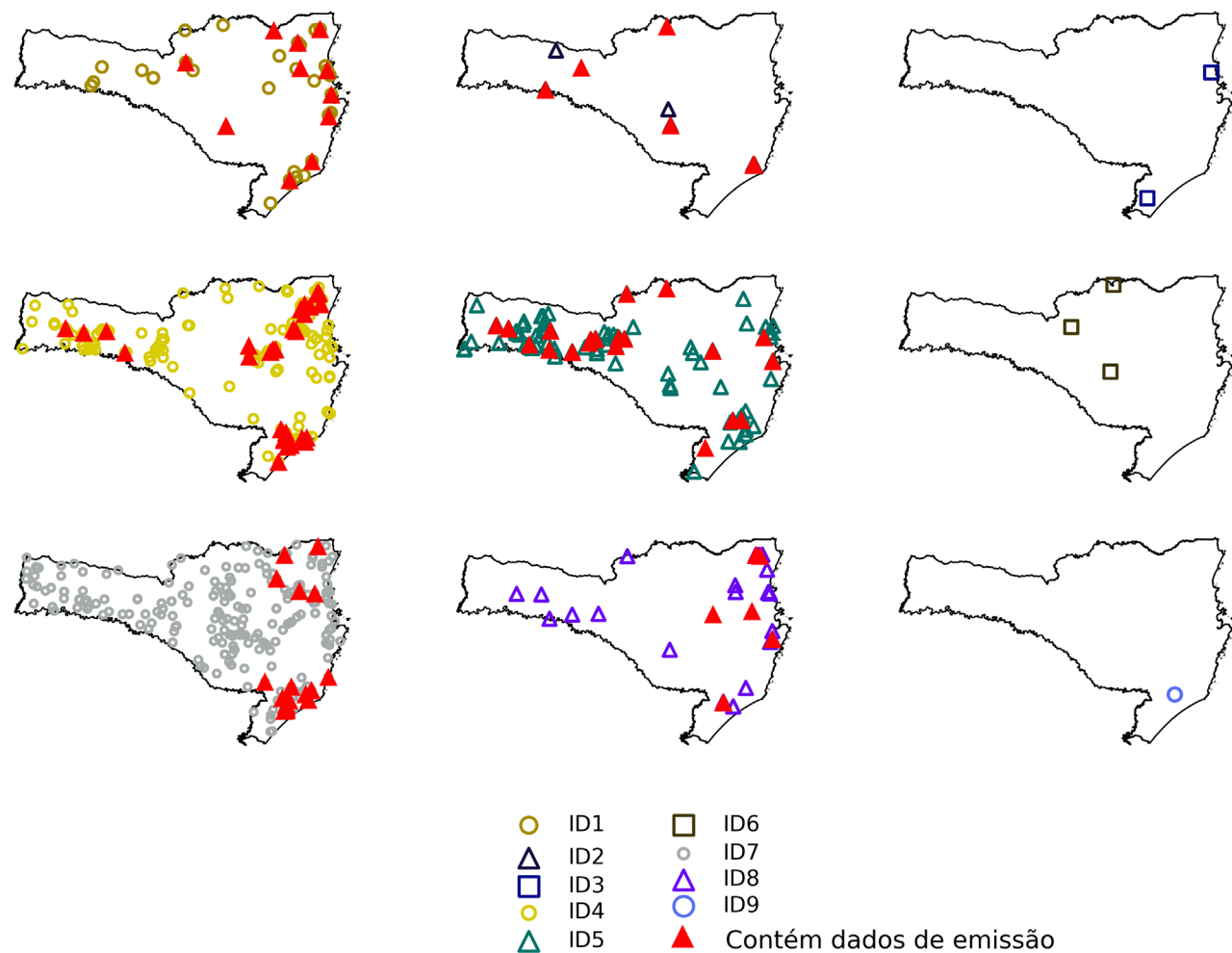


Figura 9 _ Comparação de empresas com e sem monitoramento de emissões atmosféricas em SC, considerando todos os ID's de segmentos industriais.

EMISSOR	CO [10 ³ ton/ano]	CO ₂ [10 ³ ton/ano]	NO _x [10 ³ ton/ano]	MP [10 ³ ton/ano]
Queimadas	524,8	9.768,0	28,5	53,4 ¹
Veículos	126,0	4.996,5	57,2	2,1
Indústrias	2,4	176,1	1,45	2,1

[1 _ Emissão de MP_{2,5}]

Tabela 5 _ Quadro comparativo entre emissões de queimadas, veiculares e industriais em SC.

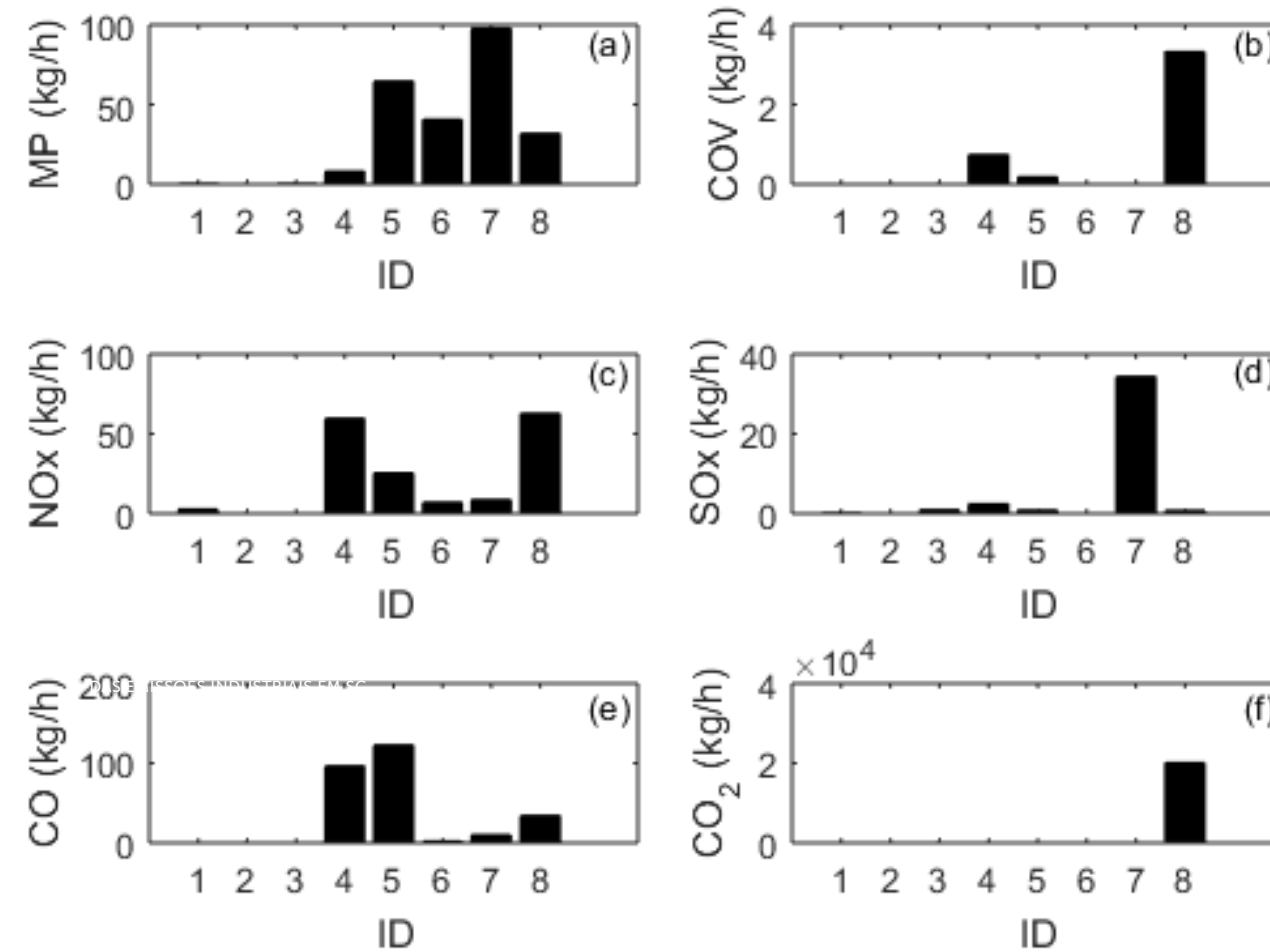


Figura 10 _ (a-f) Taxas de emissões industriais até o presente momento, segregadas por ID.

É possível observar que alguns segmentos industriais, mesmo com poucas unidades contabilizadas, possuem influência sobre as emissões de origem industrial em SC. Nesse caso, os ID 4 e 5 apresentaram representatividade nas emissões de praticamente todos os poluentes, com exceção do CO₂; esse comportamento pode ser justificado pelos tipos de processos adotados nas indústrias de transformação química, alimentícias e agropecuárias.

Os segmentos de mineração e metalúrgico tiveram os maiores números de indústrias con-

sideradas nos cálculos de emissões e mostraram forte contribuição nas emissões de praticamente todos os poluentes.

Entretanto, a partir da tabela 5, verifica-se que, comparadas às emissões de queimadas e veiculares, ainda é muito baixa a contribuição das indústrias. Porém, conforme mencionado anteriormente, foram contabilizados um número baixo de indústrias e, ainda, não são conhecidas de forma adequada as taxas de emissões periódicas das indústrias em SC. Nesse caso, possivelmente serão observados outros comportamen-

tos ao longo do levantamento e estimativas das emissões industriais.

Em algumas regiões de alto fluxo veicular e/ou com elevada incidência de fogo, a contribuição das emissões industriais pode afetar negativamente ainda mais a qualidade do ar.

De fato, o inventário de emissões industriais, bem como os inventários de queimadas e veiculares, são necessários para definir vias de acesso ao governo do estado em relação aos cenários mais sólidos (atuais e futuros) para SC atingir condições de desenvolvimento mais sustentáveis e transparentes, considerando fatores socioeconômicos e possibilitando uma análise transversal entre a gestão da qualidade do ar, a economia e o bem estar da sociedade.

A Figura 11 a -e) mostra a localização espacial das taxas de emissões de MP, CO, COV, NO_x e SO_x consideradas no levantamento. Nesta figura, os círculos maiores representam maiores taxas de emissões. É possível verificar focos de emissão de MP com as maiores taxas no Sul, Oeste e Norte. No Sul do estado apresenta um maior adensamento de emissões de MP.

O CO apresenta focos com as maiores taxas no Norte V.I. e Oeste, majoritariamente. As emissões levantadas até o momento que possuem taxa elevada de COV estão adensadas no V.I. e Norte do estado, assim como as de NO_x. Em relação ao SO_x, as indústrias que foram encontrados laudos de emissão com taxas de emissões deste poluente estão no sul.

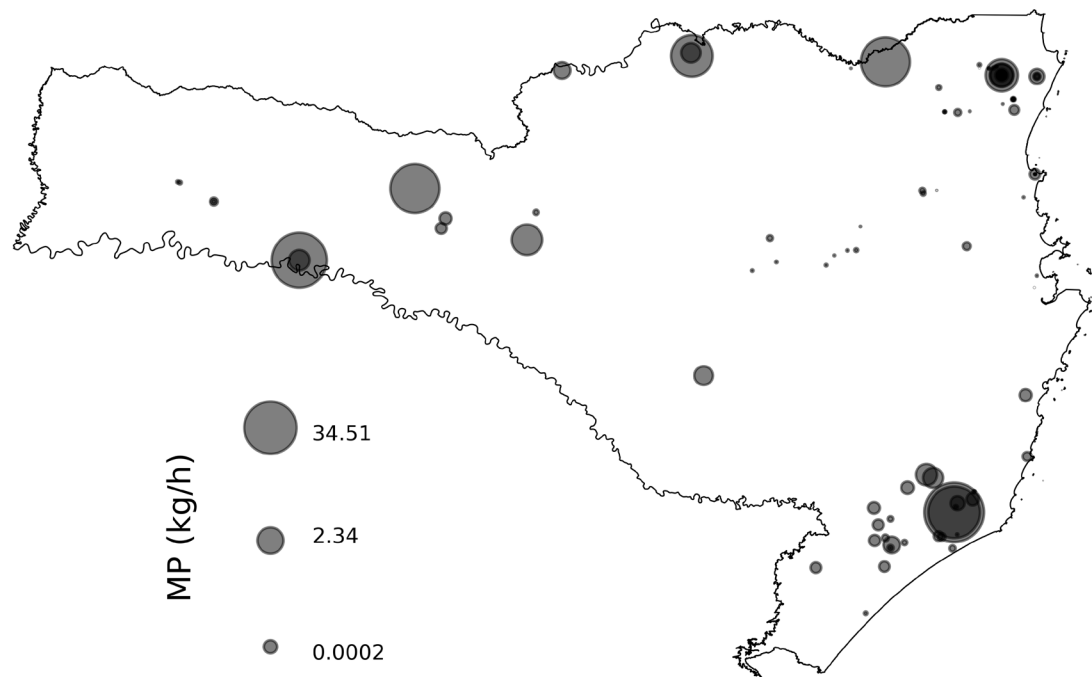


Figura 11 _ a) Emissões industriais de MP no estado de SC. Dados de indústrias que foram encontrados os laudos de emissão.

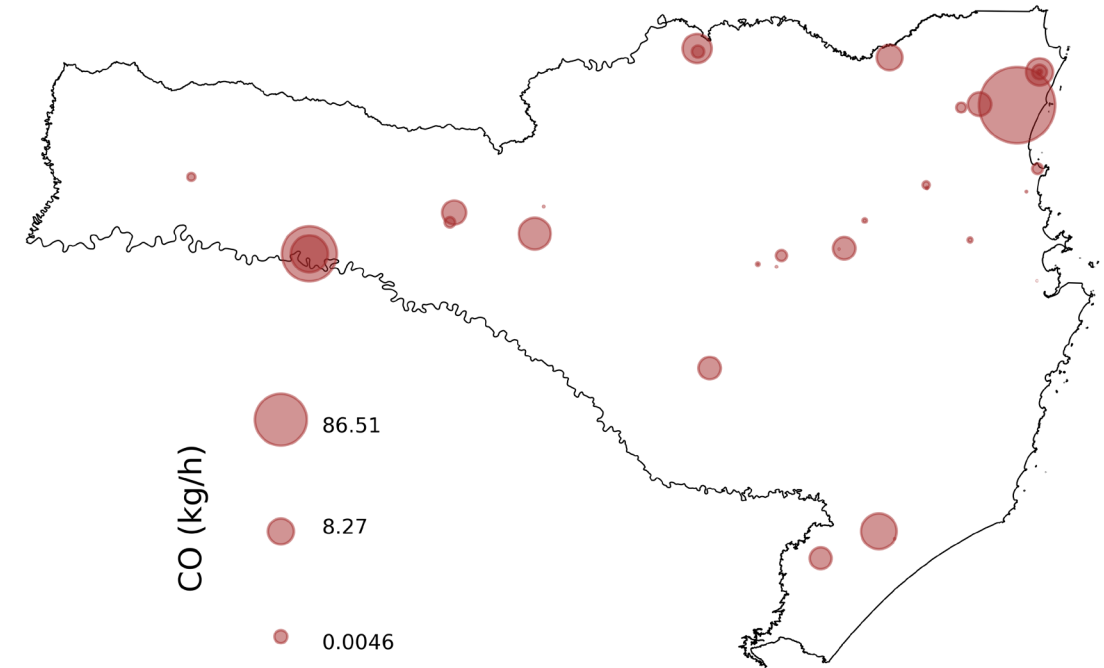


Figura 11 _ b) Emissões industriais de CO no estado de SC. Dados de indústrias que foram encontrados os laudos de emissão.

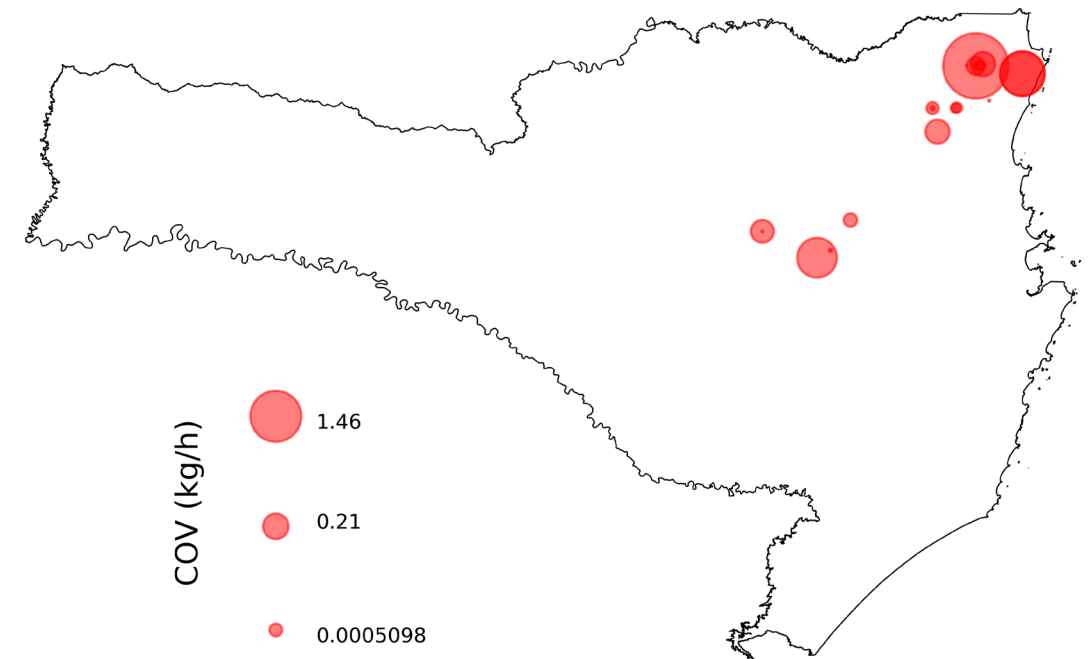


Figura 11 _ c) Emissões industriais de COV no estado de SC. Dados de indústrias que foram encontrados os laudos de emissão.

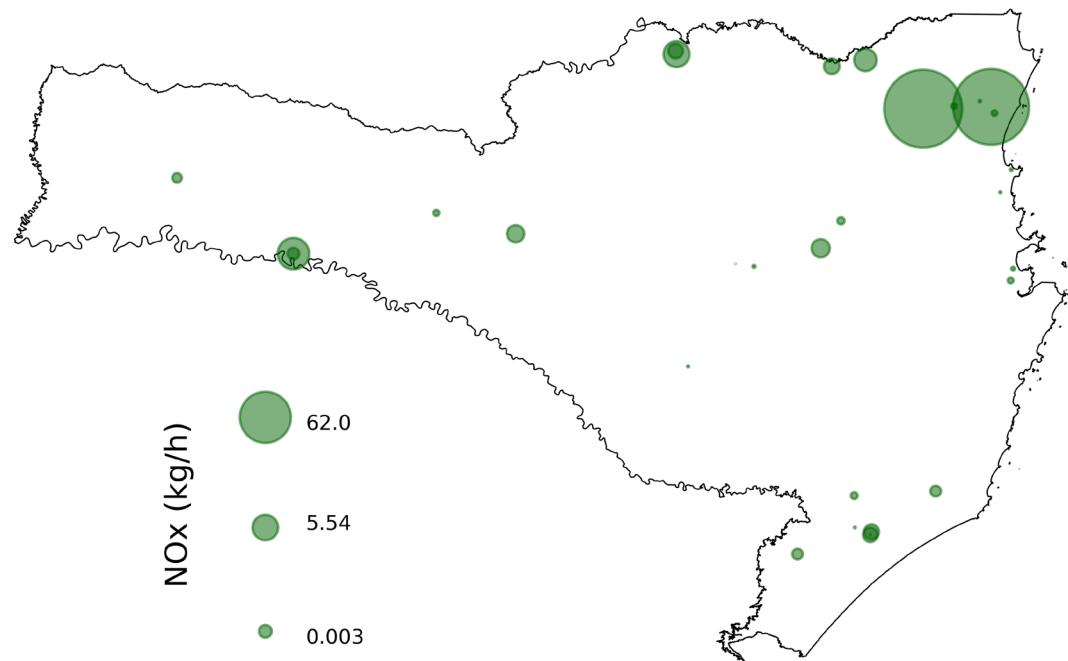


Figura 11 _ d) Emissões industriais de NO_x no estado de SC. Dados de indústrias que foram encontrados os laudos de emissão.

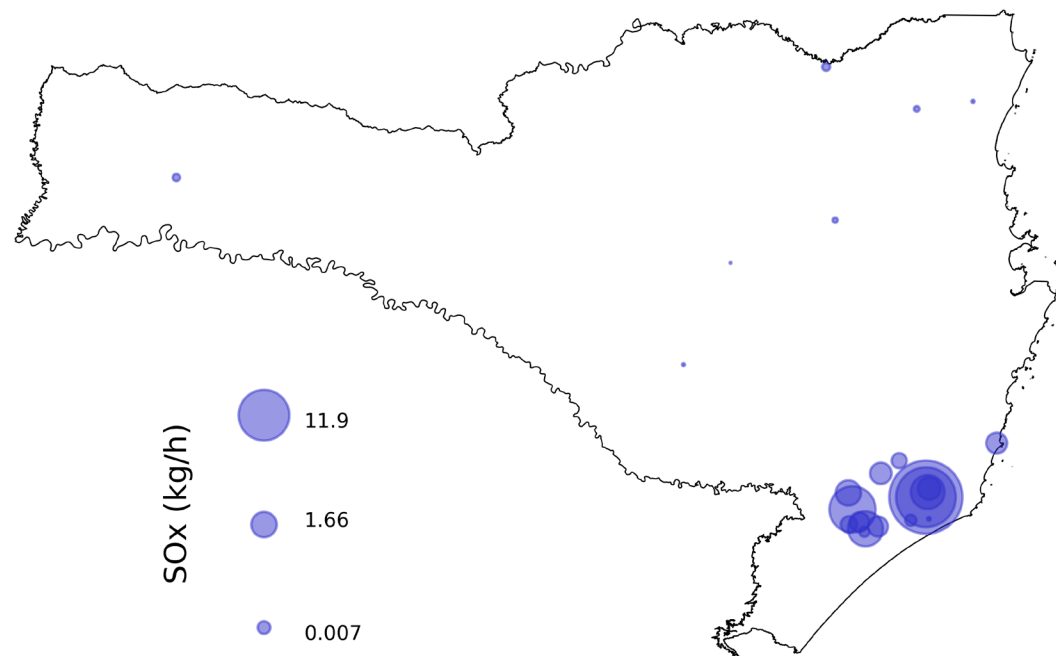


Figura 11 _ e) Emissões industriais de SO_x no estado de SC. Dados de indústrias que foram encontrados os laudos de emissão.

considerações finais

Este estudo apresenta um inventário preliminar das emissões industriais no estado de SC. Foram levantadas indústrias que possuem impacto na qualidade do ar Grande (G), conforme classificação da resolução CONSEMA. Laudos de emissão fornecidos pela cooperação entre IMA e SDE foram compilados, constituindo o primeiro levantamento de emissões industriais do estado de SC. A magnitude e a disposição espacial dos potenciais degradadores da qualidade do ar e, em parte, suas respectivas emissões foram apresentadas no documento.

O levantamento realizado neste trabalho evidencia que existe a predominância de indústrias nas mesorregiões Oeste, V.I. e Sul. Esse fator é agravado pelo número de indústrias dos segmentos que possuem potencial de degradação da qualidade do ar nestas mesorregiões.

O Oeste pode ser considerada a mesorregião com maior potencial de poluição de origem industrial. Esta mesorregião apresentou os maiores números de indústrias. As mesorregiões V.I. e Sul também possuem um número de indústrias muito significativas para SC. Essas regiões possuem características semelhantes ao Oeste em relação aos tipos de segmentos industriais.

As regiões da G.F. e Serrana apresentam os

menores números de indústrias. Entretanto, a G.F possui um número muito reduzido de indústrias potenciais emissoras.

Entre as cidades catarinenses, as que possuem maior urbanização, na maioria dos casos, são as que possuem maiores números de indústrias, com exceção dos municípios da G.F.. São destacados os municípios de Criciúma, Chapecó, Joinville, Blumenau, Jaraguá do Sul, Lages, Itajaí, entre outros.

Verificou-se um adensamento de emissões de SO_x e MP nas cidades do Sul, além das maiores taxas desses poluentes. No Norte e V.I. as maiores emissões de NO_x, CO e COV. O Oeste apresenta emissões de MP e CO com taxas significativas.

Este trabalho é um pontapé inicial dos estudos sobre emissões industriais e gestão da qualidade do ar em SC; servirá como subsídio para tomada de decisão por gestores estaduais e municipais, no sentido de definir as áreas prioritárias e controlar os impactos na qualidade do ar de maneira generalizada. Além disso, o documento poderá ser utilizado como base de pesquisas científicas na área. As informações aqui apresentadas possuem dados importantes para auxiliar na confecção de um plano de gestão da qualidade do ar para SC.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA (AGEITEC). Fábrica de rações. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000fc69luvv02wx5eo0a2ndxyagjbq0z.html. Acesso em: 03 set. 2019.

RAGOTHAMAN, A; ANDERSON, W. A. Air Quality Impacts of Petroleum Refining and Petrochemical Industries. *Environments*, v. 4, n. 3, p. 66, 2017. <https://doi.org/10.3390/environments4030066>

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Qualidade do Ar. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar>.

DEWULF, J.; VAN LANGENHOVE, H.; WITTMANN, G. Analysis of volatile organic compounds using gas chromatography. *Trends in Analytical Chemistry*, v. 21, n. 9 e 10, p. 637-646, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0165-9936\(02\)00804-X](https://doi.org/10.1016/S0165-9936(02)00804-X)

EMBRAPA. Porto de Itajaí. Disponível em: https://www.embrapa.br/macrologistica/exportacao/porto_itajai. Acesso em: 03 set. 2019.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA). Air pollutants and global effects 2016. Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/publications/2599XXX/page009.html>. Acesso em: 10 abr. 2019.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA). The European Environment, State of Outlook: Air Pollution. 2010. 42p. Disponível em: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=%2BM0TdkxG7V8%3D&tabid=467&language=el-GR>. Acesso em: 10 abr. 2019.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (FIESC). Santa Catarina Industrial. Disponível em: http://www2.fiescnet.com.br/web/pt/site_topo/pei/info/santa-catarina-industrial. Acesso em 10 set. 2019.

GUTTIKUNDA, S. K. et al. Air quality, emissions, and source contributions analysis for the Greater Bengaluru region of India. *Atmospheric Pollution Research*, v. 10, n. 3, p. 941–953, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.01.002>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Brasil em síntese.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Industrial 2013.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE (IEMA). Primeiro Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil. 2014. Disponível em: http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/Rosana/Diagnostico_Qualidade_do_Ar_Versao_Final_Std.pdf. Acesso em: 29 set. 2019.

MING-HO, Y. *Environmental Toxicology: biological and health effects of pollutants*. 2. ed. Boca Raton: CRC Press LLC, 2005. 339p. ISBN 156670670X

SEBRAE. Chapecó em números (2018). Disponível em: <<https://web.chapeco.sc.gov.br/documentos/?f=/Documentos/Desenvolvimento%20Economico%20e%20Turismo/Chapec%C3%B3%20em%20n%C3%BAmeros/Chapec%C3%B3%20em%20n%C3%BAmeros%20ed%202018.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2019.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CONSEMA – Resolução CONSEMA Nº 98 de 5 de maio de 2017. Disponível em: <http://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/consema/legislacao/resolucoes/654--56/file>. Acesso em: 30 mar. 2020.

RAVINDRA, K.; SINGH, T.; MOR, S. Emissions of air pollutants from primary crop residue burning in India and their mitigation strategies for cleaner emissions. *Journal of Cleaner Production*, v. 208, n. x, p. 261–273, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.031>.

SUN, X. et al. Development of emissions inventory and identification of sources for priority control in the middle reaches of Yangtze River Urban Agglomerations. *Science of the Total Environment*, v. 625, p. 155–167, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.103>.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Air Emissions Factors and Quantification. Disponível em: <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>. Acesso em: 24 abr. 2019.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Technical Overview of Volatile Organic Compounds. April, 2017. Disponível em: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/technical-overview-volatile-organic-compounds#2>. Acesso em: 29 abr. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Air pollution levels rising in many of the world's poorest cities. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/detail/12-05-2016-air-pollution-levels-rising-in-many-of-the-world-s-poorest-cities>. Acesso em: 29 abr. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Air Quality Guidelines Global Update 2005. 2005. ed. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2006. Disponível em: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1. Acesso em: 24 abr. 2019.

ZHAO, Y. et al. Quantifying the uncertainties of China's emission inventory for industrial sources: From national to provincial and city scales. *Atmospheric Environment*, v. 165, p. 207–221, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.06.045>.

ZHONG, Z. et al. Recent developments of anthropogenic air pollutant emission inventories in Guangdong province, China. *Science of the Total Environment*, v. 627, p. 1080–1092, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.268>.

ZHOU, Y. et al. A new statistical approach for establishing high-resolution emission inventory of primary gaseous air pollutants. *Atmospheric Environment*, v. 94, p. 392–401, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.05.047>.



**APÊNDICE A:
NÚMERO DE INDÚSTRIAS
PONTENCIAIS EMISSORAS NAS
CIDADES CATARINENSES**

MUNICÍPIOS	Nº DE INDÚSTRIAS
Criciúma	28
Joinville	25
Chapecó	19
Lages	17
Xanxerê	14
Jaraguá do Sul	14
Concórdia	14
Rio do Sul	13
Içara	13
Itajaí	12
Palhoça	11
Urussanga	10
Pomerode	10
Pinhalzinho	10
Joaçaba	10
Blumenau	10
Santa Cecília	9
Navegantes	9
Correia Pinto	9
Araquari	8
Caçador	8
Otacílio Costa	8
São José	7
Porto União	7
Campos Novos	7
Maravilha	7
São Bento do Sul	7
Indaial	7
Morro da Fumaça	6
Luzerna	6
Bom Retiro	6
Brusque	6
Cordilheira Alta	6
Mafra	6
Xaxim	6
Tijucas	6
Vargem Bonita	6
Treze Tilias	6
Jaguaruna	5
Capivari de Baixo	5
Siderópolis	5
Gaspar	5
Tubarão	5
Biguaçu	5
Sangão	5

MUNICÍPIOS	Nº DE INDÚSTRIAS
Imbituba	5
Timbó	5
Itapiranga	4
Guatambu	4
Canoinhas	4
Taio	4
Ibirama	4
Lontras	4
Nova Itaberaba	4
Cocal do Sul	4
Iomere	4
Capinzal	4
Capão Alto	4
Abelardo Luz	4
São Cristovão do Sul	4
Camboriu	4
Pouso Redondo	4
São Jose do Cedro	4
Braco do Norte	4
Rio Negrinho	4
Vidal Ramos	4
Videira	4
São Lourenço do Oeste	4
Ibicare	3
São Joaquim	3
Curitibanos	3
Quilombo	3
Águas Frias	3
Água Doce	3
Sombrio	3
Botuvera	3
Florianópolis	3
Pedras Grandes	3
Seara	3
Doutor Pedrinho	3
Três Barras	3
Ponte Alta do Norte	3
Monte Castelo	3
Schroeder	3
Coronel Freitas	3
Palmitos	3
São Miguel do Oeste	3
Agrolândia	2
Campo Belo do Sul	2
Turvo	2

Tabela 6 _ Número de indústrias de grande porte com potencial de emissão nos município de SC.

MUNICÍPIOS	Nº DE INDÚSTRIAS
Barra Velha	2
Urubici	2
Bocaina do Sul	2
Guarujá do Sul	2
Catanduvas	2
Bom Jardim da Serra	2
Guaramirim	2
Treviso	2
Gravatal	2
Garuva	2
Fraiburgo	2
Iguaçu	2
Treze de Maio	2
Faxinal dos Guedes	2
Campo Alegre	2
Sao Francisco do Sul	2
Rio dos Cedros	2
Salto Veloso	2
Ouro	2
Orleans	2
Nova Veneza	2
Penha	2
Ponte Alta	2
Massaranduba	2
Maracaja	2
Sao Ludgero	2
Rodeio	2
Palmeira	2
Itaiópolis	2
Balneário Gaivota	1
Vitor Meireles	1
São Carlos	1
Papanduva	1
Paraíso	1
Agronômica	1
Campo Ere	1
Paulo Lopes	1
São João Batista	1
Planalto Alegre	1
São Jose do Cerrito	1
São João do Oeste	1
Braço do Trombudo	1
Balneário Piçarras	1
Arroio Trinta	1
Ponte Serrada	1

MUNICÍPIOS	Nº DE INDÚSTRIAS
Praia Grande	1
Rio das Antas	1
Bom Jesus	1
Aurora	1
Balneário Arroio do Silva	1
Salete	1
Saltinho	1
Benedito Novo	1
Balneário Camboriu	1
Irineópolis	1
Celso Ramos	1
Paial	1
Ipira	1
Ita	1
Imbuia	1
Timbe do Sul	1
Timbó Grande	1
Itapema	1
Ituporanga	1
Ibiam	1
Jabora	1
Jacinto Machado	1
Tangara	1
Guaraciaba	1
Guabiruba	1
Jose Boiteux	1
Lacerdópolis	1
Xavantina	1
Galvão	1
Lauro Muller	1
Forquilha	1
Major Gercino	1
Major Vieira	1
Erval Velho	1
Dionísio Cerqueira	1
Cunha Porã	1
Meleiro	1
Modelo	1
Morro Grande	1
Saudades	1
Nova Erechim	1
Cerro Negro	1
Iporã do Oeste	1

Tabela 6 _ Número de indústrias de grande porte com potencial de emissão nos município de SC.



Foto por Leonardo Hoinaski (LCQAR)



DESCRIÇÃO ID	PROCESSOS
ID1 _ PROCESSAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	<ul style="list-style-type: none"> Combustão externa Incineração de lodo de esgoto Incineração de resíduos de saúde Aterros municipais de resíduos sólidos Queima aberta Incineração de peças automotivas Queimadores cônicos
ID2 _ FONTES ESTACIONÁRIAS DE COMBUSTÃO INTERNA	<ul style="list-style-type: none"> Turbinas a gás estacionárias Motores alternativos a gás natural Indústrias de motores a diesel e gasolina Fontes estacionárias a diesel Motores flex-fuel
ID3 _ INDÚSTRIA DO PETRÓLEO	<ul style="list-style-type: none"> Refinarias de petróleo Transporte e comércio de produtos líquidos de petróleo Processamento de gás natural
ID4 _ TRANSFORMAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS	<ul style="list-style-type: none"> Carbono negro Explosivos Tintas e vernizes Plásticos Tinta de impressão Sabonetes e detergentes Fibras sintéticas Borracha sintética Ácido tereftálico Alquil chumbo Produtos farmacêuticos Ureia Nitrato de amônia Sulfato de amônia Ácido hidrocloreídrico Fertilizantes fosfatados Ácido nítrico Ácido fosfórico Ácido sulfúrico Carbonato de sódio Recuperação sulfúrica Amônia sintética

Tabela 7 _ Processos envolvidos em cada ID de segmentos industriais.

DESCRIÇÃO ID	PROCESSOS
ID5 _ INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E PRODUTOS AGROPECUÁRIOS	<ul style="list-style-type: none"> Operações de colheita Ração animal Preparação de produtos animais e carne Queijo natural e processado Descaroçamento de algodão Preservação de frutas e vegetais Processamento de grãos Produtos de confeitaria Óleo vegetal processado Bebidas Alimentos diversos e produtos afins Bronzeamento de couro
ID6 _ INDÚSTRIA MADEIREIRA	<ul style="list-style-type: none"> Polpa de madeira química Madeira compensada Madeira reconstituída Carvão vegetal Preservação de madeira Produtos de madeira
ID7 _ INDÚSTRIA DE PRODUTOS MINEIRAIAS	<ul style="list-style-type: none"> Fabricação de argila cerâmica Sinterização de argila e cinzas volantes Mineração de carvão de superfície ocidental Limpeza de cola Conversão de carvão Dosagem de concreto Fabricação de fibra de vidro Fabricação de vidro Fabricação de gesso Fabricação de cal Fabricação de lã mineral Agregado leve Processamento de rocha fosfática Processamento de diatomita Processamento de minério de taconita Processamento de minerais metálicos Processamento de argila Processamento de Talco Processamento de feldspato Processamento de vermiculita Fabricação de Perlite Fabricação de abrasivos

Tabela 7 _ Processos envolvidos em cada ID de segmentos industriais.

DESCRIÇÃO ID	PROCESSOS
ID8 _ INDÚSTRIA METALÚRGICA	<ul style="list-style-type: none"> Produção de alumínio primário Fundição de Cooper Primária Produção de ferro-liga Produção de ferro e aço Fundição de chumbo primário Fundição de zinco Operações Secundárias de alumínio Fundição e ligas secundárias Fundições de ferro fundido Processamento secundário de chumbo Fundição secundária de magnésio Fundições de aço Processamento secundário de zinco Produção de bateria de armazenamento Produção de óxido de chumbo e pigmento Produtos diversos de chumbo Trituração e moagem de minério de chumbo Soldagem a arco elétrico Galvanoplastia
ID9 _ TERMINAL DE CARGA FERROVIÁRIA	Terminal de carga ferroviária

Tabela 7 _ Processos envolvidos em cada ID de segmentos industriais.



LABORATÓRIO DE CONTROLE DA QUALIDADE DO AR