



AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS EMISSÕES
VEICULARES, QUEIMADAS, INDUSTRIAIS E NATURAIS
NA QUALIDADE DO AR EM SANTA CATARINA

ANO BASE 2021



AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS EMISSÕES
VEICULARES, QUEIMADAS, INDUSTRIAIS E NATURAIS
NA QUALIDADE DO AR EM SANTA CATARINA

— ANO BASE 2021 —

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

LCQAR | CTC | UFSC (Florianópolis)

Avaliação do impacto das emissões veiculares, queimadas, industriais e naturais na qualidade do ar em Santa Catarina - ano base 2021

Coordenação técnica Dr. Leonardo Hoinaski ; Florianópolis : LCQAR, 2022.

ISBN : 978-85-8328-156-6

1. Qualidade do Ar | 2. Emissões veiculares |
3. Queima de biomassa | 4. Emissões industriais |
5. Emissões naturais | 6. Meteorologia | 7. Sensoriamento remoto

I, Dr. Leonardo Hoinaski (Coordenador/autor do projeto)

II, Bianca Meotti

III, Camilo Bastos Ribeiro

IV, Otávio Nunes dos Santos

V, Fernando H. C. Rodella

VI, Robson Will

VII, Julia Placido Moore

VIII, Thiago Vieira Vasques

IX, Rafaela Chiminelli Borth

Contato

leonardo.hoinaski@ufsc.br

Tel: (48) 3721-4993



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



Bianca Meotti

Co-autor
Aluna de mestrado no Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA-UFSC)

meottibianca@gmail.com



Camilo Bastos Ribeiro

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

cb_ambiental@hotmail.com



Otávio Nunes dos Santos

Co-autor
Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA-UFSC)

otavio.ufsc93@gmail.com



Fernando H. C. Rodella

Co-autor
Designer editorial e graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UFSC

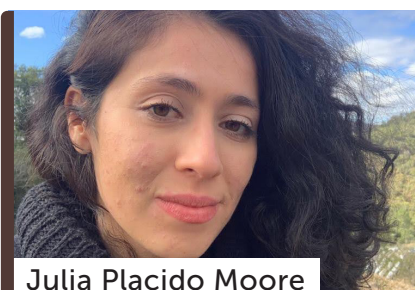
fernando.rodella@gmail.com



Robson Will

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

robsonwillfsc@gmail.com



Julia Placido Moore

Co-autor
Aluna de mestrado no Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA-UFSC)

moorepjuliaa@gmail.com



Thiago Vieira Vasques

Co-autor
Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA-UFSC)

vvthiago@hotmail.com



Rafaela Chiminelli Borth

Co-autor
Aluna de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UFSC

rafaborth@gmail.com

Além das mudanças climáticas, as evidências científicas associam a poluição do ar com graves impactos na saúde humana, principalmente nos grupos mais vulneráveis como crianças e idosos. No Brasil, mais de 51 mil mortes anuais prematuras ocorrem devido à poluição do ar, dificultando o desenvolvimento social e econômico. Mesmo que as leis e normas que sustentam o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) estejam delineadas, os setores ambiental, de saúde e planejamento urbano são carentes de governança e estrutura técnica para controlar os impactos da poluição do ar na maioria dos estados brasileiros. Segundo o recente estudo do World Resources Institute (WRI), um sistema de monitoramento e compartilhamento de dados é necessário para revelar a situação atual da qualidade do ar, bem como definir ações de controle nas diferentes regiões brasileiras (De Simioni et al., 2021).

Santa Catarina (SC) é o estado brasileiro com o maior número de indústrias per capita (29 indústrias para cada 10.000 habitantes) (IBGE, 2013). Além disso, segundo o Departamento Nacional de Trânsito, SC possui o maior número de carros por pessoa (DENATRAN, 2020). Vale salientar também que o estado alcançou a 9ª posição no ranking nacional de produção agrícola, apesar de concentrar apenas 1% do território nacional (IBGE, 2020). Mesmo tendo conhecimento que estas atividades trazem implicações na qualidade do ar, em SC poucas iniciativas foram tomadas para controlar tais impactos. O fato se torna mais crítico por não existir monitoramento público da concentração de poluentes atmosféricos, exceto os realizados para cunho científico, conforme levantamento do Ins-

tituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA, 2014). Frente a esta problemática, o Laboratório de Controle de Qualidade do Ar (LCQAr) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) está desenvolvendo o projeto “AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS EMISSÕES VEICULARES, QUEIMADAS, INDUSTRIAIS E NATURAIS NA QUALIDADE DO AR EM SANTA CATARINA”, que dará subsídios para a construção de um sistema de Gestão da Qualidade do Ar em SC.

O projeto tem o objetivo de estimar o impacto das emissões veiculares, industriais, naturais e de queimadas na qualidade do ar em SC. O LCQAr busca auxiliar no conhecimento das principais fontes emissoras de poluentes atmosféricos, bem como na prevenção de impactos na saúde e meio ambiente relacionados à má qualidade do ar nas diferentes regiões de SC. De fato, o desafio é complexo e exigirá esforços da comunidade acadêmica, iniciativas públicas e privadas. É o dever e objetivo principal do LCQAr atuar nesta causa.

Este documento faz parte de uma série de relatórios sobre as emissões atmosféricas em SC. Esta é a segunda versão que traz um conjunto de todos os inventários de emissões no estado de SC. Os inventários de emissão veicular e biogênicas são referentes ao ano de 2019. Entretanto, os inventários de emissões industriais e queimadas são referentes ao ano de 2020. Além disso, é apresentada a meteorologia de SC referente ao ano de 2019, fator essencial para entender as condições de dispersão e de concentração de poluentes em Santa Catarina. Por fim, um Plano de Controle de Emissões Atmosféricas é apresentado com o intuito de identificar áreas prioritárias para a gestão da qualidade do ar.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 _ Comparação entre população, área, frota veicular, densidade veicular e número de veículos per capita.	16
Tabela 2 _ Consumo de combustíveis nos estados de SC, PR, SP, RS, RJ e Brasil no ano de 2019.	16
Tabela 3 _ Consumo de combustíveis e frota veicular em SC, entre 2012 e 2019.	17
Tabela 4 _ Características das mesorregiões catarinenses. População, área, frota veicular, densidade veicular e veículos per capita no Vale do Itajaí, Oeste, Norte, Sul, Grande Florianópolis e Serrana.	18
Tabela 5 _ Consumo de combustíveis e frota veicular nas mesorregiões catarinenses para o ano de 2019.	18
Tabela 6 _ Comparação entre população, área, número total de indústrias no território, densidade e indústrias per capita nos estados de São Paulo (SP), Minas Gerais, Santa Catarina (SC), Rio Grande do Sul (RS), Paraná (PR) e Brasil.	19
Tabela 7 _ Taxas de emissões veiculares (ton./ano) em SC para os anos de 2016 a 2019.	26
Tabela 8 _ Taxas de emissões de NMHC (ton./ano) por processo de formação e categoria de veículo em SC para os anos de 2016 a 2019.	28
Tabela 9 _ Percentual de indústrias por IDs em SC.	33
Tabela 10 _ Somatório das taxas de emissões (kg/h) contabilizadas no levantamento de dados de 2020.	35
Tabela 11 _ Emissões pela queima de biomassa (ton./ano) em SC nos anos de 2016 a 2020.	39
Tabela 12 _ Taxa de emissão de origem biogênica referente ao ano de 2019 em SC.	45
Tabela 13 _ Número de pixels críticos considerando o poluente CO. Proporção de pixels majoritários para cada fonte emissora nos municípios.	65
Tabela 14 _ Número de pixels críticos considerando o poluente MP. Proporção de pixels majoritários para cada fonte emissora nos municípios.	66
Tabela 15 _ Número de pixels críticos considerando o poluente SO ₂ . Proporção de pixels majoritários para cada fonte emissora nos municípios.	67
Tabela 16 _ Classificação dos veículos de acordo com a motorização.	80
Tabela 17 _ Coeficientes aplicados na Curva de Sucateamento.	82
Tabela 18 _ Agrupamento dos tipos de combustíveis licenciados na frota veicular brasileira.	83
Tabela 19 _ Tipos de combustível por classe e ano do veículo.	85
Tabela 20 _ Consumo de Combustível por classe de Veículos no ano de 2012 em 10 ³ m ³ e porcentagem do consumo pela categoria.	85
Tabela 21 _ Fatores de Deterioração.	87
Tabela 22 _ Taxas de emissões veiculares nas mesorregiões catarinenses. Taxa de emissão total anual (ton.ano ⁻¹), taxa de emissão relativizada pela frota veicular (kg.veic ⁻¹ .ano ⁻¹) e taxa de emissão relativizada pela área territorial (ton.km ⁻² .ano ⁻¹).	89
Tabela 23 _ Estimativas medianas e extremas dos municípios catarinenses, por poluente e categoria de veículo.	93
Tabela 24 _ Ranking da emissão total por município e da emissão relativizada pela área territorial de cada município.	98
Tabela 25 _ Emissão total por município.	106
Tabela 26 _ Emissão de NMHC por processo de emissão nos municípios catarinenses.	124
Tabela 27 _ Segmentos industriais e códigos CONSEMA 98/2017 agrupados.	133
Tabela 28 _ Número de indústrias contabilizadas no inventário em cada município do estado de SC.	134
Tabela 29 _ Taxas de emissões industriais por municípios em SC.	141
Tabela 30 _ Emissão por queima de biomassa (ton./ano), foco de calor (unidade) e área queimada (km ²) nos municípios de SC referente ao ano de 2020.	151

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 _ Processo de poluição atmosférica.	12
Figura 2 _ Mesorregiões de SC.	15
Figura 3 _ Topografia e uso do solo em SC.	21
Figura 4 _ Índice de área foliar em SC.	22
Figura 5 _ Plant Functional Type em SC.	23
Figura 6 _ Percentual de contribuição de emissão de cada categoria Leves (L), Comerciais Leves (C.L.), Motocicletas (M), Pesados (P) no Estado de SC para o ano de 2019.	27
Figura 7 _ Taxas de emissões veiculares nas mesorregiões de SC.	29
Figura 8 _ Emissões de Hidrocarbonetos Não-Metano (NMHC) de origem veicular nas mesorregiões de SC para o ano de 2019.	30
Figura 9 _ Distribuição espacial dos empreendimentos com taxas de emissões.	34
Figura 10 _ Taxas de emissões industriais em SC, segregadas por ID.	35
Figura 11 _ Taxas de emissões industriais de MP e COV por ponto de monitoramento.	36
Figura 12 _ Taxas de emissões industriais de NO _x e SO _x por ponto de monitoramento.	36
Figura 13 _ Taxas de emissões industriais de CO por ponto de monitoramento.	37
Figura 14 _ Estimativas referentes ao ano de 2016 a 2020: a) ao número de focos de calor, b) área queimada, c) emissão de CO (ton./ano) e d) emissão de MP _{2,5} (ton./ano).	40
Figura 15 _ Número de focos de calor nos municípios de SC no ano de 2020.	41
Figura 16 _ Densidade de probabilidade de focos de calor em SC no ano de 2020.	41
Figura 17 _ Espacialização das áreas queimadas no estado de SC no ano de 2020.	42
Figura 18 _ Emissões por queima de biomassa (ton./ano) nos municípios de SC referente ao ano de 2020.	42
Figura 19 _ Emissões dos poluentes ISO, CO, HC ₃ , CH ₄ , NO e SO ₂ de origem biogênica em SC referente ao ano de 2019.	46
Figura 20 _ Temperatura média mensal (°C) para os meses centrais das quatro estações do ano de 2019.	50
Figura 21 _ Umidade específica média mensal (g/kg) para os meses centrais das quatro estações do ano de 2019.	51
Figura 22 _ Altura da camada limite média mensal (m) para os meses centrais das quatro estações do ano de 2019.	52
Figura 23 _ Velocidade e direção média mensal dos ventos (m/s) para os meses centrais das quatro estações do ano de 2019.	53
Figura 24 _ Precipitação média mensal (mm) para os meses centrais das quatro estações do ano de 2019.	54
Figura 25 _ Emissões totais de SO ₂ por tipo de fonte.	58
Figura 26 _ Classificação interquartil das emissões de SO ₂	59
Figura 27 _ Concentração dos poluentes no nível do solo de CO (a) e classificação interquartil das concentrações de CO (b).	60
Figura 28 _ Coeficiente de morbidade cardiovascular (a) e por classificação interquartil (b).	61
Figura 29 _ Coeficiente de morbidade respiratória (a) e por classificação interquartil (b).	62
Figura 30 _ Pontos críticos para o controle de emissões e gestão da qualidade do ar em SC.	63
Figura 31 _ Principal fonte emissora em cada pixel no estado de Santa Catarina.	64
Figura 32 _ Fluxograma da estimativa de emissão por exaustão utilizada no BRAVES.	76
Figura 33 _ Fluxograma da estimativa de emissão por evaporação utilizada no BRAVES.	77
Figura 34 _ Temperaturas médias das normais climatológicas dos municípios catarinenses.	79
Figura 35 _ Fração da frota remanescente ao processo de sucateamento.	82
Figura 36 _ Estimativa de emissão dos poluentes CO, HC, CH ₄ , NO _x , RCHO, MP, CO ₂ e N ₂ O das categorias de veículos leves (L), comerciais leves (C.L.), motocicletas (M) e pesados (P) para cada municípios de SC.	92
Figura 37 _ Estimativa de emissão dos poluentes CO, HC, CH ₄ , NO _x , RCHO, MP, CO ₂ e N ₂ O nos municípios de SC.	95
Figura 38 _ Taxas de emissões evaporativas de NMHC nas cidades catarinenses.	96
Figura 39 _ Estimativa de emissão dos poluentes CO, HC, CH ₄ , RCHO, NO _x , MP, N ₂ O e CO ₂ nos municípios de SC por unidade de área.	97
Figura 40 _ Estimativa de emissão de CO nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.	115
Figura 41 _ Estimativa de emissão de HC nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.	116
Figura 42 _ Estimativa de emissão de CH ₄ nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.	117
Figura 43 _ Estimativa de emissão de NO _x nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.	118
Figura 44 _ Estimativa de emissão de RCHO nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.	119
Figura 45 _ Estimativa de emissão de MP nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.	120
Figura 46 _ Estimativa de emissão de CO ₂ nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.	121
Figura 47 _ Estimativa de emissão de N ₂ O nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.	122
Figura 48 _ Mapa de localização das indústrias de grande porte em SC.	136
Figura 49 _ Mapa de localização das indústrias em SC, separados por ID.	137
Figura 50 _ Número de indústrias de grande porte com potencial de emissão nas mesorregiões de SC.	138
Figura 51 _ Proporção de indústrias de grande porte com potencial de emissão nas mesorregiões de SC.	139
Figura 52 _ Ranking das 20 cidades com maior quantidade de indústrias com potencial de emissão de poluentes atmosféricos em SC.	139
Figura 53 _ Distribuição espacial das indústrias nos municípios de SC.	140
Figura 54 _ Emissões biogênicas nos municípios de SC referente ao ano de 2019.	160

LISTA DE *SIGLAS*

ALD _ Aldeído	NCAR _ National Center for Atmospheric Research
ANFAVEA _ Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores	NH₃ _ Amônia
BC _ Carbono Negro	NMHC _ Hidrocarboneto Não Metano
CETESB _ Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (APENDICE)	NO _ Óxido de Nitrogênio
CH₄ _ Metano	NO₂ _ Dióxido de nitrogênio
CO₂ _ Dióxido de Carbono	NO_x _ Óxidos de Nitrogênio
CO _ Monóxido de Carbono	N₂O _ Óxido Nitroso
COV _ Compostos Orgânicos Voláteis	NR _ Átomos de carbon não-reativos / non-reactive atoms
DENATRAN _ Departamento Nacional de Trânsito	O₃ _ Ozônio
ETH _ Etano/ ethane	OC _ Carbono Orgânico
FD _ Fator de deterioração	OL₂ _ Eteno / Ethene
FE _ Fator de Emissão	OLI _ Olefinas internas / Internal olefins
FINN _ Fire Inventory from NCAR	OLT _ Olefinas terminais / Terminal olefins
FRP _ Potência Radiativa do Fogo	OMS _ Organização Mundial da Saúde
GF _ Grande Florianópolis	ORA1 _ Ácido fórmico / lower organic acids
GNV _ Gás Natural Veicular	ORA2 _ Ácidos acéticos e superiores / higher organic acids
HC _ Hidrocarbonetos Totais	PFT _ Plant Functional Type
HC₃ _ Hidrocarbonetos com 3 carbonos na cadeia	PR _ Estado do Paraná
HC₅ _ Hidrocarbonetos com 5 carbonos na cadeia	PROCONVE _ Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
HC₈ _ Hidrocarbonetos com 8 carbonos na cadeia	PROMOT _ Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares
HCHO _ Formaldeído	PRONAR _ Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
HNO₃ _ Ácido nítrico	RCHO _ Aldeídos
IBGE _ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	RJ _ Estado do Rio de Janeiro
IDHM _ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	RS _ Estado do Rio Grande do Sul
IGPB _ International Geosphere Biosphere Programme	SC _ Estado de Santa Catarina
ISO _ Isopreno	SO₂ _ Dióxido de Enxofre
KET _ Cetonas / ketones	SO_x _ Óxidos de Enxofre
LAI _ Leaf Area Index	SP _ Estado de São Paulo
LCQAr _ Laboratório de Controle da Qualidade do Ar	TOL _ Tolueno
MP _ Material Particulado	UFSC _ Universidade Federal de Santa Catarina
MP_{2,5} _ Material Particulado com diâmetro aerodinâmico inferior à 2,5 micrômetros	USEPA _ U.S. Environmental Protection Agency
MEGAN _ Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature	VCF _ Vegetation Continuous Fields
MODIS _ Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer	V.I. _ Vale do Itajaí
	WRI _ World Resources Institute
	WRF _ Weather Research and Forecasting Model

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	07
INTRODUÇÃO	12
O ESTADO DE SANTA CATARINA	14
DEMOGRAFIA E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	15
RELEVO, CLIMA, USO DO SOLO E VEGETAÇÃO	20
EMISSIONES VEICULARES	24
EMISSIONES INDUSTRIAIS	32
EMISSIONES PELA QUEIMA DE BIOMASSA	38
EMISSIONES BIOGÊNICAS	44
METEOROLOGIA E POLUIÇÃO DO AR	48
TEMPERATURA	49
UMIDADE ESPECÍFICA	50
ALTURA DA CAMADA LIMITE PLANETÁRIA	51
VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO	52
PRECIPITAÇÃO	54
PLANO DE CONTROLE DE EMISSIONES ATMOSFÉRICAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA	56
DADOS DE EMISSIONES	57
DADOS DE CONCENTRAÇÃO	60
DADOS DE INTERNAÇÕES HOSPITALARES	61
REGIÕES PRIORITÁRIAS	62
IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FONTES EMISSORAS	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	69
APÊNDICE A: METODOLOGIA DA ESTIMATIVA DAS EMISSIONES VEICULARES USANDO O BRAVES	74
APÊNDICE B: TAXAS DE EMISSIONES DE POLUENTES DE ORIGEM VEICULAR NAS MESORREGIÕES CATARINENSES	88
APÊNDICE C: EMISSIONES VEICULARES NAS CIDADES CATARINENSES	91
APÊNDICE D: EMISSIONES NAS CIDADES CATARINENSES SEGREGADAS PELA CATEGORIA VEICULAR	114
APÊNDICE E: EMISSIONES DE NMHC NAS CIDADES CATARINENSES SEGREGADAS POR PROCESSO DE EMISSÃO	123
APÊNDICE F: EMISSIONES INDUSTRIAIS	132
APÊNDICE G: EMISSÃO POR QUEIMA DE BIOMASSA NOS MUNICÍPIOS CATARINENSES	149
APÊNDICE H: EMISSIONES BIOGÊNICAS NOS MUNICÍPIOS DE SC	159
ANEXO A: ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO MODELO WRF	161

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a maioria das cidades que monitoram a qualidade do ar não atendem aos padrões estabelecidos para o bem-estar da saúde de seus habitantes (WHO, 2016). Além dos impactos negativos na saúde e meio ambiente, os danos causados pela poluição atmosférica também elevam os gastos do estado, devido ao aumento do número de atendimentos, internações hospitalares, uso de medicamentos, etc. (BRASIL, s.d.).

O ar se torna poluído quando a concen-

tração de um ou mais poluentes pode causar danos 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 deterioração da qualidade do ar pode ocorrer devido ao efeito combinado entre duas fontes, que isoladamente não causariam sua degradação. A Figura 1 exemplifica o processo de poluição do ar.

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 na prevenção e controle dos impactos negativos.

Para a elaboração de um plano de gestão da qualidade do ar, é necessário inventariar as emissões em uma determinada escala espaço-

-temporal. Os inventários possibilitam a identificação de fontes predominantes de emissão, o estudo de tendências anuais de redução ou aumento de emissão de determinados poluentes e avaliação do 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).

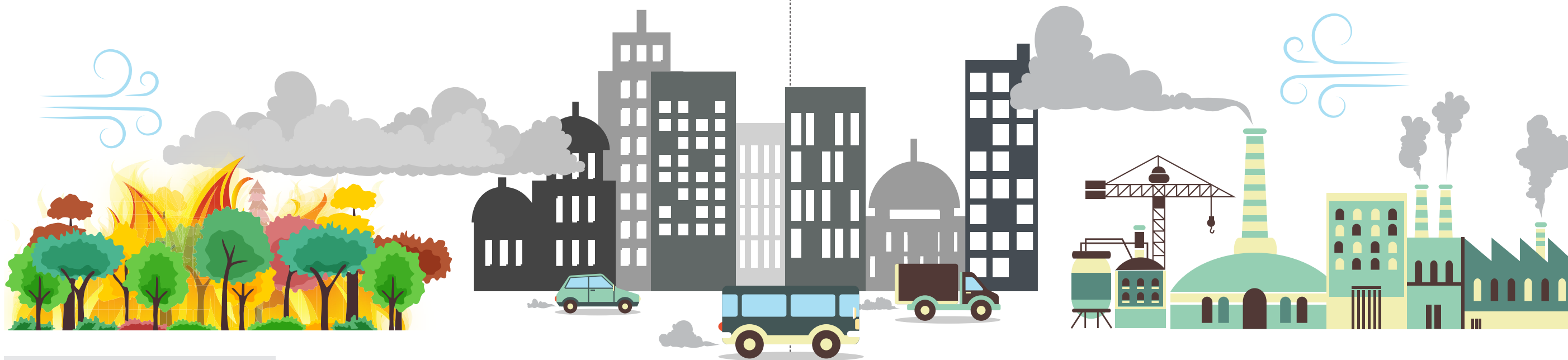


Figura 1 _ Processo de poluição atmosférica.

O ESTADO DE SANTA CATARINA



DEMOGRAFIA E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), SC possui 295 municípios, distribuídos em uma área de 95.730,684 km² (Figura 2). A população estimada para 2019 é de 7.164.788 hab., resultando na 7ª maior densidade demográfica nacional, com 74,84 hab./km² (IBGE, 2020). SC possui uma frota de 5.384.378 veículos rodoviários licenciados, sendo a 6ª maior frota nacional, com predomínio de veículos leves (DENATRAN, 2020).

Florianópolis é a capital de SC e pertence à mesorregião da Grande Florianópolis, com uma população estimada para 2019 de 500.973 habitantes e uma frota de 363.822 veículos (IBGE 2021; DENATRAN 2021). A cidade é um dos principais destinos turísticos do estado. No verão a população de turistas triplica, sendo que aproximadamente a metade dos visitantes utiliza como meio de transporte o veículo próprio (FECOMÉRCIO SC, 2018).

O município de Joinville está localizado na mesorregião Norte, sendo o mais populoso de SC e o terceiro mais populoso da região sul do país, com estimativa de 590.466 de habitantes, atrás de Curitiba (1.933.105 habitantes) e Porto Alegre (1.483.771 habitantes). Joinville também possui a maior frota veicular de SC, com 426.765 veículos rodoviários licenciados (IBGE, 2021).

Blumenau é a terceira cidade mais populosa do estado, com estimativa de 357.199 habitantes. O município pertence à mesorregião do Vale do Itajaí. A cidade de Itajaí também pertence à mesma mesorregião de Blumenau e possui 219.536 habitantes, representando, a sexta cidade mais populosa do estado. O município tem como destaque a estrutura portuária e possui a quinta maior proporção de veículos por habitantes de SC (IBGE, 2021).

A cidade mais populosa da mesorregião

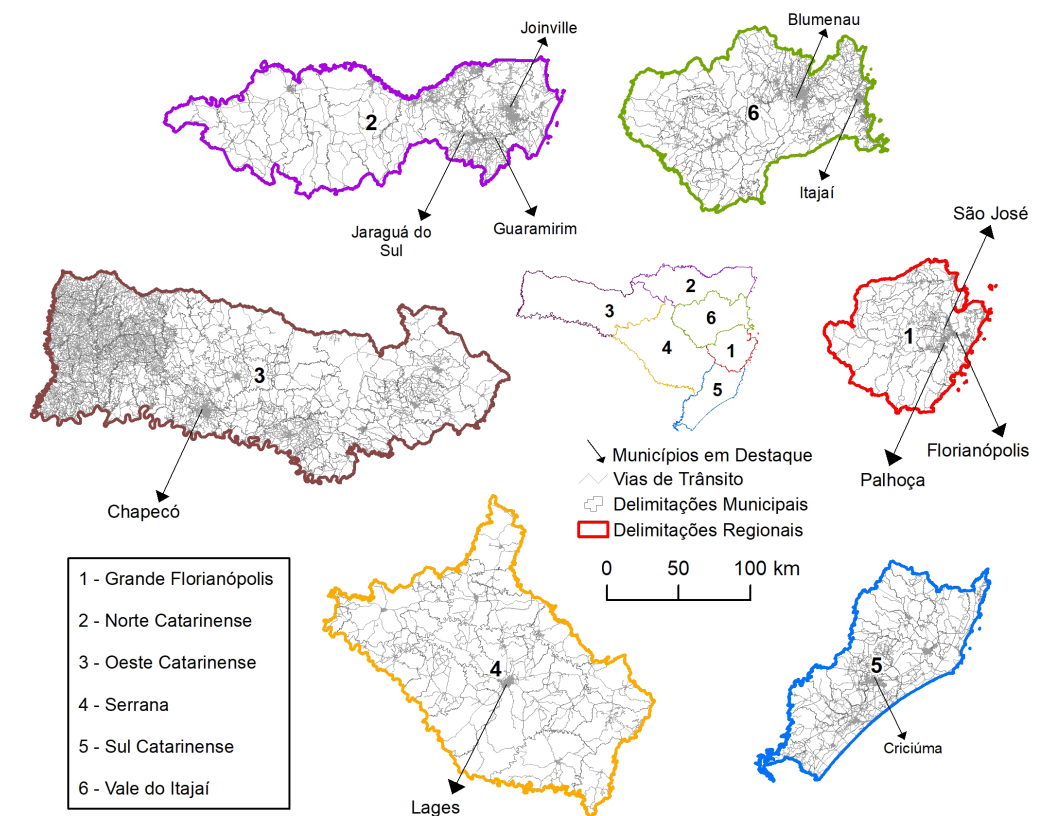


Figura 2 _ Mesorregiões de SC.

Oeste é Chapecó, com 220.367 habitantes. Esta mesorregião possui como característica a produção de alimentos industrializados (IBGE, 2021). Os municípios de Criciúma e Lages também figuram entre as cidades importantes do estado. Pertencem às mesorregiões Sul e Serrana, respectivamente. Ambas estão entre as cidades mais populosas de SC com 215.186 e 157.544 habitantes (IBGE, 2020).

O estado catarinense possui a maior frota de veículos rodoviários por habitante (vei./hab.) do país, com 0,75 vei./hab. em 2019, na frente do Paraná (0,69 vei./hab.) e de São Paulo (0,65 vei./hab.). SC também está entre os três estados com maior densidade de veículos por km², conforme apresentado na Tabela 1 (IBGE, 2020). Entre 2018 e 2019, ocorreu um aumento de aproximadamente 3% na frota per capita e 4% na densidade veicular em SC.

Estado	Ano	População (hab.)	Área (km ²)	Frota veicular (veic.)	Densidade veicular (veic./km ²)	Veículo per capita (veic./hab.)
SC	2017	7.001.161	95.738	4.947.058	51,7	0,71
SC	2018	7.075.494	95.731	5.152.615	53,8	0,73
SC	2019	7.164.788	95.731	5.384.378	56,2	0,75
PR	2019	11.433.957	199.299	7.845.577	39,4	0,69
SP	2019	45.919.049	248.219	30.058.975	121,1	0,65
RS	2019	11.377.239	281.707	7.309.131	25,9	0,64
RJ	2019	17.264.943	43.750	6.950.941	158,9	0,40
BRASIL	2019	210.147.125	8.510.296	104.784.375	12,3	0,50

Fonte: adaptado de (IBGE, 2021; DENATRAN 2021)

Tabela 1 _ Comparação entre população, área, frota veicular, densidade veicular e número de veículos per capita

A Tabela 2 apresenta uma comparação do consumo de combustíveis entre os estados de Santa Catarina (SC), Paraná (PR), São Paulo

(SP), Rio Grande do Sul (RS), Rio de Janeiro (RJ) e no Brasil, relativos ao ano de 2019 (ANP, 2021).

Estado	Gasolina (10 ³ m ³)	Etanol (10 ³ m ³)	Diesel (10 ³ m ³)
SC	2.885	82	2.587
PR	2.515	1.776	5.608
SP	7.948	11.674	12.441
RS	3.553	53	3.644
RJ	2.033	797	2.383
BRASIL	38.165	22.544	57.298

Fonte: adaptado de (ANP, 2021)

Tabela 2 _ Consumo de combustíveis nos estados de SC, PR, SP, RS, RJ e Brasil no ano de 2019

O consumo de gasolina em SC é menor que em SP e RS e maior que no PR e RJ. Em relação ao etanol hidratado, SC supera apenas o RS. Em relação ao diesel, SC supera apenas o RJ. O etanol hidratado é um combustível amplamente utilizado nos estados de SP e PR, devido à política de comercialização e proximidade entre as refinarias e distribuição. Em geral, SC possui o consumo de combustíveis inferior aos estados vizinhos (PR e RS) e do maior consumidor nacional (SP), porém, sua utilização ocorre em uma área aproximadamente duas vezes menor (Tabela 1 e Tabela 2).

A Tabela 3 apresenta os dados de consumo de combustíveis em SC, de 2012 a 2019 (ANP, 2021). Em 2019, os 295 municípios do estado

possuem dados de venda de gasolina e óleo diesel. O etanol hidratado é comercializado em 218 municípios e as emissões dos veículos movidos a esse tipo de combustível foram contabilizadas apenas para esses municípios.

De modo geral, entre 2012 e 2019, o consumo de gasolina em SC aumentou paralelamente ao crescimento da frota de veículos leves (Tabela 3). Entre 2014 e 2015; 2017 e 2018, onde ocorreu a queda no consumo de gasolina, o consumo de etanol hidratado aumentou. Entre 2018 e 2019, houve um aumento de 135 mil m³ no consumo de gasolina e 127 mil m³ no consumo de diesel. Por outro lado, neste mesmo período, ocorreu uma diminuição de 15 mil m³ no consumo do etanol hidratado.

Ano	Gasolina (10 ³ m ³)	Etanol hidratado (10 ³ m ³)	Diesel (10 ³ m ³)	Leves ¹ (veículos)	Motocicleta (veículos)	Pesados ² (veículos)
2012	2.225	95	2.378	2.675.573	950.449	205.633
2013	2.364	110	2.480	2.867.609	996.498	215.789
2014	2.571	108	2.562	3.047.258	1.039.659	225.140
2015	2.561	157	2.422	3.178.566	1.072.286	228.611
2016	2.701	75	2.418	3.292.909	1.095.229	230.650
2017	2.807	67	2.443	3.429.381	1.119.399	234.574
2018	2.750	96	2.460	3.586.097	1.149.741	240.418
2019	2.885	82	2.587	3.758.398	1.184.180	249.736

¹ Veículos leves representam a soma entre leves e comerciais leves

² Veículos pesados representam a soma entre os caminhões e ônibus

Fonte: adaptado de (ANP; DENATRAN, 2021)

Tabela 3 _ Consumo de combustíveis e frota veicular em SC, entre 2012 e 2019

A Tabela 4 sintetiza algumas informações sobre as mesorregiões de SC para os anos de 2017 a 2019. Entre as mesorregiões, a Grande Florianópolis possui a menor área e a maior densidade veicular em todos os anos avaliados. Nessa mesma mesorregião, a densidade veicular e a razão de veículo per capita aumentaram de 2017 a 2019. O Vale do Itajaí possui a maior popula-

ção e frota veicular, sendo a segunda mesorregião com maior densidade de veículos em todos os anos analisados. O Oeste possui a maior área entre as mesorregiões. A região Sul apresentou o maior número de veículos per capita do estado em todos os anos. Em 2019, a mesorregião Sul apresentou o maior número de veículo per capita (0,79), seguido do Oeste (0,75), Vale do Itajaí

(0,74) e Grande Florianópolis (0,70). A região Serrana apresentou a menor população, menor

densidade veicular e menor quantidade de veículos per capita em todos os anos analisados.

Mesorregião	Pop. (10 ⁶ hab.)			Área (km ²)	Frota veicular (10 ⁶ veículos)			Dens. veicular (veic./km ²)			Veic. per capita (veic./hab)		
	2017	2018	2019		2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
V. do Itajaí	1.77	1.80	1.83	13.089	1.24	1.30	1.36	95	99	104	0.70	0.72	0,74
Oeste	1.28	1.29	1,29	27.314	0.89	0.93	0,97	33	34	36	0.70	0.72	0,75
Norte	1.37	1.38	1,40	15.931	0.87	0.91	0,94	55	57	59	0.64	0.65	0,67
Sul	1.01	1.02	1,01	9.539	0.74	0.77	0,79	76	79	83	0.73	0.75	0,79
G.F.	1.15	1.17	1,19	7.360	0.77	0.80	0,83	105	109	113	0.67	0.69	0,70
Serrana	0.42	0.42	0,42	22.328	0.26	0.27	0,28	12	12	13	0.62	0.64	0,67

Fonte: adaptado de (IBGE, 2021; DENATRAN 2021)

Tabela 4 _ Características das mesorregiões catarinenses. População, área, frota veicular, densidade veicular e veículos per capita no Vale do Itajaí, Oeste, Norte, Sul, Grande Florianópolis e Serrana

A Tabela 5 mostra o consumo de combustíveis e a frota veicular em 2019, segregados por mesorregiões e categoria veicular. O Vale do Itajaí possui a maior frota de veículos leves e motocicletas e o maior consumo de gasolina e etanol. O Oeste possui a maior frota de veículos pesados e o segundo maior consumo de diesel. A mesorregião Norte possui o segundo maior

consumo de gasolina e etanol e a segunda maior frota de veículos leves. A Grande Florianópolis é a terceira maior consumidora de gasolina e etanol, com a quarta maior frota de veículos leves. A frota de veículos pesados e o consumo de diesel da Grande Florianópolis são menores comparados às outras mesorregiões, superando apenas a região Serrana.

Mesorregião	Gasolina (10 ³ m ³)	Etanol hidratado (10 ³ m ³)	Diesel (10 ³ m ³)	Leves ¹ (veículos)	Motocicleta (veículos)	Pesados ² (veículos)
V. do Itajaí	773	23	508	960.396	340.569	54.660
Oeste	456	9	578	695.695	212.216	65.878
Norte	535	20	673	706.941	196.502	41.447
Sul	440	7	479	545.174	206.153	42.316
G.F.	529	19	183	622.101	185.421	27.093
Serrana	148	3	165	221.090	40.898	17.957

¹ Veículos leves representam a soma entre leves e comerciais leves
² Veículos pesados representam a soma entre os caminhões e ônibus
 Fonte: adaptado de (ANP; DENATRAN, 2021)

Tabela 5 _ Consumo de combustíveis e frota veicular nas mesorregiões catarinenses para o ano de 2019

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** - têxtil, vestuário, naval e cristal
- **Norte** - metalurgia, máquinas e equipamentos, material elétrico, autopeças, plástico, confecções e mobiliário
- **Serrana** - madeireiro
- **Grande Florianópolis** - tecnológico

Além da região da capital, a indústria tecnológica está avançando em Blumenau, Chapecó, Criciúma e Joinville (FIESC, 2015). A Tabela 6 apresenta a comparação entre população, área, número de indústrias, densidade e indústrias per capita nos estados de SP, Minas Gerais (MG),

SC, RS, PR e Brasil, para o ano de 2020. Entre os estados, SP e MG possuem o maior número de indústrias. SC é o terceiro estado no número de indústrias totais, no entanto, possui a segunda maior densidade industrial e o maior número de indústrias per capita no cenário nacional.

Estado	População (hab.)	Área (km ²)	Indústrias (ind.)	Dens. industrial (ind./km ²)	Indústrias per capita (10 ⁻³ ind./hab)
SP	46.649.132	248.219	120.901	0,49	2,59
MG	21.411.923	586.514	59.876	0,10	2,80
SC	7.338.473	95.731	44.731	0,47	6,10
RS	11.466.630	281.707	44.657	0,16	3,89
PR	11.597.484	199.299	42.897	0,22	3,70
BRASIL	213.317.639	8.510.346	467.744	0,05	2,19

Fonte: Adaptado pelo autor (IBGE, 2021; CNI, 2021)

Tabela 6 _ Comparação entre população, área, número total de indústrias no território, densidade e indústrias per capita nos estados de São Paulo (SP), Minas Gerais, Santa Catarina (SC), Rio Grande do Sul (RS), Paraná (PR) e Brasil

RELEVO, CLIMA, USO DO SOLO E VEGETAÇÃO

A geomorfologia de SC é bastante diversa e formada por diferentes regiões de relevo (SANTA CATARINA, 1986). Dependendo da região, são encontrados elevações, planícies, campos de dunas, terraços marinhos e fluviais, cuevas e escarpas. O estado tem uma variação altimétrica de 1800 metros em seus pontos mais elevados (Figura 3), estando 52% do território em altitudes superiores a 600 metros (SANTA CATARINA, 2016).

A topografia do estado é o fator mais evidente para a determinação das diferenças climáticas, principalmente nas temperaturas de inverno, quando é possível observar precipitação na forma de neve (CAVALCANTI et al., 2009).

SC possui duas classificações climáticas: clima subtropical, mesotérmico úmido e com verões quentes nas regiões litorâneas e mesorregião Oeste. Nas regiões de maiores altitudes, como a mesorregião Serrana, o clima é temperado, mesotérmico úmido e com verões amenos (SANTA CATARINA, 2016). Em geral, o clima de SC é subtropical úmido, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger classification (Alvares et al., 2013). A temperatura média anual varia entre 18 e 22°C nas altitudes baixas (0-400m) e 12 a 18°C nas regiões mais elevadas (>400m). A precipitação anual em SC é de 1200-2500 mm, com baixa sazonalidade (Chagas and Chaffe, 2018; Chagas et al, 2020)

O território de SC é majoritariamente ocupado por florestas nativas (Figura 3). As regiões costeiras de SC apresentam os maiores níveis de urbanização e densidade populacional. A mesorregião Serrana é caracterizada pela produção agropecuária, sendo a principal produtora de carne bovina de SC. O Oeste

do estado também é conhecido pela produção de alimentos e áreas agrícolas. Plantações de Pinus e Eucalyptus também podem ser encontradas em SC, principalmente nas regiões serrana, norte e oeste.

Antes do século 19, quase a totalidade de SC era coberta por floresta tropical e subtropical. Após este período, grandes parcelas da floresta atlântica foi substituída por plantações de grãos e pastagens. A partir de 1970, com a melhoria das práticas agrícolas, o desflorestamento tem reduzido.

O índice de área foliar (Leaf Area Index - LAI) representa a densidade da cobertura vegetal; os maiores índices estão no leste do estado, na região de mata atlântica próxima ao litoral (Figura 4). Os menores valores estão nas mesorregiões Serrana e Oeste, em locais onde o uso do solo de pastagens e áreas agrícolas são predominantes. O LAI possui grande sazonalidade em SC, em função da variabilidade da precipitação, radiação e temperatura ao longo do ano. Nos meses mais frios, com menor radiação e precipitação, a cobertura de folhas é reduzida. O oposto ocorre nos meses mais quentes (Figura 4).

De acordo com a classificação de Plant Functional Type (PFT) do Community Land Model (<https://www.cesm.ucar.edu/models/clm/surface.heterogeneity.html>), no território catarinense existe a predominância de espécies broadleaf evergreen temperate (PFT 5), broadleaf deciduous temperate (PFT 7), C3 non-artic grass (PFT 13) e crop (PFT 15) (Figura 5). Uma pequena parcela de broadleaf evergreen tropical (PFT 4) e broadleaf deciduous tropical (PFT 6) é observada no nordeste do estado, enquanto C4 grass (PFT 14) é encontrada no sul.

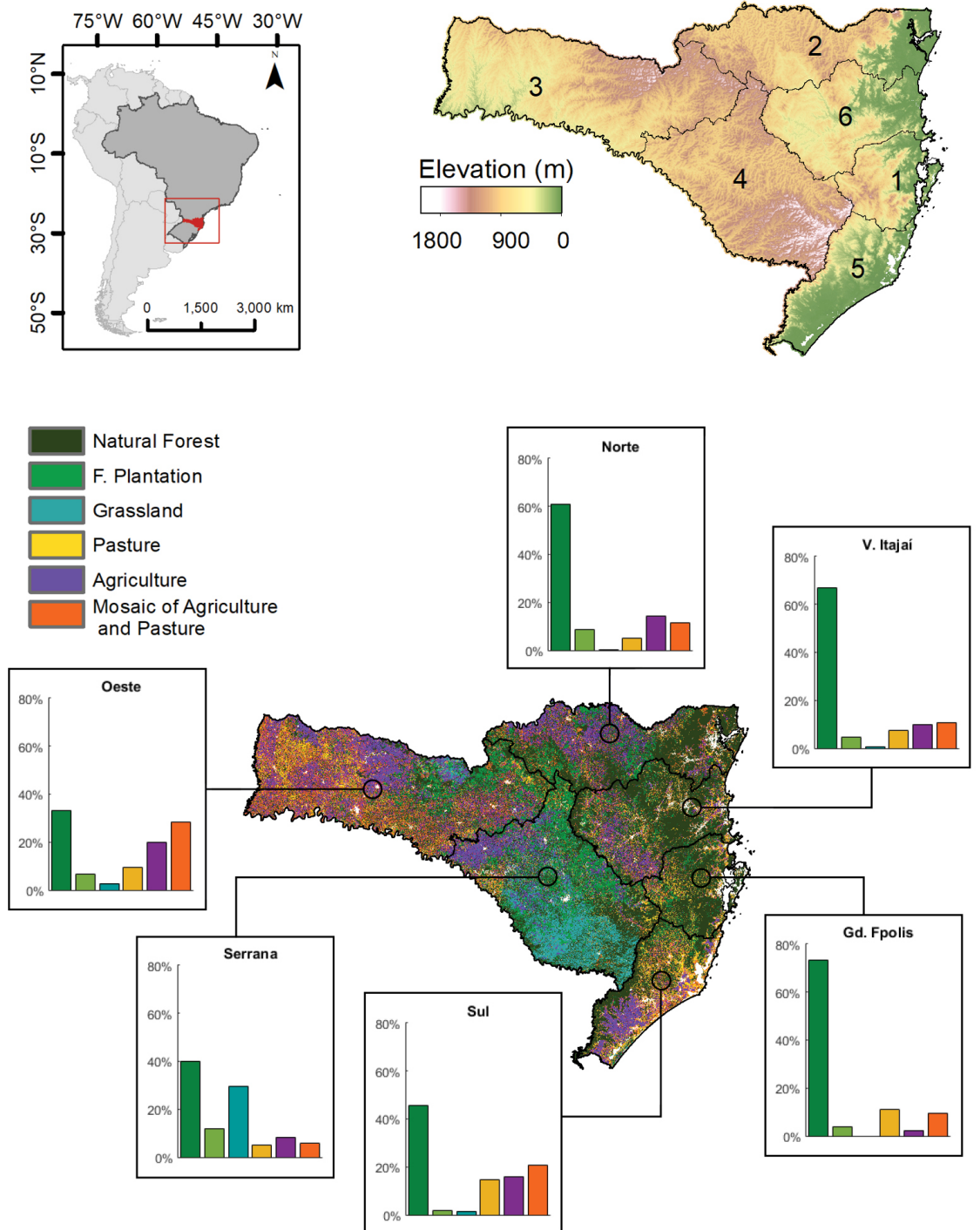
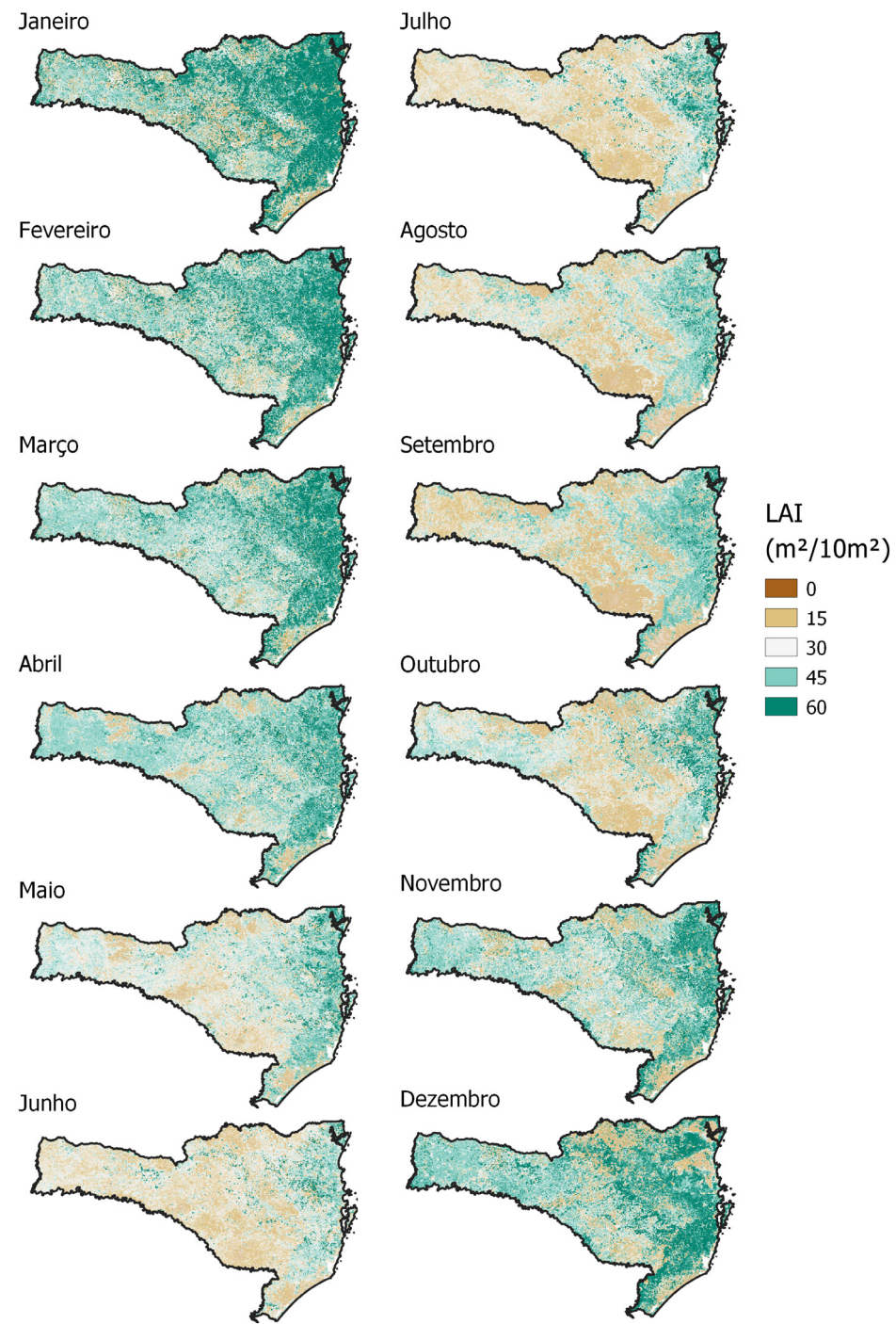
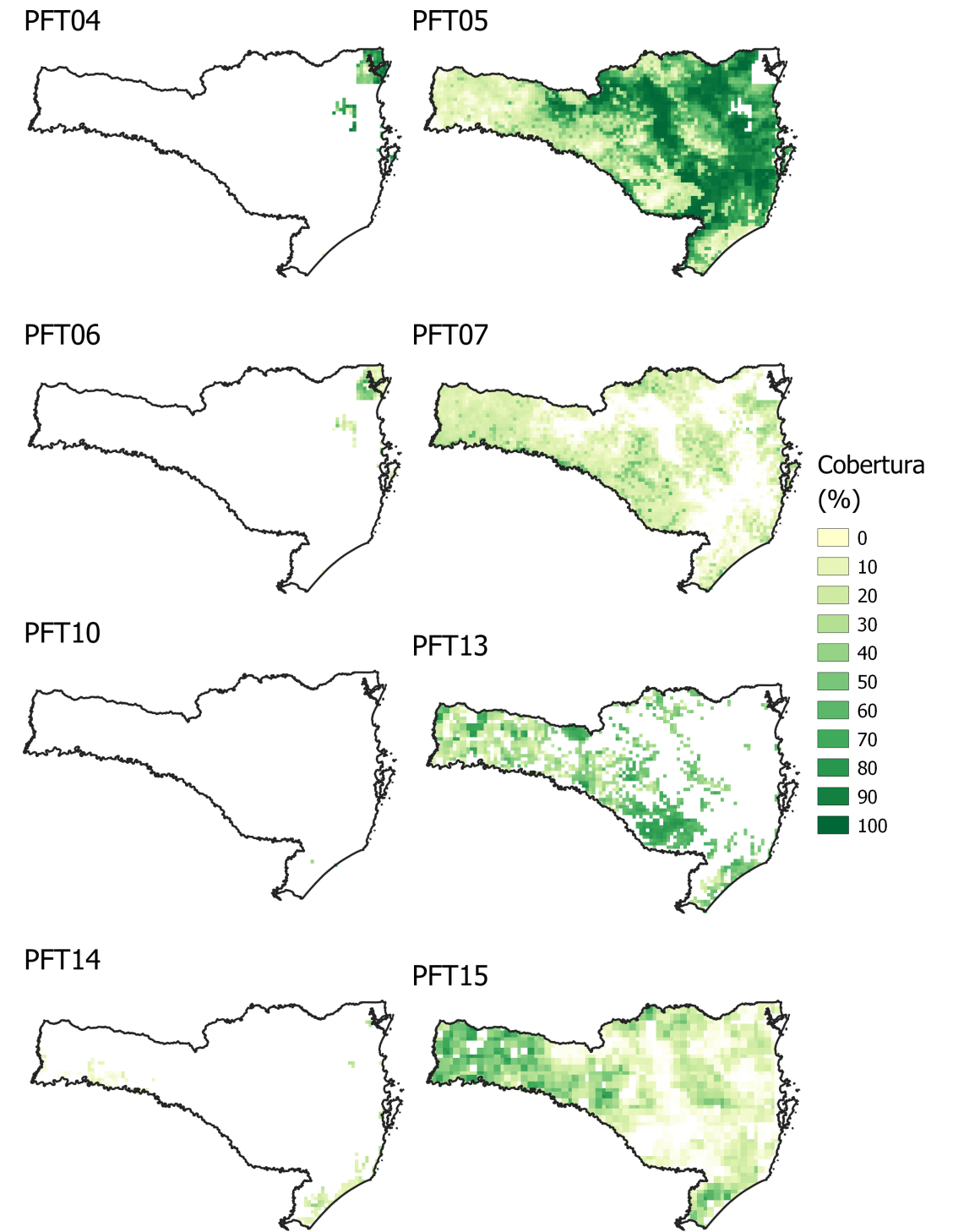


Figura 3 _ Topografia e uso do solo em SC



Fonte: MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) satellite data using the LAI estimates of Zhang et al JGR (2004) doi:10.1029/2004JD004720 and the vegetation cover fraction of Hansen et al. Earth Interactions 7: 1-15 (2003). (<https://bai.ess.uci.edu/megan/data-and-code/lai>)

Figura 4 _ Índice de área foliar em SC



Fonte: <https://www.cesm.ucar.edu/models/clm/surface.heterogeneity.html>

Figura 5 _ Plant Functional Type em SC

EMISSÕES VEICULARES



Nesta seção são apresentadas as taxas de emissões veiculares em SC para 2019 e as comparações com as taxas de emissões estimadas para os anos de 2016, 2017 e 2018. As taxas de emissões foram estimadas a partir do Brazilian Vehicular Emission Inventory Software - BRAVES (Vasques e Hoinaski, 2021), descrito no Apêndice A. O BRAVES utiliza como dados de entrada as características de frota veicular, fatores de emissão, intensidade de uso, deterioração dos veículos e consumo de combustíveis. A base metodológica do BRAVES foi utilizada em relatórios anteriores (HOINASKI, 2019;2020;2021); em cada novo relatório foram incluídas novas atualizações.

Foram estimadas as emissões de Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC), Meta-

no (CH₄), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), Aldeídos (RCHO), Material Particulado (MP), Dióxido de Carbono (CO₂), Óxido Nitroso (N₂O) e Hidrocarbonetos Não Metano (NMHC) para cada categoria de veículo nas cidades catarinenses. As categorias de veículos são segregadas em veículos leves, comerciais leves, motocicletas e veículos pesados.

As emissões por veículos automotores podem ser exaustivas, evaporativas, pelos processos físicos de desgastes de pneus, freios e pista, além da ressuspensão de partículas do solo, ou mesmo pelo abastecimento dos veículos. A Tabela 7 apresenta as taxas de emissões de veículos leves, comerciais leves, motocicletas, pesados e totais entre os anos de 2016 e 2019.

Poluente	Categoria	2016	2017	2018	2019
CO	LEVES	32.065,40	29.735,72	25.067,36	23.241,98
HC		3.956,11	3.717,05	3.141,85	2.935,98
CH ₄		784,45	742,55	626,45	591,87
NO _x		2.610,73	2.439,98	2.069,55	1.923,25
RCHO		94,61	90,04	77,79	73,71
MP		22,29	22,85	19,80	20,82
CO ₂		3.700.050,04	3.783.462,98	3.301.720,24	3.449.720,09
N ₂ O		401,07	411,68	360,29	377,91
NMHC		7.349,70	7.137,21	6.361,17	6.226,00
CO		COMERCIAIS LEVES	5.455,94	5.060,97	4.272,35
HC	566,33		530,97	448,24	417,28
CH ₄	115,24		108,93	93,60	87,93
NO _x	399,49		375,40	320,78	299,98
RCHO	11,37		10,98	9,43	9,17
MP	5,63		5,79	5,38	5,49
CO ₂	644.297,07		656.857,12	571.502,92	594.049,70
N ₂ O	62,02		64,04	55,85	58,97
NMHC	1.309,05		1.267,62	1.134,22	1.109,26

Poluente	Categoria	2016	2017	2018	2019
CO	MOTOCICLETAS	21.460,26	21.295,58	19.423,96	19.346,24
HC		3.519,41	3.500,56	3.194,50	3.176,26
CH ₄		597,50	600,38	548,71	553,84
NO _x		986,85	990,91	906,42	907,96
RCHO		-	-	-	-
MP		44,15	44,36	40,05	40,67
CO ₂		420.859,25	430.895,17	388.169,34	402.121,54
N ₂ O		15,24	15,90	14,55	15,42
NMHC		3.186,64	3.175,32	2.915,51	2.906,07
CO		PESADOS	5.347,12	5.226,84	4.958,22
HC	1.385,39		1.330,35	1.235,59	1.131,53
CH ₄	451,97		465,53	467,87	467,07
NO _x	31.086,28		30.509,90	29.041,61	27.353,98
RCHO	-		-	-	-
MP	986,24		942,18	871,35	794,57
CO ₂	4.808.976,88		4.948.454,40	4.963.230,82	4.946.096,42
N ₂ O	225,98		232,77	233,93	233,53
NMHC	933,43		864,82	767,73	663,14
CO	TOTAL		64.328,72	61.318,71	53.721,89
HC		9.427,24	9.078,93	8.020,19	7.661,05
CH ₄		1.949,15	1.917,39	1.736,62	1.700,71
NO _x		35.083,35	34.316,18	32.338,35	30.485,17
RCHO		105,97	101,01	87,21	82,88
MP		1.058,30	1.015,17	936,58	861,55
CO ₂		9.574.183,25	9.819.669,67	9.224.623,32	9.391.987,76
N ₂ O		704,31	724,38	664,63	685,83
NMHC		12.778,81	12.444,97	11.178,63	10.904,47

Tabela 7 _ Taxas de emissões veiculares (ton./ano) em SC para os anos de 2016 a 2019.

As emissões de RCHO para a categoria das motos e veículos pesados não foram estimadas, devido à carência de fatores de emissão. Nessa estimativa, as emissões de MP foram estimadas apenas para

exaustão, não sendo contabilizadas as emissões de desgastes de pneus, freios, pista e ressuspensão do solo. No caso do NMHC, as emissões por abastecimento foram somadas às emissões de exaustão e

evaporativas para todos os anos avaliados. A Tabela 8 mostra as taxas de emissão de NMHC para os anos de 2016, 2017, 2018 e 2019.

As emissões veiculares estimadas para 2019 reduziram em comparação com os anos de 2016, 2017 e 2018, principalmente para as emissões exaustivas de CO, HC, CH₄, NO_x e RCHO. Os padrões de emissões desses poluentes são regulamentados pelo Programa Brasileiro de Controle de Emissões Veiculares (PROCONVE). Essas regulamentações são responsáveis pelo avanço tecnológico dos veículos novos e consequente redução das emissões exaustivas. Entretanto, as

emissões de gases de efeito estufa como CO₂ e N₂O podem ter aumentado devido aos sistemas de controle e melhor eficiência de combustão dos veículos regulamentados pelo PROCONVE. As emissões de veículos pesados e totais de MP também reduziram, entretanto, os veículos leves, comerciais leves e motocicletas tiveram um pequeno aumento em relação as estimativas para o ano de 2018. Para os veículos pesados, o CH₄ foi o único poluente que apresentou aumento em 2019 em relação à 2018. A Figura 6 apresenta o percentual de contribuição de cada categoria de veículo para os poluentes analisados referente ao ano de 2019.

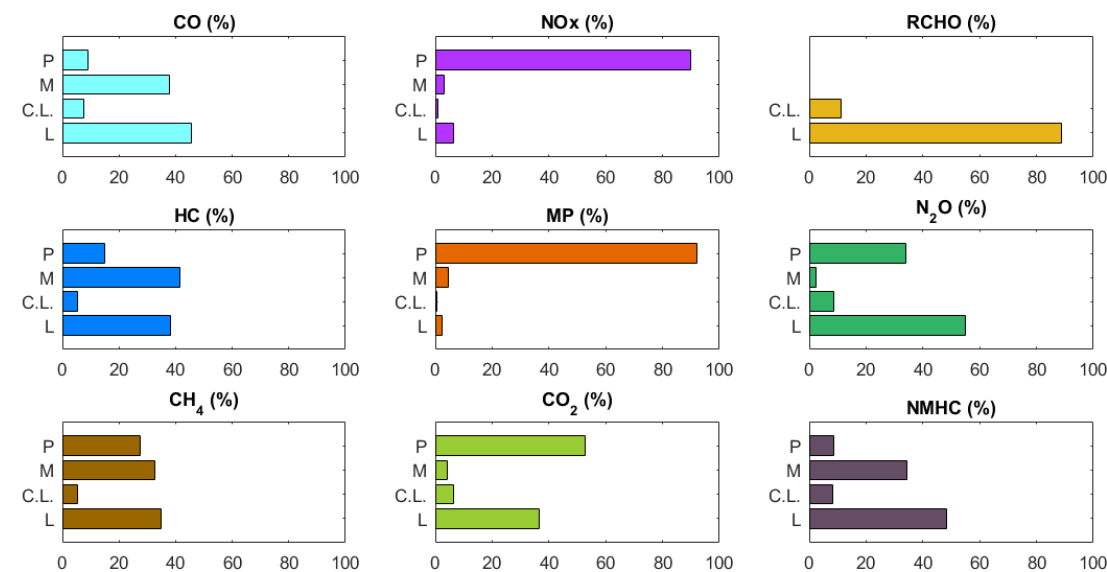


Figura 6 _ Percentual de contribuição de emissão de cada categoria Leves (L), Comerciais Leves (C.L.), Motocicletas (M), Pesados (P) no Estado de SC para o ano de 2019.

Entre as categorias de veículos, os leves possuem as maiores taxas de emissões de CO (45%), HC (38%), CH₄ (35%), RCHO (89%), N₂O (55%) e NMHC (57%) (Figura 6). Os veículos comerciais leves possuem um perfil de emissão semelhante aos leves, mas com menor magnitude, devido à menor quantidade de veículos. Os veículos pesados representam 4,8% da frota veicular em SC e

contribuem com 89% das emissões de NO_x, 92% de MP e 52% de CO₂. A categoria das motocicletas contribui com 38% da emissão de CO, 41% de HC, 33% de CH₄, e 27% de NMHC.

O NMHC é majoritariamente emitido por veículos leves (57%) e motocicletas (27%). Os veículos comerciais leves e pesados possuem menor contribuição para as emissões de NMHC,

devido ao tipo de combustível utilizado (óleo diesel). Além disso, apenas as emissões exaustivas de NMHC foram estimadas para os veículos pesados, enquanto para os veículos leves e comerciais leves foram estimadas as emissões de NMHC provenientes da exaustão (escapamento), abastecimento e evaporação de combustível.

Para as motocicletas, foram estimadas as emissões exaustivas e de abastecimento. A Tabela 8 apresenta as taxas de emissão de NMHC para os anos de 2016 a 2019, considerando os processos de formação (escapamento, evaporação e abastecimento) e categoria de veículos (leves, comerciais leves, motocicletas e pesados).

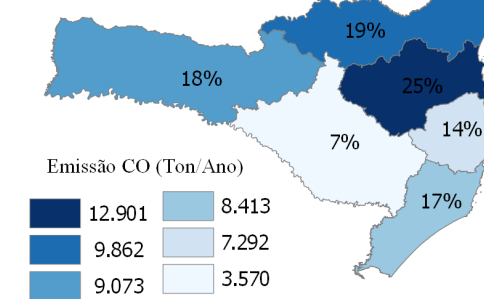
Processo de formação	Categoria	2016	2017	2018	2019
Escapamento	LEVES	3.171,66	2.974,49	2.515,41	2.342,06
Evaporativa		1.779,78	1.672,98	1.397,21	1.320,68
Abastecimento		2.398,26	2.489,74	2.448,55	2.563,25
Total		7.349,70	7.137,21	6.361,17	6.226,00
Escapamento	COMERCIAIS LEVES	451,09	422,05	354,64	329,31
Evaporativa		418,07	388,81	330,65	309,81
Abastecimento		439,88	456,76	448,93	470,13
Total		1.309,05	1.267,62	1.134,22	1.109,26
Escapamento	MOTOCICLETAS	2.921,91	2.900,18	2.645,79	2.623,18
Evaporativa		-	-	-	-
Abastecimento		264,73	275,14	269,72	282,89
Total		3.186,64	3.175,32	2.915,51	2.906,07
Escapamento	PESADOS	933,43	864,82	767,73	663,14
Evaporativa		-	-	-	-
Abastecimento		-	-	-	-
Total		933,43	864,82	767,73	663,14

Tabela 8 _ Taxas de emissões de NMHC (ton./ano) por processo de formação e categoria de veículo em SC para os anos de 2016 a 2019.

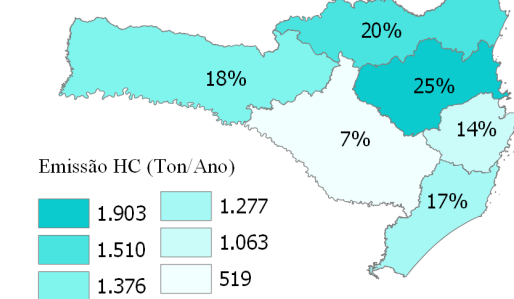
As emissões de NMHC formadas a partir do escapamento e evaporação reduziram ao longo dos anos analisados. Entretanto, a emissão de NMHC por abastecimento demonstrou um aumento de 2016 para 2017, diminuindo em 2018 e aumentando novamente em 2019. Os veículos

leves possuem as maiores taxas de emissões ao longo dos anos analisados. Os veículos comerciais leves possuem a segunda maior emissão de NMHC por abastecimento, enquanto as motocicletas apresentaram a segunda maior emissão de NMHC por escapamento.

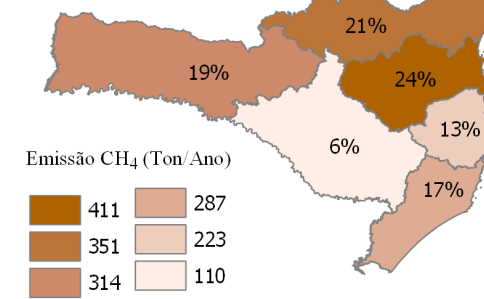
Monóxido de Carbono (CO)



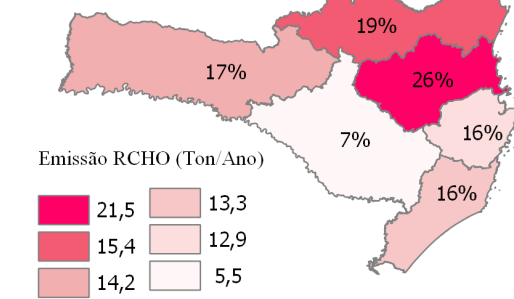
Hidrocarbonetos (HC)



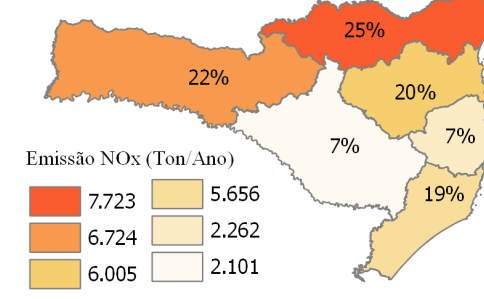
Metano (CH4)



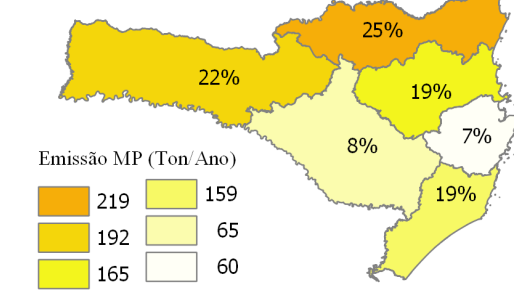
Aldeídos (RCHO)



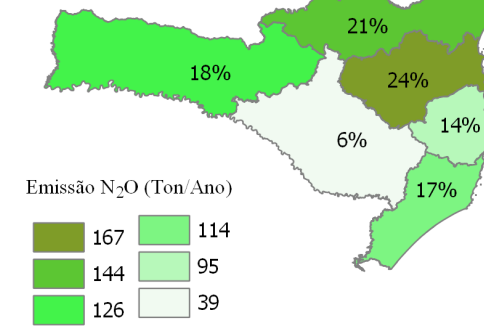
Óxidos de Nitrogênio (NOx)



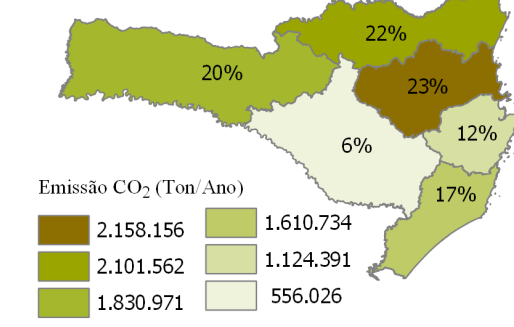
Material Particulado (MP)



Óxido Nitroso (N2O)



Dióxido de Carbono (CO2)



$$\% = \frac{\text{Emissão da Mesoregião}}{\text{Emissão do Estado de SC}}$$

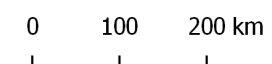


Figura 7 _ Taxas de emissões veiculares nas mesoregiões de SC.

A Figura 7 apresenta as emissões veiculares em cada mesorregião do estado de SC. As maiores taxas de emissões estão no Vale do Itajaí, Norte e Oeste. O Vale do Itajaí possui as maiores taxas de emissões de CO, HC, CH₄, RCHO, CO₂ e N₂O. Isso pode estar associado ao elevado consumo de combustíveis, grande frota e densidade veicular na região, principalmente de veículos leves (Tabela 4 e Tabela 5). O Oeste possui o segundo maior consumo de diesel e a maior frota de veículos pesados entre as mesorregiões de SC (Tabela 5). Essa mesorregião apresenta a segunda maior contribuição de NOx e MP no estado, sendo estes poluentes característicos de emissão proveniente por veículos pesados.

O Norte do estado possui a maior parcela de NOx e MP, além da segunda maior contribuição para as emissões de CO₂ e N₂O em 2019. Joinville é a maior e mais populosa cidade do estado e isso pode estar relacionado com a grande frota de veículos leves e pesados, bem como com o alto consumo de gasolina e diesel (Tabela 5). Por esta razão, o Norte está entre as três mesorregiões com maiores taxas de emissões de veículos leves e pesados em SC. A região Sul possui características semelhantes

à mesorregião Norte, entretanto, é menos urbanizada e industrializada. Essa região possui a maior frota per capita do estado (Tabela 4). A mesorregião Serrana possui as menores taxas de emissões dos poluentes CO, HC, CH₄, RCHO, CO₂ e N₂O de origem veicular, superando a mesorregião da Grande Florianópolis apenas na emissão de MP.

As emissões de CO, HC, CH₄, RCHO, N₂O e CO₂ na mesorregião da Grande Florianópolis superam apenas a região Serrana. A frota veicular da mesorregião da Grande Florianópolis é caracterizada em sua maioria por veículos leves. Além disso, a região possui um elevado poder econômico, fator que pode auxiliar na renovação da frota e, consequentemente, em menores emissões pelos veículos quando comparado às outras mesorregiões.

As regiões com centros urbanos desenvolvidos e com maior frota de veículos leves, comerciais leves e motos consomem mais gasolina e etanol hidratado. O consumo desses tipos de combustíveis é determinante para as emissões por abastecimento e evaporação. A Figura 8 apresenta as contribuições das emissões de NMHC provenientes de exaustão, evaporação e abastecimento nas mesorregiões de SC para o ano de 2019.

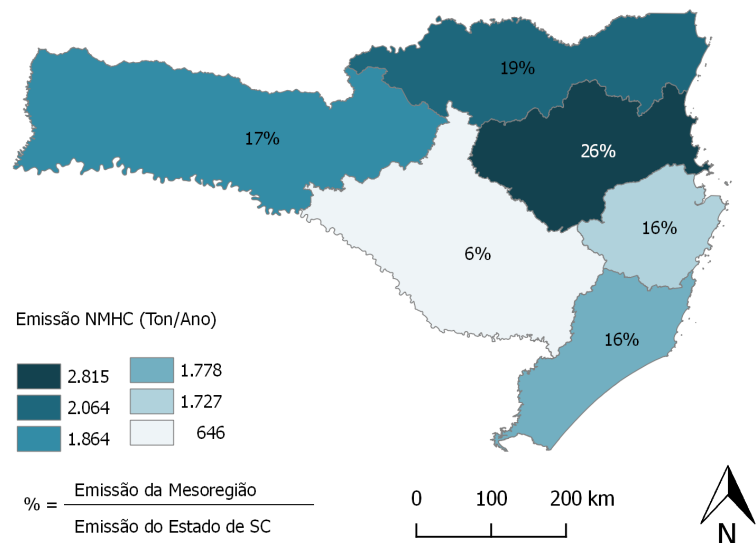


Figura 8 – Emissões de Hidrocarbonetos Não-Metano (NMHC) de origem veicular nas mesorregiões de SC para o ano de 2019.

As emissões de NMHC são maiores na mesorregião do Vale do Itajaí (26%), seguida pelo Norte (19%), Oeste (17%), Sul (16%) e Grande Florianópolis (16%). A Mesorregião Serrana possui a menor taxa de emissão de NMHC em SC (6%); isso pode estar associado à menor frota de veículos e menor consumo de combustível, comparado às outras mesorregiões (Tabela 5).

O Apêndice B mostra as taxas de emissões de poluentes de origem veicular nas mesorregiões

de SC, relativizadas pelo número de veículos e área territorial. No Apêndice C, são apresentadas as taxas de emissões veiculares nas cidades catarinenses, o ranking das emissões totais e o ranking das emissões relativizadas pela área territorial. O Apêndice D apresenta a distribuição espacial das taxas de emissões nas cidades catarinenses, segregadas por categoria veicular e tipo de poluente. O Apêndice E apresenta o ranking de emissões evaporativas dos municípios de SC.



EMISSÕES INDUSTRIAIS



As bases de dados para esse levantamento foram disponibilizadas pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA -SC), Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de SC (SDE-SC). Além disso, foram adicionadas as taxas de emissões de indústrias de grande porte inventariadas por Kawashima (2020). Os diversos segmentos industriais enquadrados na legislação estadual foram agrupados de acordo com 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. O ano base desse inventário de emissões industriais é 2020. No Apêndice F são apresentados os códigos de segmentos industriais da CONSEMA 98/2017 e os respectivos agrupamentos (Tabela 27); número de indústrias contabilizadas no inventário em cada município do estado de SC (Tabela 28); mapa de localização das indústrias de grande porte em SC (Figura 48); mapa de localização das indústrias em SC, separados por ID (Figura 49); a distribuição espacial e quantificação dessas indústrias, em cada mesorregião do estado, considerando cada ID (Figura 50); proporção de indústrias de grande porte com potencial de emissão nas mesorregiões de SC (Figura 51); ranking completo de número de indústrias de grande porte com potencial de emissão nos municípios catarinenses (Figura 52) e a distribuição espacial do número dessas indústrias para os

municípios do estado (Figura 53) e taxa de emissões industriais por municípios em SC (Tabela 29).

Do total de 706 indústrias de grande porte com potencial de emissão encontradas no território de SC, 4,81% representam o ID1, 1,98% o ID2, 0,71% o ID3, 27,19% o ID4, 13,88% o ID5, 4,96% o ID6, 37,11% o ID7, 9,06% o ID8, 0,28% o ID9 e para o ID 10 não foram contabilizadas indústrias, conforme pode ser visto na Tabela 9. Existe uma grande densidade de indústrias minerais, de transformação química e agropecuárias (ID7, ID4 e ID5, respectivamente) distribuídas em SC. As indústrias de produtos minerais (ID7) distribuem-se ao longo de todo o estado. Para indústrias de transformação química (ID4), observa-se uma grande concentração nas mesorregiões Oeste, Vale do Itajaí e Sul. As mesorregiões Oeste, Serrana, Sul e Vale do Itajaí possuem um elevado número de indústrias de produtos agrícolas e alimentícios. Enquanto as mesorregiões Norte e Vale do Itajaí concentram a maior parte de indústrias metalúrgicas (ID 8). Em relação às indústrias madeireiras (ID6), a mesorregião Serrana é predominante (Figura 51).

Existem poucas unidades de indústrias com os ID 2, 3, 6 e 9. Desses segmentos, a predominância de indústrias é vista nas mesorregiões Oeste, Vale do Itajaí e Sul. A mesorregião da Grande Florianópolis, na sua maioria dos grupos de IDs não apresentou indústrias ou um número baixo delas (Figura 51).

ID	% de indústrias
1	4,81
2	1,98
3	0,71
4	27,19
5	13,88
6	4,96
7	37,11
8	9,06
9	0,28
10	0,00

Tabela 9 _ Percentual de indústrias por IDs em SC.

Entre as cidades catarinenses, na maioria dos casos, as que possuem maior urbanização, são as que possuem maiores números de indústrias, com exceção dos municípios da Grande Florianópolis. São destacados os municípios de Criciúma, Joinville, Chapecó, Lages, Jaraguá do Sul, Xanxerê, Concórdia entre outros (Figura 52).

O inventário de emissões industriais em SC está sendo realizado de maneira continuada ao longo dos anos. Considerando o total de 706 indústrias de grande porte com potencial de emissão no território de SC, a primeira etapa do levantamento contabilizou as taxas de emissões de 173 pontos de monitoramento, referentes à 106 indústrias (Hoinaski et al., 2020); na segunda etapa, foram contabilizadas as taxas de emissões de 265 pontos de monitoramento, referentes à 138 indústrias (Hoinaski et al., 2021). Nesta terceira etapa, foram adicionadas as taxas de emissões de indústrias inventariadas por Kawashima (2020) localizadas no estado de SC. Nesse caso, o pre-

sente inventário apresenta as taxas de emissões de 287 pontos de monitoramento, referentes a 153 indústrias.

Até o momento, existe um número significativo de empreendimentos sem dados de monitoramento de emissões consolidados. Na Figura 9 é possível observar a localização espacial das indústrias com taxas de emissões contabilizadas desde o início do levantamento dos dados. A inexistência e/ou falhas dessas medições dificultam o processo de gestão da qualidade do ar e dos consequentes impactos ambientais e de saúde pública no estado. Este continua sendo um grande desafio para a gestão da qualidade do ar em SC. Nas regiões mais afastadas dos grandes centros urbanos do estado existe uma grande quantidade de indústrias sem monitoramento das emissões, sendo a maior parte localizada no Oeste, que coincidentemente, é a mesorregião com maior densidade industrial do estado.

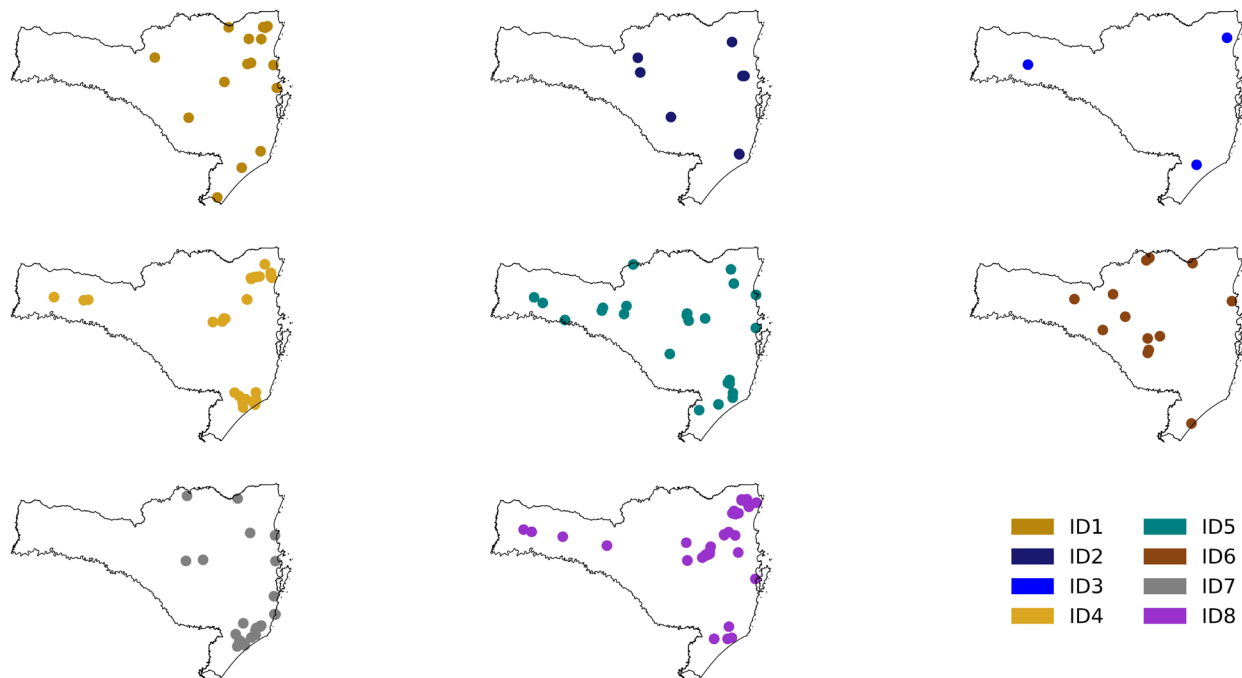


Figura 9 – Distribuição espacial dos empreendimentos com taxas de emissões.

A Figura 10 apresenta as taxas de emissões de MP, COV, NOx, SOx e CO das indústrias, segregadas por ID. Mesmo com menor densidade de indústrias no estado, o ID2 possui a maior contribuição para as emissões de MP, NOx e CO. Os ID's 3, 6 e 8 possuem o menor número de in-

dústrias, no entanto, os ID's 6 e 8 possuem emissões MP e NOx elevadas. Os ID's 4 e 8 possuem grande contribuição nas emissões de COV (Figura 10). As taxas de emissões de MP, NOx e SOx apresentaram as maiores diferenças de magnitude de (Tabela 10).

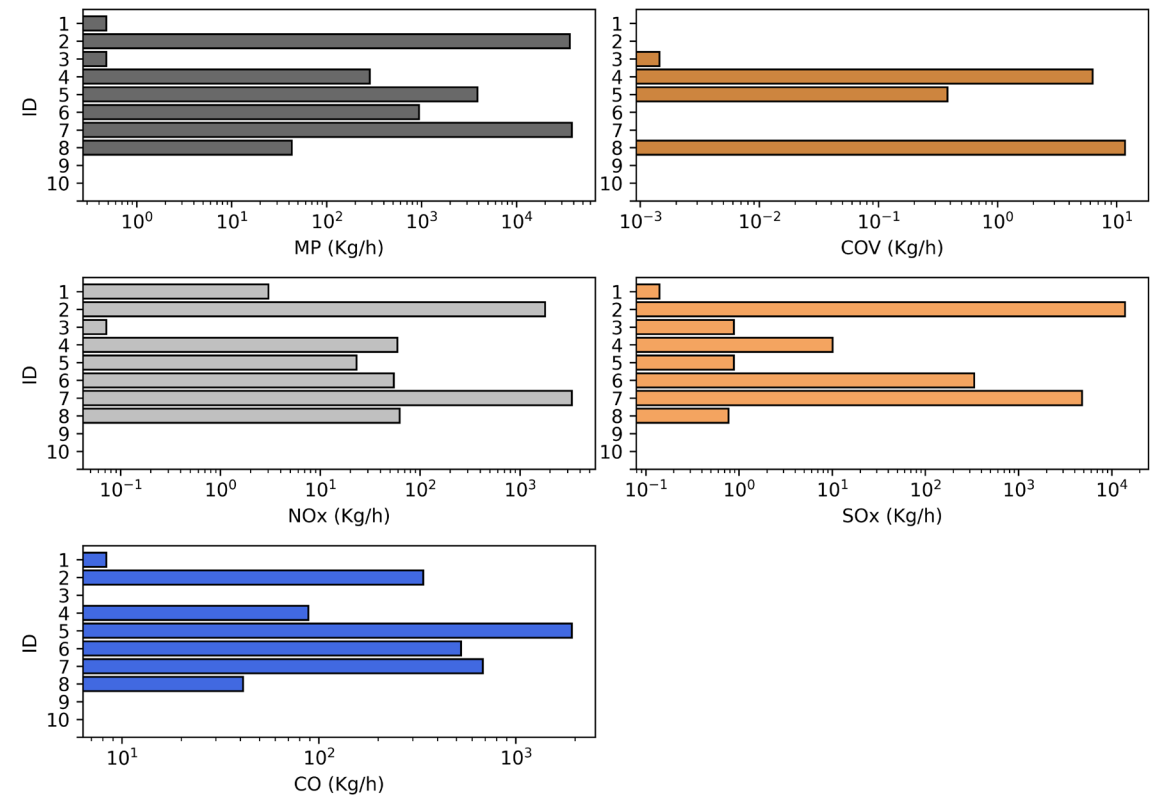


Figura 10 – Taxas de emissões industriais em SC, segregadas por ID.

Poluente (kg/h)	2020
MP	79.880,50
COV	18,49
NOx	5.315,65
SOx	19.088,47
CO	3.616,69

Tabela 10 – Somatório das taxas de emissões (kg/h) contabilizadas no levantamento de dados de 2020.

As Figuras 11, 12 e 13 mostram a localização espacial das taxas de emissões de MP, COV, NOx, SOx e CO consideradas neste levantamento; os círculos maiores representam as maiores taxas de emissões por ponto de monitoramento de cada indústria. É possível verificar focos de emissão de MP com as maiores taxas no Vale do Itajaí, Sul e Oeste. Na mesorregião Sul, além de MP, foram localizadas as maiores taxas de emissões de NOx e SOx. Essas taxas de emissões possuem grande influência da usina termelétrica de carvão mineral que se

encontra no município de Capivari de Baixo.

Para o poluente CO, as maiores taxas de emissões foram localizadas no Vale do Itajaí e Sul. Para o COV, as taxas de emissões estão adensadas no Vale do Itajaí e Norte do estado.

Ao longo do levantamento e estimativas, possivelmente podem ser observados outros comportamentos relacionados à representatividade de cada ID e cada mesorregião sobre as emissões. O Apêndice F apresenta a lista de emissão das indústrias para cada município de SC.



Figura 11 _ Taxas de emissões industriais de MP e COV por ponto de monitoramento.

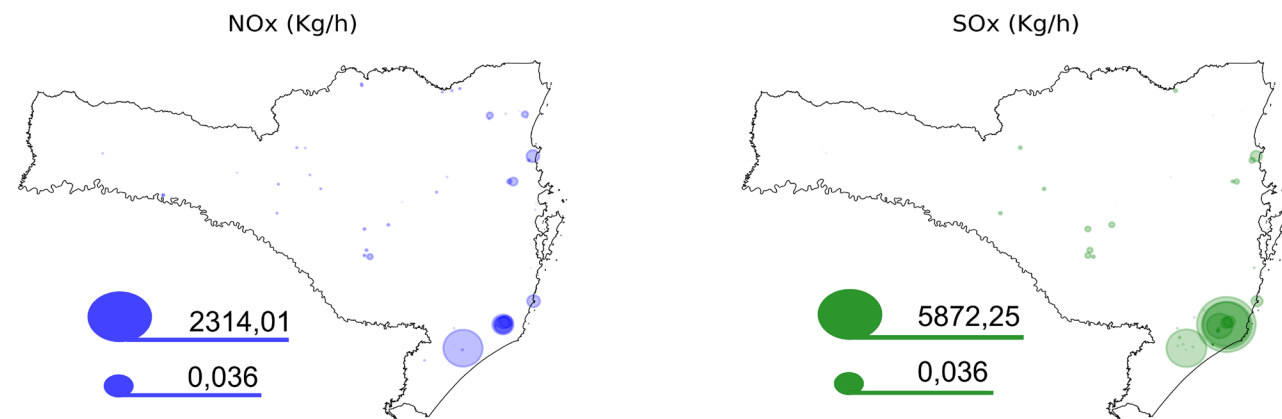


Figura 12 _ Taxas de emissões industriais de NOx e SOx por ponto de monitoramento.

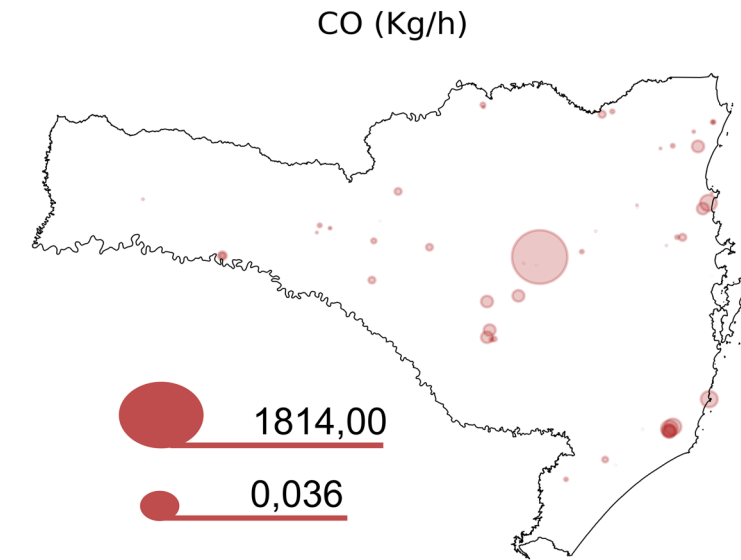


Figura 13 _ Taxas de emissões industriais de CO por ponto de monitoramento.



Fotos por Leonardo Hoinaski (LCQAR)

EMISSÕES PELA QUEIMA DE BIOMASSA



Esta seção apresenta as emissões pela queima de biomassa em SC referente ao ano de 2020 e uma comparação com as estimativas dos anos de 2016, 2017, 2018 e 2019. Para estimar as emissões pela queima de biomassa foi utilizado o modelo Fire Inventory from NCAR (FINN). O FINN é um modelo global de emissões de fogo que gera dados de entrada para modelos de qualidade do ar em uma resolução de aproximadamente 1 km² desenvolvido pelo National Center for Atmospheric Research (WIEDINMYER et al., 2010). Esse modelo fornece em seus atributos informações referentes a datas, horários, estimativa de área queimada e estimativa de emissão dos poluentes: CO, CO₂, COV, NO_x, NO₂, NH₃, CH₄, MP, BC, OC e HC. O FINN adota informações do MOD14 (Terra) e MYD14 (Aqua) para obter a localização e o horário das queimadas, remove múltiplas detec-

ções no mesmo pixel de fogo antes das estimativas (GIGLIO; SCHROEDER; JUSTICE, 2016).

O modelo utiliza o MODIS Land Cover Type para 2005, com o padrão de 16 classes de uso da terra definido pelo International Geosphere Biosphere Programme (IGBP) e o produto MODIS Vegetation Continuous Fields (VCF) (Coleção 3 para 2001) para identificar a densidade da vegetação em cada pixel com foco de queimada.

Os dados de emissão foram selecionados na plataforma do FINN (<http://bai.acom.ucar.edu/Data/fire/>) e têm como base a Equação 1, onde E_i é a emissão do poluente i, na localização x; A_{x,t} é a área queimada na localização x e no tempo t; B_x representa a proporção de biomassa na localização x; FB_x a fração de biomassa queimada na localização x; FE_i o fator de emissão do poluente i.

$$E_{i,x} = A_{x,t} * B_x * FB_x * FE_i \quad [1]$$

A Tabela 11 apresenta as emissões atmosféricas de CO₂, CO, MP_{2,5}, OC, NO_x, CH₄, NH₃,

COV, BC e SO₂ pelas queimadas no estado de SC, entre os anos de 2016 a 2020.

Poluente	2016	2017	2018	2019	2020
CO ₂	9.651.676	9.791.091	7.204.745	8.340.006	12.909.573
CO	512.683	526.029	389.258	445.671	699.668
MP _{2,5}	52.618	53.492	39.432	45.670	70.724
OC	28.765	28.931	21.149	24.816	37.884
NO _x	27.587	28.485	21.149	24.029	38.037
CH ₄	27.088	28.108	20.883	23.681	37.648
NH ₃	7.614	7.776	5.725	6.597	10.299
COV	117.242	122.889	91.664	102.498	165.710
BC	3.008	3.065	2.255	2.602	4.050
SO ₂	2.608	2.586	1.886	2.235	3.362

Tabela 11 _ Emissões pela queima de biomassa (ton./ano) em SC nos anos de 2016 a 2020.

As emissões pela queima de biomassa apresentaram um pequeno aumento de 2016 para 2017 para todos os poluentes, exceto o SO₂. Entre 2017 e 2018, as emissões reduziram; já entre 2018 e 2020, as emissões aumentaram para todos os poluentes estimados. Estes valores são considerados altos quando comparados às outras fontes de emissão.

A Figura 14 mostra os resultados das estimativas referentes aos anos de 2016 a 2020 para: a) número de focos de calor, b) área queimada, c) emissão de CO (ton./ano) e d) emissão de MP_{2,5} (ton./ano). A Figura 14 mostra que, mesmo com um decréscimo de focos de calor entre 2016 e 2018, o número de focos aumentou de 2667 em 2018 para 4625 em 2020 (+74%).

A área queimada possui um comportamen-

to semelhante comparado aos focos de calor. Apesar da redução da área queimada entre 2016 e 2018, a área queimada voltou a aumentar em 2019, alcançando aproximadamente 3 mil km². Em 2020, foi observada a maior área queimada em SC, com aproximadamente 4,1 mil km².

As emissões de CO e MP apresentaram um comportamento semelhante ao número de focos de calor e área queimada entre 2016 e 2017, as emissões de CO e MP_{2,5} aumentaram 3% e 2%, respectivamente. Essa tendência de aumento nesse período ocorreu para todos os poluentes apresentados na Tabela 11, exceto SO₂. Em 2020 foram observadas as maiores taxas de emissões de CO e MP_{2,5}, com um aumento de 57% e 55% respectivamente, em relação à 2019.

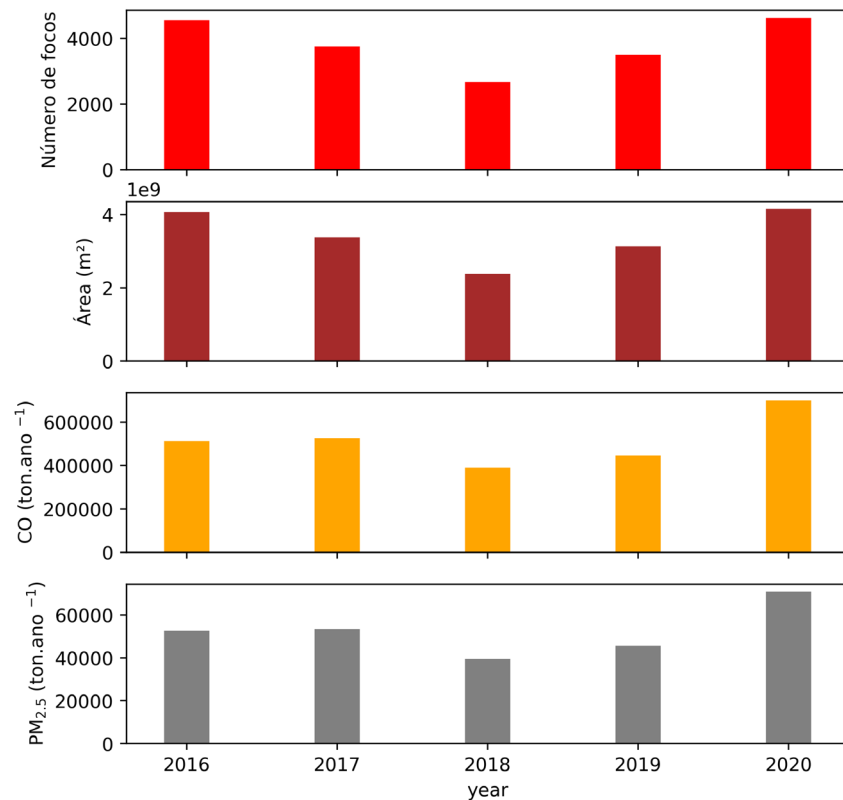


Figura 14 _ Estimativas referentes ao ano de 2016 a 2020: a) ao número de focos de calor, b) área queimada, c) emissão de CO (ton./ano) e d) emissão de MP_{2,5} (ton./ano).

A Figura 15 mostra os números de focos de calor em cada município do estado de SC para o ano de 2020. Os municípios de Lages, São Joaquim e Bom Jardim da Serra possuem mais focos de calor, com 469, 224 e 162 focos,

respectivamente. Em seguida, os municípios de Capão Alto, Água Doce, Campos Novos, Caçador, Campo Belo do Sul e Santa Cecília também possuem um número elevado de focos de calor.

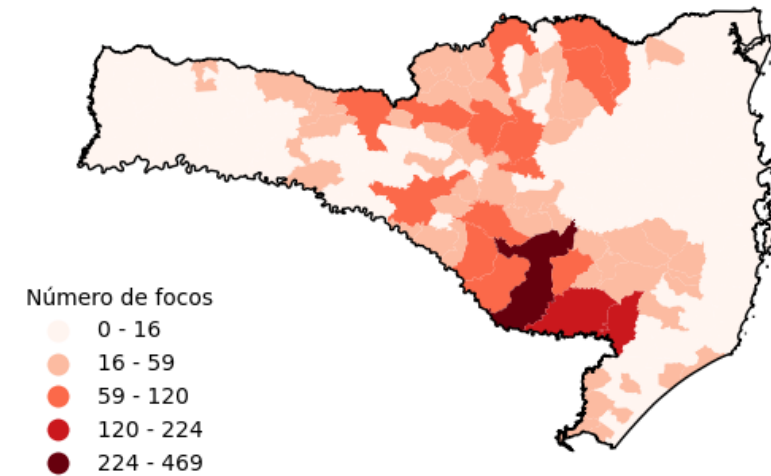


Figura 15 _ Número de focos de calor nos municípios de SC no ano de 2020.

A Figura 16 mostra a densidade de probabilidade de encontrar focos de calor no Estado de SC em 2020. Os maiores valores de densidade são localizados na Serra catarinense. Ainda, observa-se na Figura 16 que as chances de ocorrerem focos de incêndio não se restringem a um

município em particular, mas se espalham por toda a região Serrana, se estendem até a região Oeste e parte da região Sul do estado. O extremo Oeste e a região do litoral norte de SC apresentaram menor probabilidade de encontrar focos de calor.

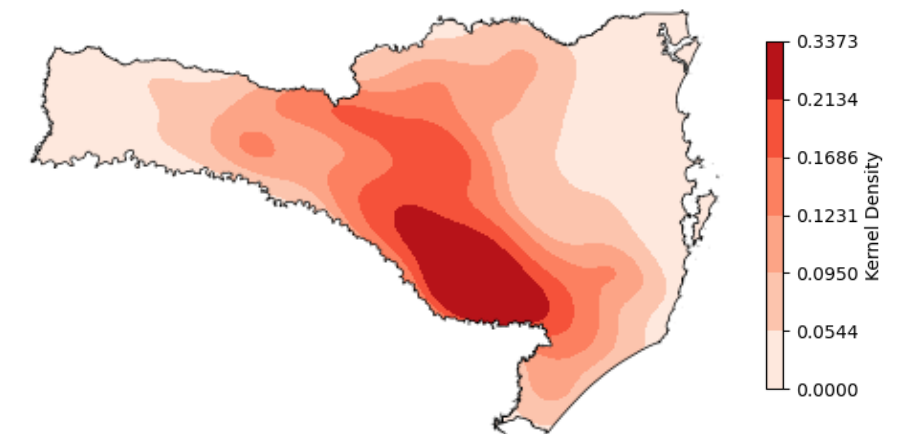


Figura 16 _ Densidade de probabilidade de focos de calor em SC no ano de 2020.

A Figura 17 apresenta a espacialização das áreas queimadas no estado de SC. O estado apresentou uma área queimada total de 4,1 mil km². O município de Lages e São Joaquim apresentaram a primeira e segunda

maior área queimada em 2020, com 418 km² e 205 km² respectivamente. Os municípios de Bom Jardim da Serra, Capão Alto e Água Doce seguem como os municípios com maior área queimada.

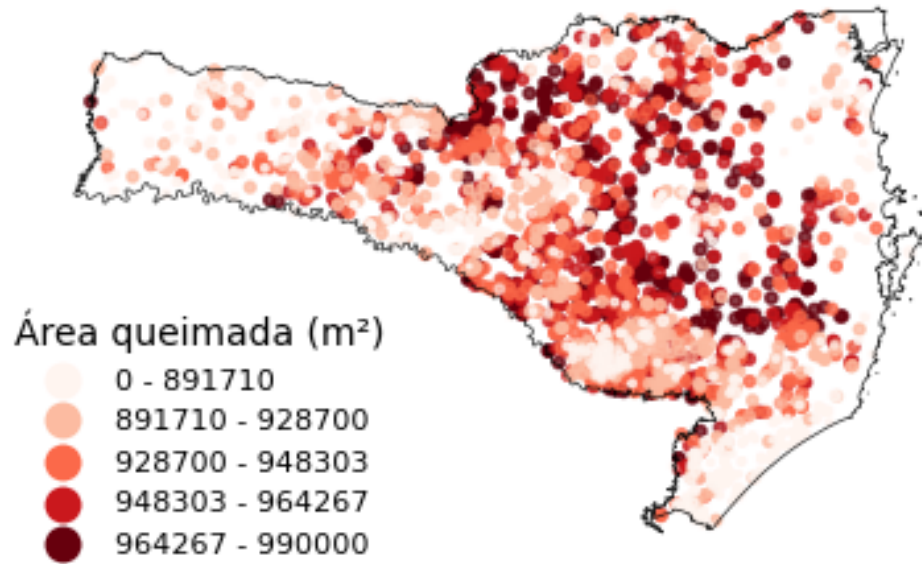


Figura 17 _ Espacialização das áreas queimadas no estado de SC no ano de 2020.

A Figura 18 apresenta as emissões de poluentes pela queima de biomassa nas cidades catarinenses no ano de 2020. Os municípios com as maiores emissões de CO₂ foram Lages, Caçador, Santa Cecília, Ponte Alta do Norte, São Joaquim e Canoinhas. Em relação aos outros poluentes, há uma mudança na ordem de

ranqueamento. Entretanto, as cidades que lideram são as mesmas. As maiores emissões de todos os poluentes foram observadas para o município de Lages. O Apêndice G apresenta a lista de emissão por queima de biomassa para os municípios de SC referente ao ano de 2020.

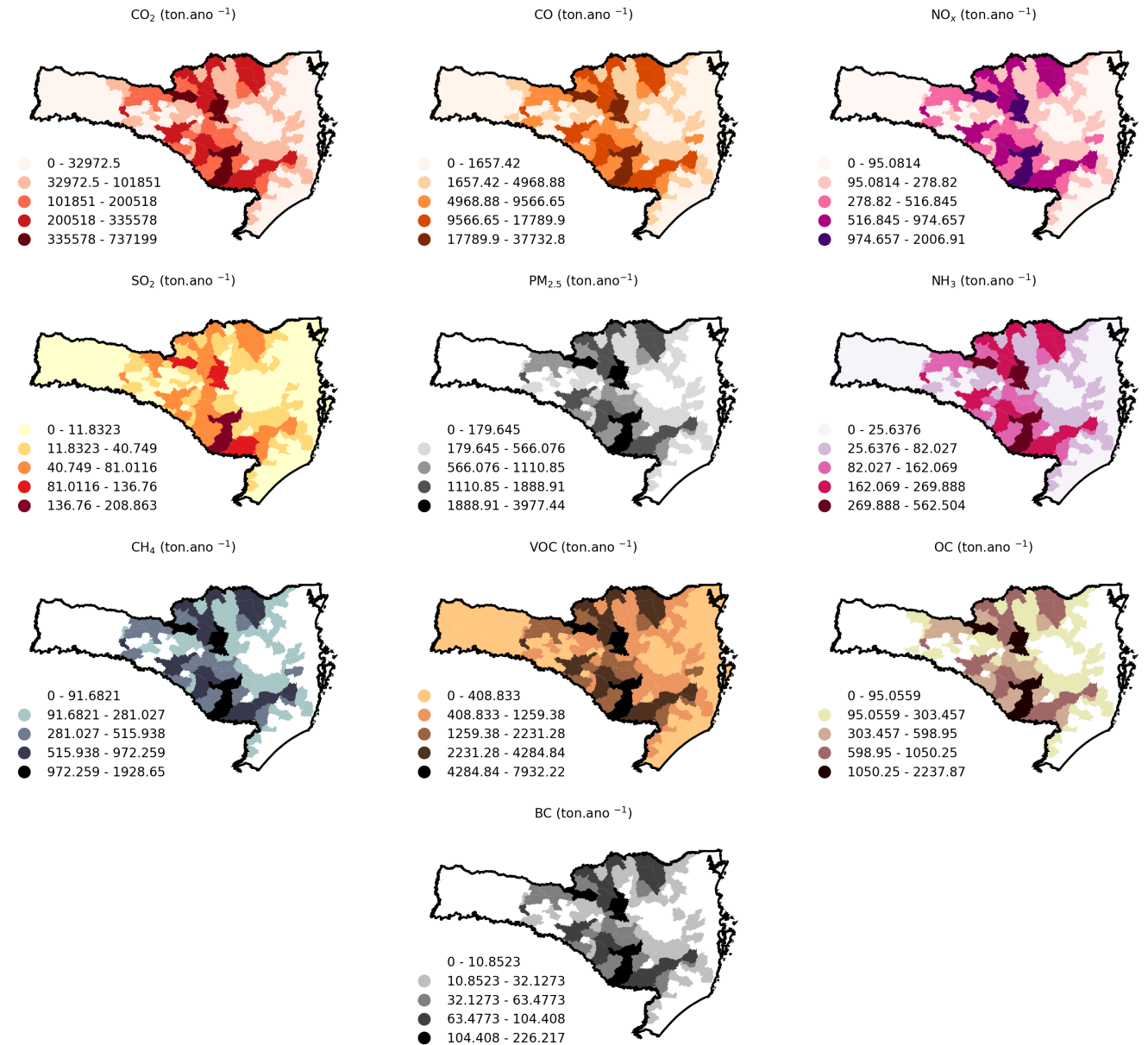


Figura 18 _ Emissões por queima de biomassa (ton./ano) nos municípios de SC referente ao ano de 2020.

EMISSÕES BIOGÊNICAS



O Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature – MEGAN versão 2.1 (Guenther et al, 2012) foi utilizado para estimar as emissões biogênicas em SC para o ano de 2019. O código do modelo pode ser obtido no site <https://bai.ess.uci.edu/megan/data-and-code/megan21>.

Entre os compostos de origem biogênica emitidos em SC, destacam-se o isopreno (ISO), CO e hidrocarbonetos com 3 carbonos na cadeia (HC₃) (Tabela 12). As emissões ocorrem majoritariamente na parte leste do estado, próximo ao

litoral (Figura 19), nas regiões com maior índice de área foliar (Figura 4) e com vegetação composta por vegetação decídua e perene com folhas largas de floresta temperada (broadleaf evergreen temperate e broadleaf deciduous temperate) (Figura 5). Na região Serrana, as emissões biogênicas ocorrem em áreas com gramíneas. No Norte, uma pequena parcela de floresta tropical também contribui com a emissão de compostos de origem natural. O Apêndice H apresenta as emissões biogênicas nos municípios de SC.

Poluente	Unidade	Taxa de emissão
ISO	(kg/ano)	33.280.584,00
CO	(kg/ano)	7.495.807,00
HC ₃	(mol/ano)	3.165.332,50
OLT	(mol/ano)	1.168.394,80
OLI	(mol/ano)	866.278,40
OL2	(mol/ano)	863.154,40
NO	(kg/ano)	571.106,94
ALD	(mol/ano)	477.330,06
KET	(mol/ano)	218.880,53
HCHO	(mol/ano)	178.053,16
NR	(mol/ano)	139.742,47
ORA1	(mol/ano)	87.121,50
ORA2	(mol/ano)	74.279,50
SO ₂	(kg/ano)	62.528,80
TOL	(mol/ano)	31.924,99
ETH	(mol/ano)	22.658,24
HC ₈	(mol/ano)	15.061,46
CH ₄	(kg/ano)	14.637,22
HC ₅	(mol/ano)	12.529,53
HNO ₃	(mol/ano)	2.102,79

Tabela 12 _ Taxa de emissão de origem biogênica referente ao ano de 2019 em SC.

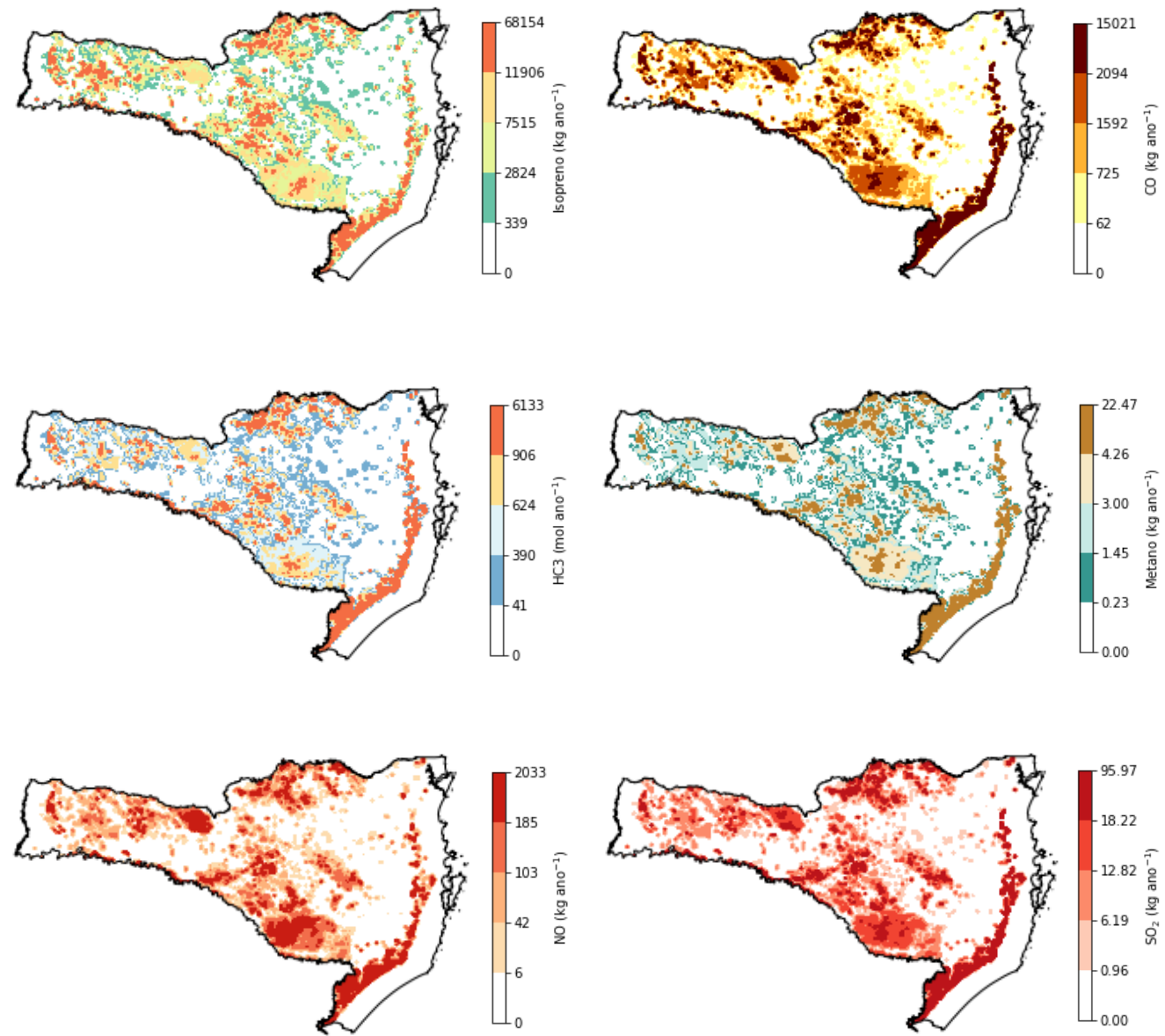


Figura 19 _ Emissões dos poluentes ISO, CO, HC₃, CH₄, NO e SO₂ de origem biogênica em SC referente ao ano de 2019.



Foto por Nathan Campos Teixeira

METEOROLOGIA E POLUIÇÃO DO AR



As variáveis e fenômenos meteorológicos estão diretamente associados ao processo de poluição do ar (PÉREZ et al., 2020). A dinâmica de poluição do ar é sensivelmente afetada pela incidência de radiação solar e pelos movimentos horizontal e vertical das massas de ar (CAVALCANTI et al., 2009).

Cada uma das variáveis meteorológicas como velocidade do vento, altura da camada limite, temperatura, umidade e chuvas, possuem influência sobre a dinâmica atmosférica e a dispersão ou estagnação dos poluentes atmosféricos (VALLERO, 2014).

Nesse relatório, para estimar as condições meteorológicas, foi adotado o Software Weather Research and Forecasting Model (WRF) para ano de 2019, com uma grade de 3 km x 3 km. Nesse

caso, a resolução espacial é mais detalhada, comparado ao inventário anterior (15km x 15km) (Hoinaski et al., 2021). Os parâmetros utilizados nesta modelagem tiveram sua sensibilidade analisada quando comparados a dados meteorológicos coletados nos aeroportos de Florianópolis e Chapecó e do Instituto Nacional de Meteorologia em Lages (Anexo A).

As estimativas foram calculadas em resolução temporal horária para todo o ano de 2019. Entretanto, aqui são apresentadas as médias mensais somente para o mês central de cada uma das estações do ano. Os meses de janeiro, abril, julho e outubro representam, respectivamente, o verão (dezembro-fevereiro), outono (março-maio), inverno (junho-agosto) e primavera (setembro-novembro).

TEMPERATURA

Em SC, na média no ano de 2019, as temperaturas tiveram uma variação 11 °C entre as estações do ano como observado na Figura 20. Essa variação apresenta-se até 3°C maior do que dos anos anteriores (HOINASKI et al., 2021). Esses resultados são coerentes com o que é esperado para esta faixa de latitude (CAVALCANTI et al., 2009). Analisando a variação espacial de temperatura, essa chega a apresentar até 12°C dentro de uma mesma estação do ano, sendo a topografia o principal fator de influência sobre essa variabilidade.

A região Serrana, região com maior altitude média em SC, apresenta, durante todo o ano, as menores temperaturas do estado. Assim, se evidencia que o gradiente de temperatura no estado de SC foi determinado pelo relevo em todas as estações. Os resultados são compatíveis com aqueles encontrados em outros anos e apresentado no último relatório e na bibliografia (HOINASKI et al., 2021).

Nas estações de transição (primavera e outono) as temperaturas têm comportamento similar, porém com temperatura de aproximadamente

2°C maior durante a primavera nas áreas que compõem o Oeste catarinense. Durante o outono as temperaturas foram até 1°C maiores na região Litorânea quando comparada ao Oeste do estado. Na região Serrana a diferença de temperatura entre as referidas estações do ano chega a 2°C, com as maiores temperaturas acontecendo na primavera. As mínimas de primavera e outono foram similares, ficando perto dos 13°C na região Serrana.

No verão novamente as regiões Litorânea e Oeste apresentaram comportamento similar, com uma diferença de temperatura média próxima a 1°C. As maiores elevações de temperatura ocorreram no Extremo Oeste de SC, fato que condiz com o comportamento histórico da temperatura no estado.

No inverno a região Litorânea apresentou as maiores temperaturas, com até 9°C a mais de temperatura quando comparada aos pontos mais frios do estado, na região Serrana. Em relação ao Oeste do estado a temperatura ficou em média 1.5°C maior no litoral.

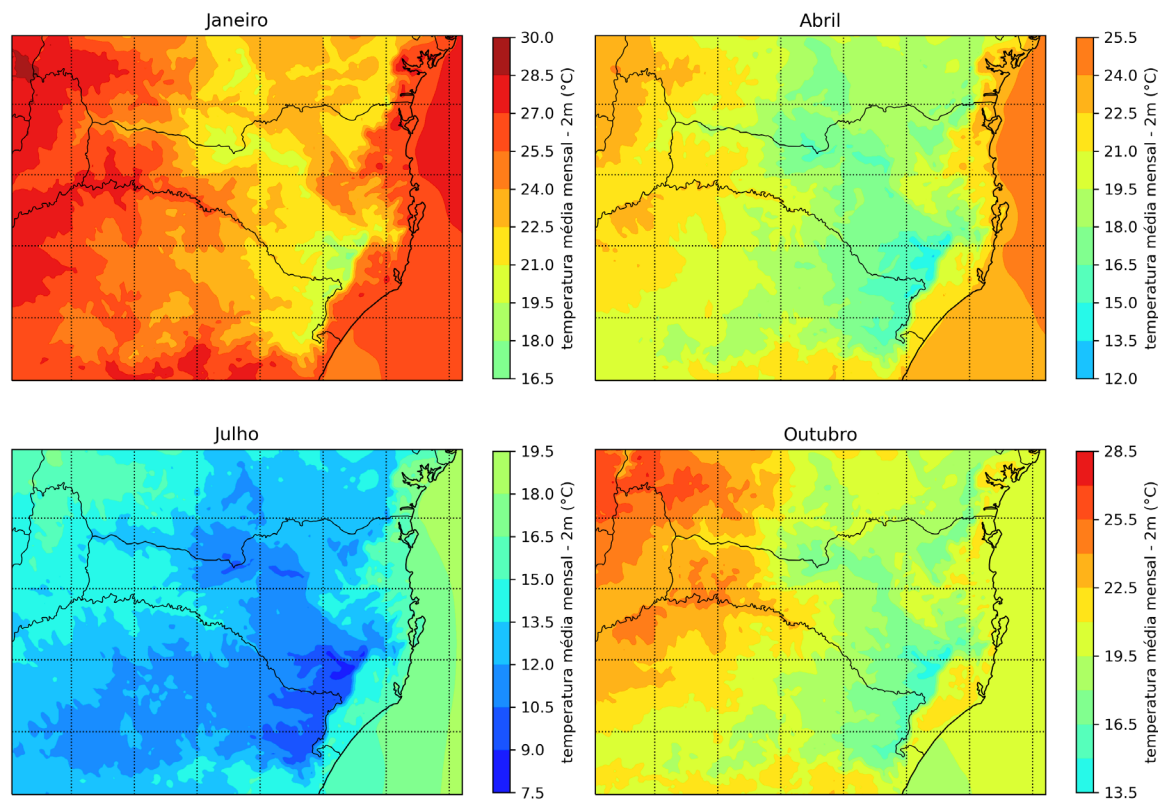


Figura 20 _ Temperatura média mensal (°C) para os meses centrais das quatro estações do ano de 2019.

UMIDADE ESPECÍFICA

A baixa umidade do ar parece relacionada com maiores tempos de residência dos poluentes no ar. Aumentando o tempo de contato das pessoas com esses poluentes, sendo identificados maiores risco a saúde cardiorrespiratórias em situação de clima mais seco (ARMSTRONG; GASPARRINI, 2016). A quantidade de água presente na atmosfera é medida na forma de umidade específica (g/Kg), podendo ser apresentado ainda na forma de umidade relativa.

A umidade específica se mostra maior durante o verão do que nas outras estações do ano em SC (Figura 21). O litoral catarinense apresenta os maiores níveis de umidade específica durante todo o ano, coerente com a proximida-

de com o oceano. A região Serrana apresenta até 5 g/kg a menos que as regiões da Grande Florianópolis e Norte, durante o verão. A região Oeste também apresenta valores menores, de até 3 g/kg abaixo em relação as regiões mais úmidas do estado.

No outono a variação máxima fica em torno de 3.5 g/kg entre as regiões Norte e Serrana, mais especificamente na porção com maior altitude dentro dessa região. O Extremo Oeste apresenta valores mais elevados do que o restante da região Oeste, apresentando valores mais próximos aqueles encontrados no litoral, porém ainda menores em cerca de 2 g/kg.

A primavera apresentou uma maior homogeneidade entre as regiões oeste e Planalto Ser-

rano. O Norte continuou apresentando maiores valores, principalmente na porção nordeste do estado. Todo o litoral sul até a região da capital catarinense apresentou valores semelhantes, mais elevados que o restante do estado, sendo menores somente que a região Norte.

O inverno apresenta os menores índices de umidade do ar no estado, apresentando valores mínimo perto de 6.5 g/kg, que acontecem na região mais elevada do estado. O restante de SC, com exceção do litoral, apresenta valores bastante próximos entre eles.

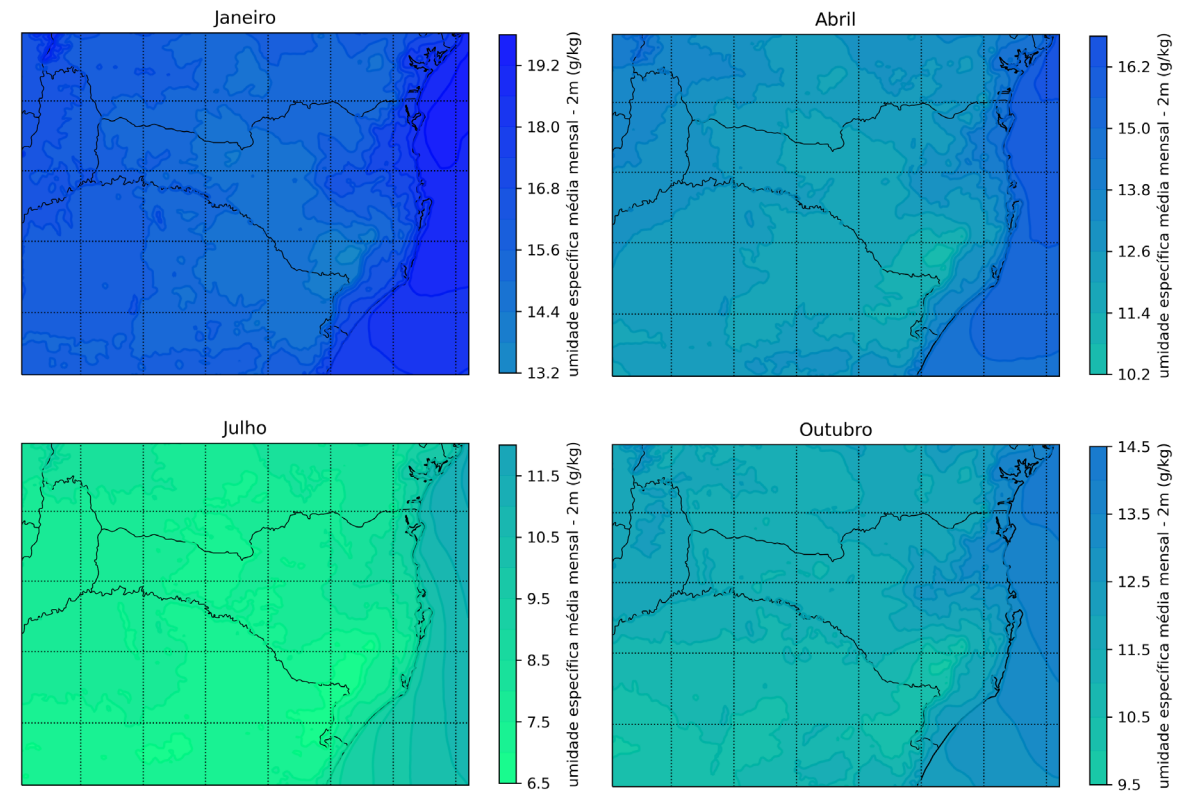


Figura 21 _ Umidade específica média mensal (g/kg) para os meses centrais das quatro estações do ano de 2019.

ALTURA DA CAMADA LIMITE PLANETÁRIA

A altura da camada limite planetária (CLP) tem efeito sobre a circulação de ar local, alterando as correntes de ar ascendente e descendentes, e dessa forma, mudando como poluentes se dispersam na atmosfera. Estudos como o de ZHAO et al. (2019) mostram que a estrutura da CLP tem influência direta sobre o acúmulo de O₃ próximo a superfície. O efeito da estrutura da CLP sobre

poluentes também é mostrado por ZHANG et al. (2020) que a influência direta sobre o acúmulo de aerossóis pesados e PM_{2.5}.

A análise da altura da camada limite em SC no ano de 2019, Figura 22, mostra que as maiores variações espaciais da CLP ocorrem nos meses de verão e primavera. No primeiro caso esses valores são identificados na região Oeste e os me-

nores na região Sul e na região de transição entre litoral e região Serrana. Comportamento semelhante foi encontrada na primavera.

Os maiores valores apresentados são durante a primavera, chegando a uma altura média de 720 metros. Os menores valores foram identificados no inverno, em que todo o estado apresenta

valores próximos a 300 metros em média.

Os valores aqui apresentados foram calculados com base em uma média mensal, por isso, ressaltamos que os valores da camada limite planetária apresentam grande variação diária que não são refletidos nas estimativas aqui apresentadas.

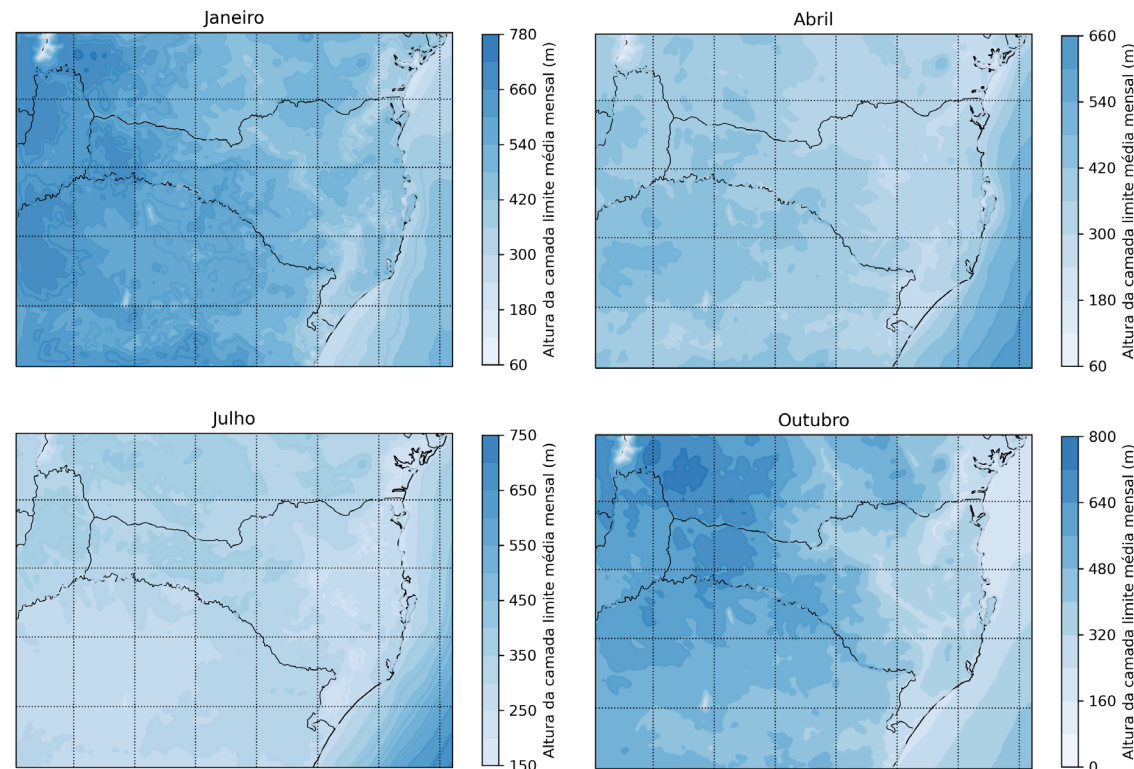


Figura 22 _ Altura da camada limite média mensal (m) para os meses centrais das quatro estações do ano de 2019.

VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO

Os ventos podem ser descritos por diversas de suas características como velocidade, direção e turbulência, as quais, têm papel importante na forma como poluentes serão distribuídos e dispersos na atmosfera terrestre. Baixas velocidades de vento podem levar a acúmulo de poluentes, enquanto altas velocidades e turbulência tendem a reduzir a concentração desses. (ALLOWAY;

TREVORS, 1998; VALLERO, 2014).

Em SC, os ventos apresentam uma variação significativa de comportamento, temporal e espacialmente, como verificado na Figura 23. Durante o inverno, os ventos de maior intensidade se concentram principalmente nas regiões Oeste e Meio Oeste do Estado, sendo esses ventos predominantemente de direção norte. Nessa estação, os ven-

tos que chegam à região da Grande Florianópolis são concentrados de oeste, com uma divisão do litoral a partir da capital catarinense. Para o norte do estado predominam ventos sul, enquanto a região Sul apresenta ventos de norte. A região Serrana em geral apresenta ventos difusos, porém a porção de maiores alturas na área sul dessa região apresenta ventos de maiores intensidades vindos do Noroeste. Esse efeito não se repete em outras estações do ano.

O comportamento do vento no outono é próximo ao de inverno, principalmente na região Meio Oeste do estado, porém apresentam menor intensidade média. Na porção sul o comportamento diverge na origem dos ventos, no inverno eles vem principalmente do Noroeste. No outono esses ventos vêm de nordeste, sendo um vento majoritariamente terral. No outono os ventos no litoral apresentam direção leste na porção norte, vindo do mar em direção ao continente.

No verão o oeste do estado continua apresentando os ventos de maior intensidade. A principal diferença se dá nos ventos litorâneos, a porção marítima apresenta ventos de alta intensidade que seguem ao longo de toda a costa, sendo o pico de intensidade na costa sul do estado. Porém, essas fortes intensidade não reflete nos ventos continentais. Toda a região Serrana apresenta ventos de menor intensidade e difusos.

Na primavera todo o estado apresenta baixa intensidade de ventos, ficando próximo a 2 m/s em média. Na região Norte predominam os ventos de leste, enquanto na porção central do litoral, se estendendo até o sul do estado, predominam ventos de norte. Na parte central da região Serrana predominam ventos de leste, enquanto na porção sul dessa região os ventos de norte são predominantes. Na região Oeste os ventos de nordeste são os mais presentes, com a divisa do Rio Grande do Sul apresentando as menores intensidades do período.

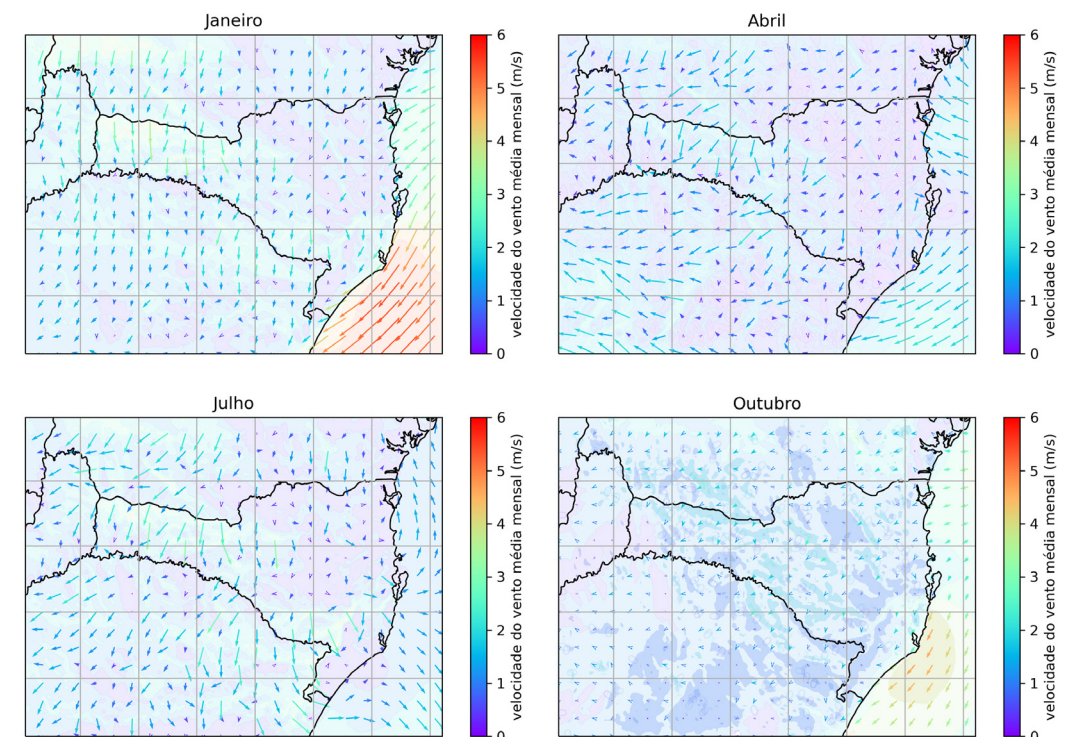


Figura 23 _ Velocidade e direção média mensal dos ventos (m/s) para os meses centrais das quatro estações do ano de 2019.

PRECIPITAÇÃO

A precipitação participa diretamente do processo de remoção de poluentes da atmosfera e incorporação destes aos ciclos biogeoquímicos. Isso acontece através de dois mecanismos, um ligado diretamente à formação das nuvens, e o outro ligado ao arrastar os poluentes durante o fenômeno de precipitação (SEINFELD; PANDIS; NOONE, 1998). Assim, para entender a dinâmica atmosférica e sua relação com a poluição, faz-se necessário conhecer o comportamento da precipitação.

A modelagem das precipitações em Santa Catarina no ano de 2019 mostrou uma maior concentração de chuvas no verão, apresentando nível de precipitações até 8 vezes maiores que no inverno durante o ano de análise, conforme demonstrado na Figura 24. O inverno apresenta os menores índices de precipitação, devido principalmente a convergência de umidade, que se dá em direção ao sul, em consequência da atividade dos ventos, fazendo com que haja maior concentração de precipitação nessa região do estado e no estado vizinho. Durante as estações de transi-

ção, outono e primavera, com atuação do vento mais oeste, ocasionando uma melhor distribuição das chuvas. Os maiores índices acontecem nas regiões Norte, Sul e Oeste do estado.

A região Norte do estado manteve altos índices de chuva durante a maior parte do período. Isso se deve principalmente à ação orográfica, que é identificada em todo o litoral norte, incluindo o litoral paranaense, fazendo com que a região apresente uma importante concentração de chuvas, especialmente no verão. Porém, assim como todo o estado, a região Norte sofreu com a estiagem na época do inverno.

O ano de 2019 foi atípico no clima catarinense, marcado pela estiagem, principalmente no planalto serrano e litoral sul do estado. As maiores chuvas na região Sul se encontram na porção de formação da serra catarinense. A região da Grande Florianópolis concentrou as chuvas principalmente no verão e outono. A primavera apresentou valores abaixo do registrado em outros anos, com medias menores que as de outono.

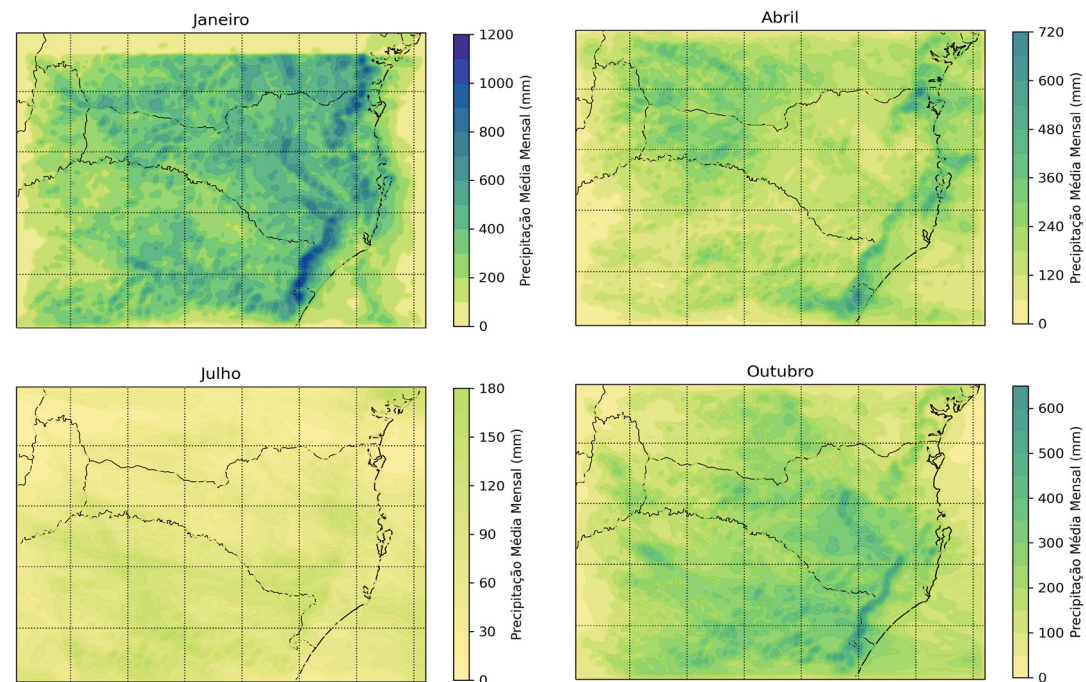


Figura 24 _ Precipitação média mensal (mm) para os meses centrais das quatro estações do ano de 2019.



Foto por Leonardo Hoinaski (LCQAR)

PLANO DE CONTROLE DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA



Esta seção contém informações para auxiliar no desenvolvimento de um plano de controle de emissões atmosféricas em SC. Visando atender as demandas da Resolução CONAMA 491/2018, o objetivo desse estudo foi: (i) identificar as áreas a serem priorizadas no controle da poluição atmosférica em SC e; (ii) identificar as principais fontes de emissões atmosféricas nessas áreas. A metodologia utiliza uma combinação de dados de emissões atmosféricas, concentrações de poluentes e internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares. Os dados de emissões de todas as fontes, concentrações e internações foram realinhados em uma grade com

resolução espacial de 0,05 graus e disponibilizadas em formato netCDF. Os códigos utilizados para o realinhamento estão no repositório <https://github.com/leohoinaski>. Para cada pixel no território de SC, esses dados foram classificados em regiões interquartis (<25, 25-50, 50-75 e >75). Os pixels com dados acima do 50º interquartil foram classificados como críticos.

O primeiro item desta seção apresenta as bases de dados utilizadas e a descrição metodológica para a identificação das áreas críticas. Em seguida, são apresentadas as áreas críticas a serem priorizadas e suas principais fontes de emissões atmosféricas.

DADOS DE EMISSÕES

As emissões veiculares foram estimadas pelo BRAVES (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920921003382>), as emissões biogênicas pelo MEGAN (<https://bai.ess.uci.edu/megan>), as emissões de queima de biomassa pelo FINN (<https://www2.acom.ucar.edu/modeling/finn-fire-inventory-ncar>) e as emissões industriais foram obtidas do levantamento realizado pelo LCQAR em parceria com o IMA-SC e a SDE-SC.

Os arquivos de emissões possuem 41 espécies químicas, onde a descrição de cada uma delas pode ser encontrada no endereço https://github.com/USEPA/CMAQ/blob/master/CCTM/src/MECHS/mechanism_information/cb6r3_ae7_aq/cb6r3_ae7_aq_species_table.md. A Figura 25 apresenta a distribuição espacial das emissões por tipo de fonte em SC no ano de 2019 e a Figura 26 a classificação interquartil.



Grande concentração de veículos na SC-401 | Foto por Thiago Vieira (LCQAR)

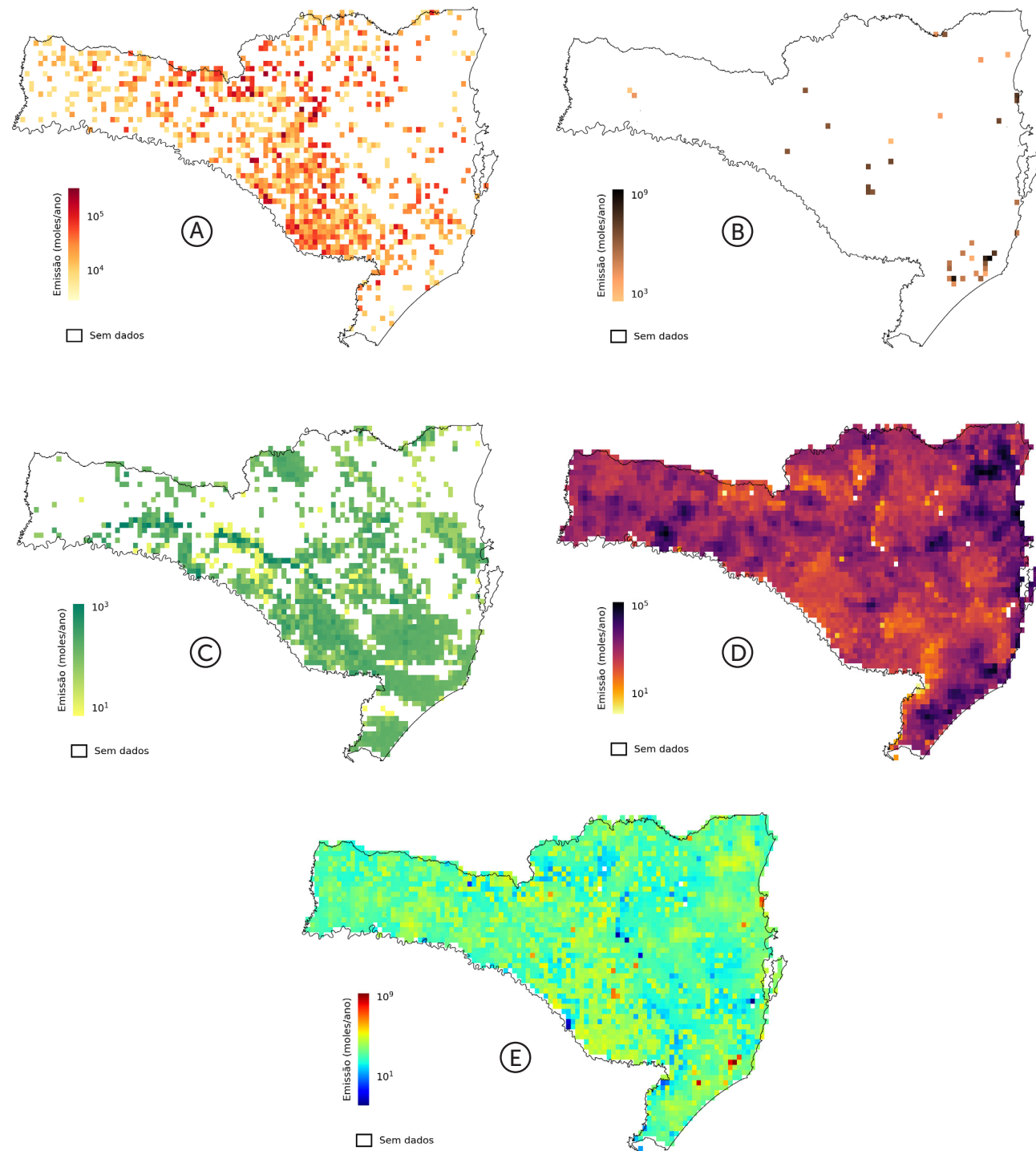


Figura 25_ Emissões totais de SO₂ por tipo de fonte. a) Queimadas, b) Indústrias, c) Biogênicas, d) Veiculares e e) Emissões totais de todas as fontes.

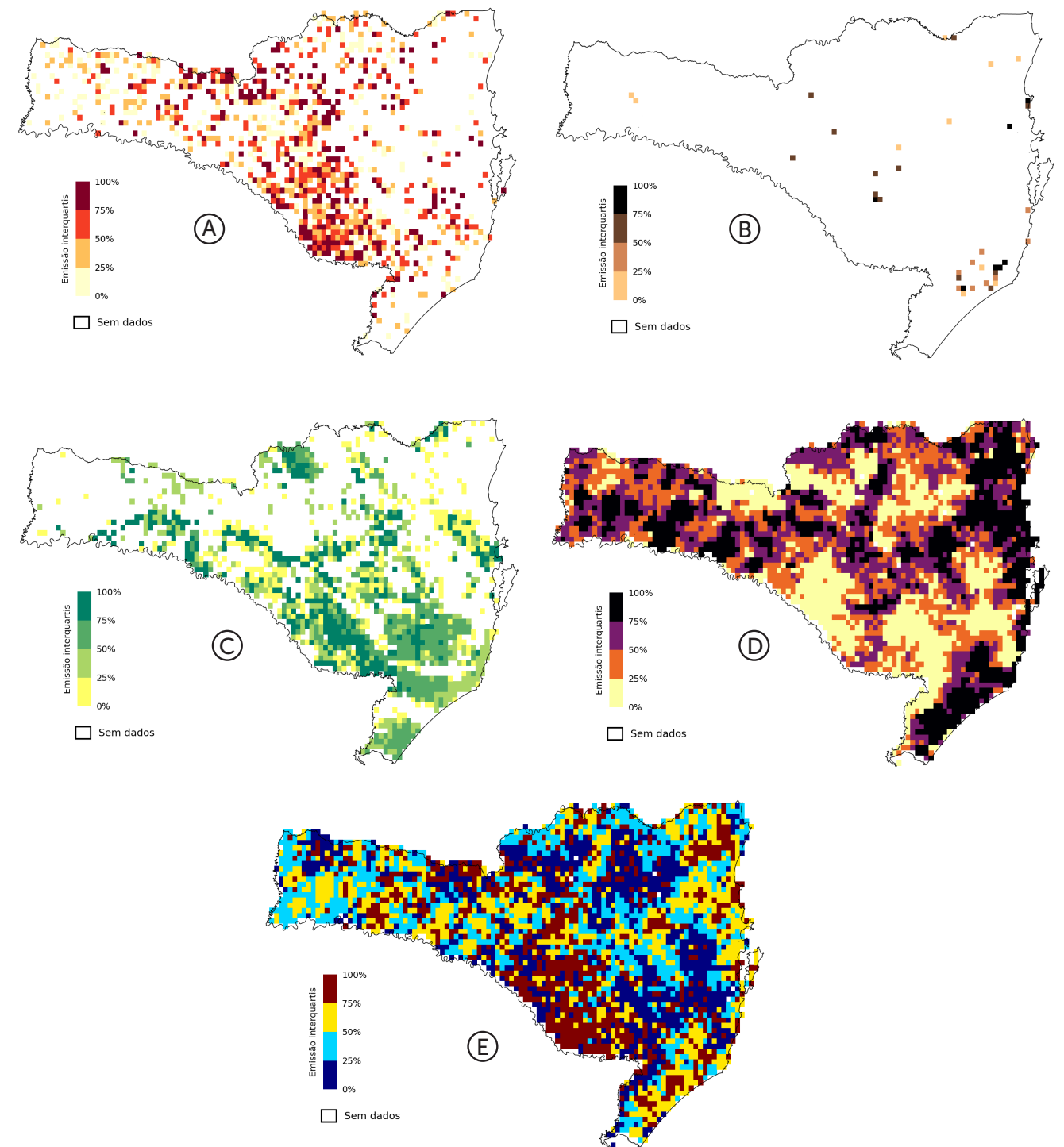


Figura 26_ Classificação interquartil das emissões de SO₂. a) Queimadas, b) Indústrias, c) Biogênicas, d) Veiculares e e) Emissões totais de todas as fontes.

DADOS DE CONCENTRAÇÃO

Foram utilizados os dados de concentrações superficiais modeladas pelo Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2) (<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>) para o ano de 2019. Os dados do TROPospheric Monitoring Instrument (TROPOMI) abordo do satélite COpernicus Sentinel-5 foram utilizados para melhorar a re-

solução espacial dos dados de concentração do MERRA-2. Para isso, fatores de desagregação foram calculados a partir de cada pixel na grade de dados de concentração do TROPOMI.

Para o poluente CO, as mesorregiões do Vale do Itajaí, Grande Florianópolis, Norte, Oeste e Sul apresentaram uma alta quantidade de pixels com concentrações acima do percentil 50 (Figura 27).

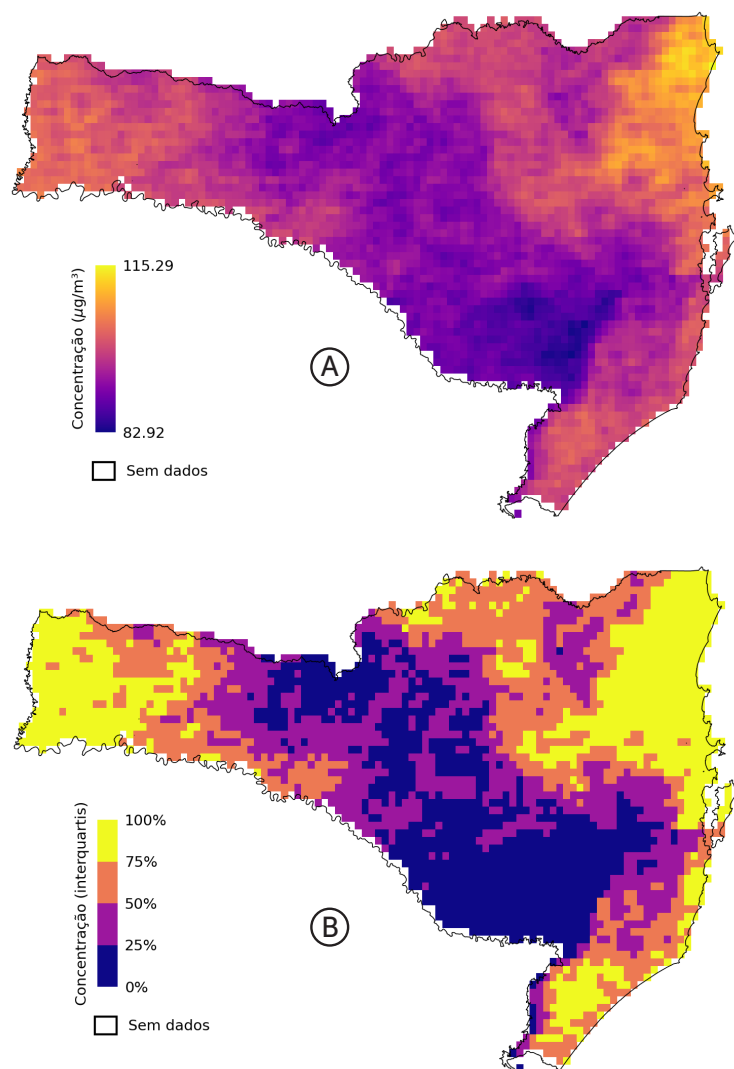


Figura 27 _ Concentração dos poluentes no nível do solo de CO (a) e classificação interquartil das concentrações de CO (b).

DADOS DE INTERNAÇÕES HOSPITALARES

Os dados de internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares foram obtidos no TABNET do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) para o ano de 2019. Como os dados de internações possuem Código de Endereçamento Postal (CEP), foi possível distribuir as internações espacialmente em SC. Um código em python encontra a coordenada de cada CEP e aloca a internação hospitalar no espaço. As internações foram agregadas em áreas com as mesmas dimensões que os dados de emissões e concentrações, ou seja, $0,05^\circ$. A rela-

vização por 10.000 habitantes foi feita com dados do projeto WorldPop (<https://www.worldpop.org/project/categories?id=3>) que disponibiliza arquivos com resolução de até 100 metros para todo o globo. As Figuras 28 e 29 apresentam os coeficientes de morbidade hospitalar por doenças cardiovasculares e respiratórias em SC e as classificações interquartis. Verifica-se que os pixels críticos estão dispersos em SC. As mesorregiões Serrana e Oeste possuem a maior quantidade de pixels críticos relacionado a esse tipo de internação hospitalar (Figuras 28 e 29).

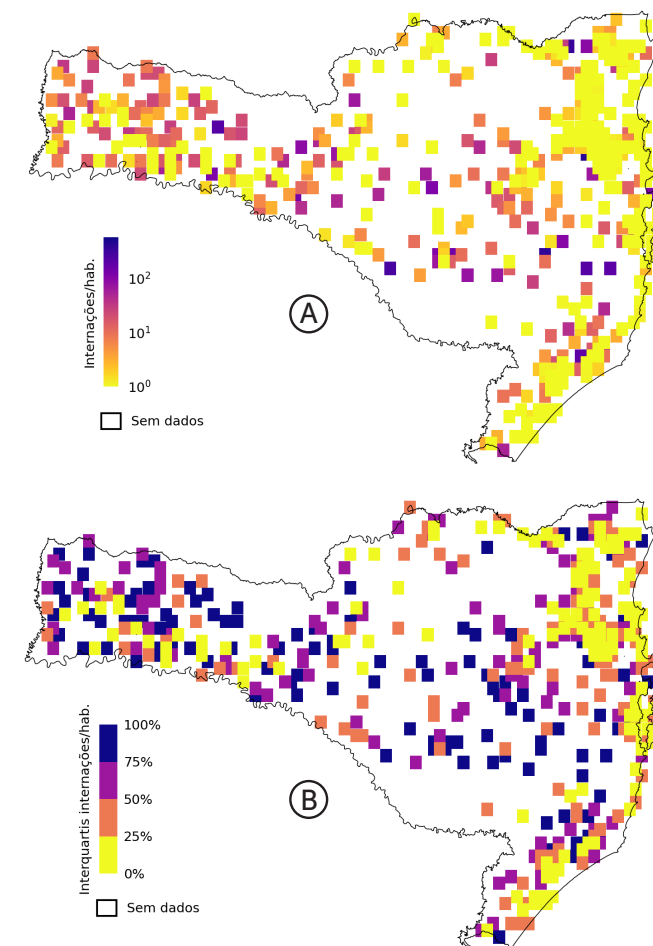


Figura 28 _ Coeficiente de morbidade cardiovascular (a) e por classificação interquartil (b).

A distribuição espacial dos pixels críticos em relação ao coeficiente de morbidade cardiovascular é semelhante à dos pixels críticos do coeficiente de morbidade respiratória (Figura 31).

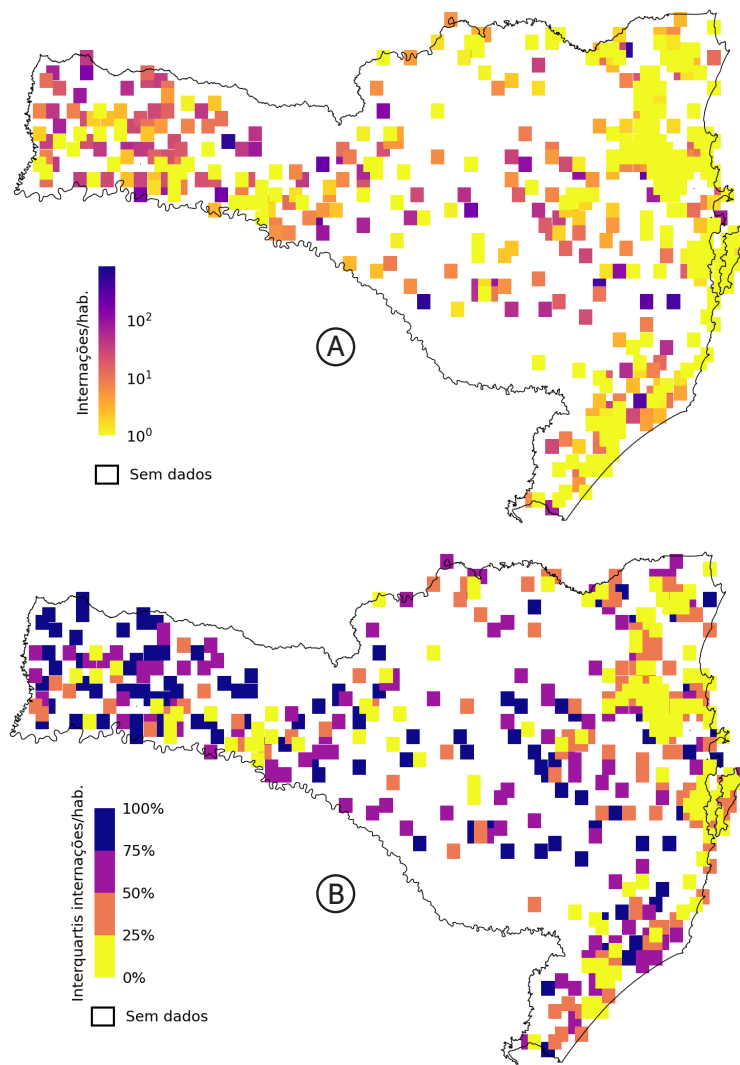


Figura 29 _ Coeficiente de morbidade respiratória (a) e por classificação interquartil (b).

REGIÕES PRIORITÁRIAS

Foi adotada uma contagem dos pixels críticos de emissões, concentrações e internações em cada cidade do estado; assim, as cidades com maior número de pixels críticos foram consideradas prioritárias. A Figura 30 mostra as áreas

prioritárias em SC. Essas áreas se concentram no Vale do Itajaí, Norte, Grande Florianópolis e Sul. Também foram localizados pixels críticos no Oeste e região Serrana, porém em menor quantidade.

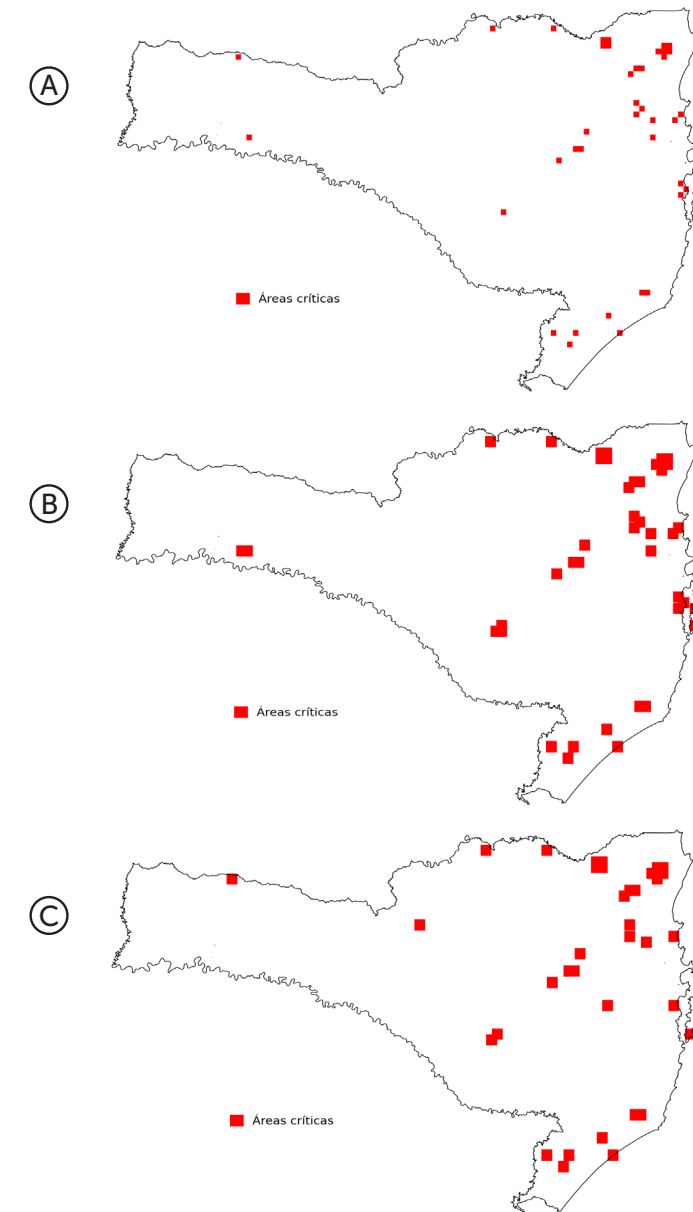


Figura 30 _ Pontos críticos para o controle de emissões e gestão da qualidade do ar em SC. a) CO, b) MP e c) SO₂

IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS FONTES EMISSORAS

A Figura 31 apresenta a classificação da principal fonte de emissão em cada pixel no estado de SC. As emissões veiculares e por queima de biomassa são dominantes ao longo do estado, enquanto as

emissões industriais são as principais em poucas regiões de SC. As emissões biogênicas são majoritárias em áreas onde as concentrações dos poluentes e número de internações são menores.

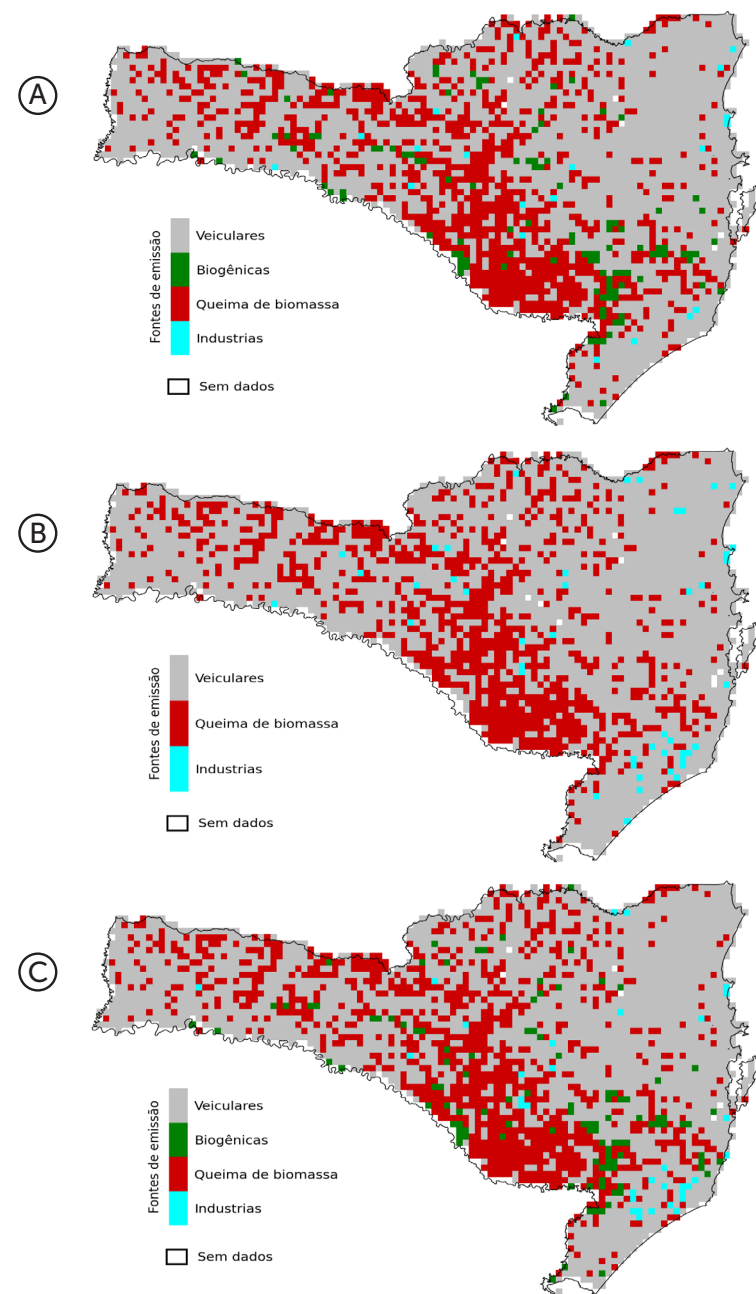


Figura 31_ Principal fonte emissora em cada pixel no estado de Santa Catarina. a) CO, b) MP e c) SO₂.

As emissões veiculares predominam nas áreas prioritárias de SC (Figuras 25 e 26). Vale ressaltar que as magnitudes das emissões dessas fontes podem apresentar variações, devido

principalmente às incertezas nos inventários de emissões adotados.

As Tabelas 13, 14 e 15 apresentam um ranqueamento das áreas prioritárias em SC. Obser-

vou-se que a cidade de Joinville deve ser priorizada para todos os poluentes analisados, com 6 pixels críticos na cidade. Em Joinville e em outras cidades do estado, as emissões veiculares aparecem como as principais emissoras de poluentes atmosféricos, fato que demonstra a necessidade de implementação de um programa de inspeção e controle das emissões veiculares. As emissões industriais também são importan-

tes em Joinville e necessitam de controle para a melhoria da qualidade do ar no município. Vale ressaltar as limitações do inventário de emissões industriais utilizado neste trabalho, ainda não foi possível produzir um inventário que contemple a maior parte das emissões industriais de SC. Portanto, as taxas de emissões indústrias podem ser maiores que as apresentadas neste estudo.

MUNICÍPIO	Pixels críticos	Emissão industrial (%)	Emissão queimadas (%)	Emissão biogênica (%)	Emissão veicular (%)
JOINVILLE	6	0,0	0,0	0,0	100,0
FLORIANÓPOLIS	4	0,0	8,3	0,0	91,7
SÃO BENTO DO SUL	4	0,0	6,3	0,0	93,8
JARAGUÁ DO SUL	2	0,0	5,3	0,0	94,7
TUBARÃO	2	10,0	20,0	0,0	70,0
SÃO JOSÉ	2	0,0	20,0	0,0	80,0
GASPAR	2	0,0	0,0	0,0	100,0
RIO DO SUL	2	0,0	11,1	0,0	88,9
ITAJAÍ	2	10,0	0,0	0,0	90,0
BLUMENAU	2	0,0	0,0	0,0	100,0
LAGES	1	1,1	68,9	1,1	28,9
TROMBUDO CENTRAL	1	0,0	0,0	0,0	100,0
TIMBÉ DO SUL	1	0,0	33,3	0,0	66,7
MELEIRO	1	0,0	0,0	0,0	100,0
MAFRA	1	0,0	27,4	1,6	71,0
BIGUAÇU	1	0,0	0,0	0,0	100,0
JUPIÁ	1	0,0	0,0	33,3	66,7
IÇARA	1	0,0	0,0	0,0	100,0
IBIRAMA	1	0,0	0,0	0,0	100,0
GUARAMIRIM	1	0,0	11,1	0,0	88,9
CRICIÚMA	1	14,3	0,0	0,0	85,7
CHAPECÓ	1	0,0	8,7	0,0	91,3
CANOINHAS	1	2,4	36,6	0,0	61,0
BRUSQUE	1	11,1	22,2	0,0	66,7
TURVO	1	11,1	11,1	0,0	77,8

Tabela 13_ Número de pixels críticos considerando o poluente CO. Proporção de pixels majoritários para cada fonte emissora nos municípios.

MUNICÍPIO	Pixels críticos	Emissão industrial (%)	Emissão queimadas (%)	Emissão veicular (%)
JOINVILLE	6	2,5	0,0	97,5
SÃO BENTO DO SUL	4	6,3	6,3	87,5
FLORIANÓPOLIS	3	0,0	8,3	91,7
LAGES	3	2,2	67,8	30,0
JARAGUÁ DO SUL	2	5,3	5,3	89,5
TUBARÃO	2	30,0	20,0	50,0
CHAPECÓ	2	0,0	8,7	91,3
GASPAR	2	0,0	0,0	100,0
SÃO JOSÉ	2	0,0	20,0	80,0
RIO DO SUL	2	0,0	11,1	88,9
ITAJAÍ	2	10,0	0,0	90,0
BLUMENAU	2	0,0	0,0	100,0
MELEIRO	1	0,0	0,0	100,0
TROMBUDO CENTRAL	1	0,0	0,0	100,0
TIMBÉ DO SUL	1	0,0	33,3	66,7
BIGUAÇU	1	0,0	0,0	100,0
MAFRA	1	0,0	27,4	72,6
IÇARA	1	0,0	0,0	100,0
IBIRAMA	1	0,0	0,0	100,0
GUARAMIRIM	1	11,1	0,0	88,9
CRICIÚMA	1	28,6	0,0	71,4
CANOINHAS	1	2,4	34,1	63,4
BRUSQUE	1	11,1	11,1	77,8
TURVO	1	11,1	0,0	88,9

Tabela 14 _ Número de pixels críticos considerando o poluente MP.
Proporção de pixels majoritários para cada fonte emissora nos municípios.

MUNICÍPIO	Pixels críticos	Emissão industrial (%)	Emissão queimadas (%)	Emissão biogênica (%)	Emissão veicular (%)
JOINVILLE	6	0,0	0,0	0,0	100,0
FLORIANÓPOLIS	4	0,0	8,3	0,0	91,7
SÃO BENTO DO SUL	4	0,0	6,3	0,0	93,8
JARAGUÁ DO SUL	2	0,0	5,3	0,0	94,7
TUBARÃO	2	30,0	20,0	0,0	50,0
SÃO JOSÉ	2	0,0	20,0	0,0	80,0
GASPAR	2	0,0	0,0	0,0	100,0
RIO DO SUL	2	0,0	11,1	0,0	88,9
ITAJAÍ	2	10,0	0,0	0,0	90,0
BLUMENAU	2	0,0	0,0	0,0	100,0
LAGES	1	3,3	67,8	1,1	27,8
TROMBUDO CENTRAL	1	0,0	0,0	0,0	100,0
TIMBÉ DO SUL	1	0,0	33,3	0,0	66,7
MELEIRO	1	0,0	0,0	0,0	100,0
MAFRA	1	0,0	27,4	1,6	71,0
BIGUAÇU	1	0,0	0,0	0,0	100,0
JUPIÁ	1	0,0	0,0	0,0	100,0
IÇARA	1	0,0	0,0	0,0	100,0
IBIRAMA	1	10,0	0,0	0,0	90,0
GUARAMIRIM	1	0,0	0,0	0,0	100,0
CRICIÚMA	1	57,1	14,3	0,0	28,6
CHAPECÓ	1	0,0	8,7	0,0	91,3
CANOINHAS	1	0,0	34,1	0,0	65,9
BRUSQUE	1	11,1	22,2	0,0	66,7

Tabela 15 _ Número de pixels críticos considerando o poluente SO₂.
Proporção de pixels majoritários para cada fonte emissora nos municípios.

Este documento faz parte de uma série de relatórios sobre as emissões atmosféricas em SC. Esta é a segunda versão que traz um conjunto de todos os inventários de emissões no estado de SC. Os inventários de emissão veicular e biogênicas são referentes ao ano de 2019. Entretanto, os inventários de emissões industriais e queimadas são referentes ao ano de 2020. Além disso, é apresentada a modelagem meteorológica para SC no ano de 2019.

Entre as fontes poluidoras, destaca-se a emissão pela queima de biomassa, que apresentou um aumento nas taxas de todos os poluentes para o ano de 2020 e observou-se um acúmulo de emissões especialmente na região Serrana. As emissões veiculares se concentram em sua maioria nas mesorregiões do Vale do Itajaí, Norte e Oeste do Estado. Sendo que as emissões características de veículos leves (CO, HC, CH₄, RCHO, N₂O, NMHC E CO₂) são maiores no Vale do Itajaí e as emissões características de veículos pesados (NO_x e MP) são maiores nas regiões Norte e Oeste de SC. As emissões industriais também são relevantes em SC e ocorrem com maior intensidade nas regiões Norte, do Vale do Itajaí e Sul. Destaca-se que o segmento industrial que apresentou taxas expressivas foi o de geração de energia. Já as fontes biogênicas são responsáveis pelas menores emissões entre as inventariadas, com valores mais elevados nas regiões com maior índice de área foliar e com vegetação com

folhas largas de floresta temperada.

As condições meteorológicas mais críticas para a ocorrência de impactos na qualidade do ar ocorrem nos meses de inverno, onde a temperatura, umidade, índice pluviométrico e altura da camada limite possuem seus menores valores em SC. Estudos mais aprofundados que serão realizados neste projeto avaliarão o efeito da meteorologia na qualidade do ar em SC.

Esse estudo inclui informações para auxiliar no desenvolvimento de um plano de gestão da qualidade do ar, apresentando as áreas prioritárias para o controle das emissões em SC e as principais fontes emissoras nessas áreas. Verificou-se que as áreas prioritárias estão localizadas principalmente nas mesorregiões do Vale do Itajaí, Norte, Sul e Grande Florianópolis, tendo como principais fontes emissoras os veículos e a queima de biomassa. Esse estudo pode auxiliar na elaboração de estratégias para o controle e mitigação dos impactos associados às emissões atmosféricas em SC.

É importante ressaltar que as metodologias utilizadas neste inventário possuem erros e limitações que não foram avaliados. Para compreender melhor o processo de poluição do ar, é necessário aprofundar os métodos desenvolvidos neste trabalho e realizar a modelagem de dispersão dos poluentes na atmosfera. Desta forma, é possível validar a combinação entre inventários, modelagem e imagens de satélite.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO (ANP). Dados estatísticos. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>>. Acesso em: 27 nov. 2020.

ALLOWAY, Brian J.; TREVORS, Jack T. Urban Air Pollution — European Aspects. Dordrecht: Springer Netherlands, 1998. (Environmental Pollution).v. 1 Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-94-015-9080-8>

ALMEIDA, J. COVs: os pouco estudados vilões das emissões veiculares. Disponível em: <<http://www.labjor.unicamp.br/>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

ANTP. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral (2012). Disponível em:http://fileserver.antp.org.br/_5dotSystem/userFiles/simob/relat%C3%B3rio%20geral%202011.pdf. > Acesso em: 05 nov. 2020.

ARMSTRONG, Ben; GASPARRINI, Antonio. Investigating Uncertainty in the Minimum Mortality Temperature. [s. l.], 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000567>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE MOTOCICLETAS, CICLOMOTORES, MOTONETAS, BICICLETAS E SIMILARES – ABRACICLO. Anuário da Indústria Brasileira de duas Rodas, 2019. 196p. Disponível em <<http://www.abraciclo.com.br/anuario-de-2019> >. Acesso em 24 nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. Produção, vendas e exportação de autoveículos, 2017. Disponível em <<http://www.virapagina.com.br/anfavea2017/>>. Acesso em 29 out. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CASA CIVIL. Lei No 13.033, de 24 de setembro de 2014. Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO ESTADO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Portaria MAPA No 75, de 05 de março de 2015. Fixa o percentual obrigatório de adição de etanol anidro combustível à gasolina. 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Qualidade do Ar. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar>>. Acesso em: 20 out. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA no 18, de 6 de maio de 1986. Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE. DOU, de 17 de junho de 1986, Seção 1, 1986.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA no 297, de 26 de fevereiro de 2002. Estabelece os limites para emissões de gases poluentes por ciclomotores, motocicletas e veículos similares novos. DOU no 51, de 15 de março de 2002, Seção 1, páginas 86-88, 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA No 418, de 25 de novembro de 2009. Dispõe sobre critérios para a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular - PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M. Documento, p. 11, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/inventario_de_emissoes_por_veiculos_rodoviaros_2013.pdf>. Acesso em: 20 out. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Poluentes Atmosféricos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosfericos>>. Acesso em: 05 out. 2020.

CAVALCANTI, IRACEMA FONSECA DE ALBUQUERQUE; FERREIRA, NELSON JESUS; DA SILVA, MARIA GERTRUDES ALVAREZ JUSTI; DIAS, Maria Assunção Faus da silva. Tempo e Clima no Brasil. 2009.

CNI. Ranking dos estados. Disponível em: <https://perfilindustria.portaldaindustria.com.br/ranking?cat=3&id=3460>. Acesso em: 01 dez. 2021

IBGE. Cidades e Estados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>. Acesso em: 01 dez. 2021.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Emissões veiculares no estado de São Paulo 2018. p. 221, 2018a. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes/>>.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Qualidade do ar no estado de São Paulo 2018. p. 156, 2018b. Disponível em: <<http://ar.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). Frota de Veículos. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/estatisticas-frota-de-veiculos-denatran>>. Acesso em: 23 out. 2020.

EEA. EUROPEAN UNION. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. (Org.). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016: Technical guidance to prepare national emission inventories. 21. ed. European Union: Lrtap, 2016. 28 p. (21). Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>>. Acesso em: 16 out. 2020.

FEDERAÇÃO DO COMÉRCIO DE BENS SERVIÇOS E TURISMO DE SANTA CATARINA (FECOMÉRCIO SC). Pesquisa Fecomércio SC -Turismo de Verão no Litoral Catarinense 2018. Disponível em: <<https://www.fecomercio-sc.com.br/pesquisas/pesquisa-turismo-de-verao-no-litoral-catarinense-2018/>>. Acesso em: 28 nov. 2020.

GRAUER, A. Inventário Estadual de Emissões atmosféricas de poluentes (MP, CO, NOX, SOX) e proposta para revisão e ampliação da rede de monitoramento da qualidade do ar do Estado do Paraná. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/INVENTARIO/INVENTARIO_ESTADUAL_DE_EMITSOES_ATM_versaofinal.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

HOINASKI, L. Emissões veiculares no estado de Santa Catarina - ano base 2016. Florianópolis. ISBN: 978-65-80460-70-0. 2019.

HOINASKI, L. Emissões veiculares no estado de Santa Catarina - ano base 2017. Florianópolis. ISBN : 978-65-87206-14-1. 2020.

HOINASKI, L. Avaliação do Impacto das Emissões Veiculares, Queimadas, Industriais e Naturais - Ano base 2020. Florianópolis. ISBN: 978-65-87206-78-3. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Brasil em síntese. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estimativas da população. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 27 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Industrial 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2013_v32_n1_empresa.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) - Área territorial brasileira. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?edicao=24050&t=acesso-ao-produto> .

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores — Proconve/ Promot. 3. ed. Brasília: Diqua, 2011.

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>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

KAWASHIMA, Ana Beatriz; MARTINS, Leila Droprinchinski; RAFEE, Sameh Abou; RUDKE, Anderson Paulo; MORAIS, Marcos Vinícius de; MARTINS, Jorge Alberto. Development of a spatialized atmospheric emission inventory for the main industrial sources in Brazil. Environmental Science And Pollution Research, [s. l], v. , n. , p. 1-12, nov. 2020.

MAGE, D. et al. Urban air pollution in megacities of the world. *Atmospheric Environment*, v. 30, n. 5, p. 681–686, 1996.

MARTI-SOLER, Helena et al. Seasonality of cardiovascular risk factors: An analysis including over 230 000 participants in 15 countries. *Heart*, [S. l.], v. 100, n. 19, p. 1517–1523, 2014.

MCT. Emissões de Gases Efeito Estufa por fontes móveis, no setor energético. Pag 1 – 95. 2006.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (MPF). Em ação do MPF, Justiça condena estado de Santa Catarina a elaborar o Plano de Controle de Poluição Veicular. Disponível em: <https://trf-4.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/550547460/apelacao-civel-ac-50295314020144047200-sc-5029531-4020144047200/inteiro-teor-550547529?ref=topic_feed>.

NETTO, Guilherme Franco; CARMO, Eduardo Hage. Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil. [S. l.: s. n.]. E-book. Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/resources/ccd/saude-ambiental/mudanca_climatica_e_seus_efeitos_na_saude_brasil.pdf>

PÉREZ, Isidro A. et al. Key points in air pollution meteorology. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [s. l.], v. 17, n. 22, p. 1–14, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17228349>

SANTA CATARINA. Decreto Estadual No 3.532, de 27 de setembro de 2010. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.845, de 20-07-2001, que dispõe sobre o Programa de Inspeção de Emissões e Ruído de Veículos em Uso no Estado de Santa Catarina, homologa o Plano de Controle de Pol. Documento, 2010.

SANTA CATARINA. Lei No 11.845, de 20 de julho de 2001. Dispõe sobre o Programa de Inspeção de Emissões e Ruído de Veículos em Uso no Estado de Santa Catarina e adota outras providências. DO. no 16.707, de 23 de julho de 2001, 2001.

SANTA CATARINA, Secretaria de Estado do Planejamento. diversidade da natureza – fascículo 2. In: ISA DE OLIVEIRA; (ORG.), Rocha (org.). Atlas geográfico de Santa Catarina. 2. ed. Florianópolis: UDESC, 2016.

SEINFELD, John H.; PANDIS, Spyros N.; NOONE, Kevin. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. *Physics Today*, [s. l.], v. 51, n. 10, p. 88–90, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1063/1.882420>

SEPLAN. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986.

SILVA, K. L. Á.; ALONSO, M. F.; DE OLIVEIRA, L. P. Análise das Emissões Atmosféricas de Fontes Móveis para a cidade Pelotas – RS Analysis of Mobile Sources Atmospheric Emissions in Pelotas City Resumo. *Ciência e Natura*, v. 38, p. 347–353, 2016.

SOUZA, C. D. R. de et al. Inventory of conventional air pollutants emissions from road transportation for the state of Rio de Janeiro. *Energy Policy*, v. 53, p. 125–35, 2013.

UEDA, A. C.; TOMAZ, E. Inventário de emissão de fontes veiculares da região metropolitana de campinas, São Paulo. *Quimica Nova*, v. 34, n. 9, p. 1496–1500, 2011.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). UNEP year book : Emerging issues in our global environment. Update ed. Nairobi, Kenya: UNEP, 2014.

VALLERO, Daniel. Fundamentals of Air Pollution. [S. l.: s. n.], 2014. ISSN 1098-6596.v. 53 Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

VICENTINI, P. C. Metodologia para o Inventário de Emissões Evaporativas provenientes do Sistema de Alimentação de Combustível de Veículos do Ciclo Otto. Desempenho de Produtos em Motores. CENPES/PDAB/DPM. , 2010

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Air pollution levels rising in many of the world's poorest cities. Disponível em: <<http://www.who.int/en/news-room/detail/12-05-2016-air-pollution-levels-rising-in-many-of-the-world-s-poorest-cities>>. Acesso em: 23 maio 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Air Quality Guidelines Global Update 2005. 2005. ed. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2006.

ZHANG, Tian et al. The two-way feedback effect between aerosol pollution and planetary boundary layer structure on the explosive rise of PM_{2.5} after the “Ten Statements of Atmosphere” in Beijing. *Science of the Total Environment*, [S. l.], v. 709, p. 136259, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136259>

ZHAO, Yuanhong et al. Influences of planetary boundary layer mixing parameterization on summertime surface ozone concentration and dry deposition over North China. *Atmospheric Environment*, [S. l.], v. 218, n. March, p. 116950, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.116950>

APÊNDICE A METODOLOGIA DA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES VEICULARES USANDO O BRAVES

As emissões veiculares são consideradas uma das principais fontes de emissão de poluentes para atmosfera, dentre eles poluentes regulamentados e acometidos por programas de controle de emissão veicular, e poluentes não regulamentados como o caso de gases efeito estufa. Entre os principais processos de emissão por veículos automotores se destacam as emissões por escapeamento (emissões diretas), de natureza evaporativa do combustível, sendo emitida durante o uso e o repouso do veículo, a as emissões por abastecimento, que repelem os gases armazenados nos tanques de combustíveis. Com o objetivo de estimar as emissões veiculares no estado de Santa Catarina foi utilizado o software Brazilian Vehicular Emission inventory software – BRAVES.

O BRAVES combina um método Top-Down com informações de frota de cada município. O modelo utiliza uma abordagem probabilística que leva em consideração as características de frota, consumo de combustível, deterioração do veículo e intensidade de uso para calcular as emissões veiculares. O BRAVES pode estimar as emissões de uma variedade maior de poluentes na escala de município e segregar as emissões por processo de formação e categoria de frota, uma grande vantagem sobre os inventários nacionais e estaduais. BRAVES considera que todo combustível comercializado no município é consumido dentro do mesmo município. Além disso, a frota de uma cidade opera exclusivamente na mesma cidade.

ESTIMATIVA DAS EMISSÕES EXAUSTIVAS (EMISSÃO PELO ESCAPAMENTO)

As estimativas por exaustão foram calculadas para quatro categorias de veículos: automóveis, comerciais leves, motos e pesados. As motocicletas são divididas em quatro subcategorias, de acordo com a cilindrada do mo-

tor (cc), enquanto a frota de veículos pesados é segregada em sete subcategorias do peso bruto total (PBT). As emissões de escapeamento de cada categoria de veículos no BRAVES são calculadas através da Equação 2:

$$E_{x,c,k} = \sum_{s=sub1}^{s=subn} \sum_{j=comb1}^{j=Combn} \sum_{i=ano1}^{i=ano n} P_{s,j,i} * EF_{x,c,s,j,i} * DF_{x,c} * A_{s,j,i} * CF_{k,j} * \%V_{\%c,j} \quad [2]$$

onde, $E_{x,c,k}$ (massa por unidade de tempo) é a emissão do poluente x para a categoria de veículo c na cidade k ; $P_{s,j,i}$ a probabilidade condicional do veículo ser da subcategoria s , utilizar o combustível j , e ser do ano i ; $EF_{x,c,s,j,i}$ (massa por distância percorrida) o fator de emissão do poluente x para cada veículo de subcategoria s que utiliza o combustível j e é do ano i ; $DF_{x,c}$ é o fator de deterioração do poluente x da categoria de veículo c ; $A_{s,j,i}$ (distância percorrida por con-

sumo de combustível) é a autonomia do veículo da subcategoria s que utiliza o combustível j e é do ano i ; $CF_{k,j}$ (consumo de combustível por unidade de tempo) é a quantidade de combustível j consumido na cidade k ; $\%V_{\%c,j}$ é a porcentagem do consumo do combustível j pelo veículo da categoria c . O fluxograma apresentado na Figura 32 descreve o esquema de dados requeridos pelo método para realizar os cálculos de emissão de exaustão.

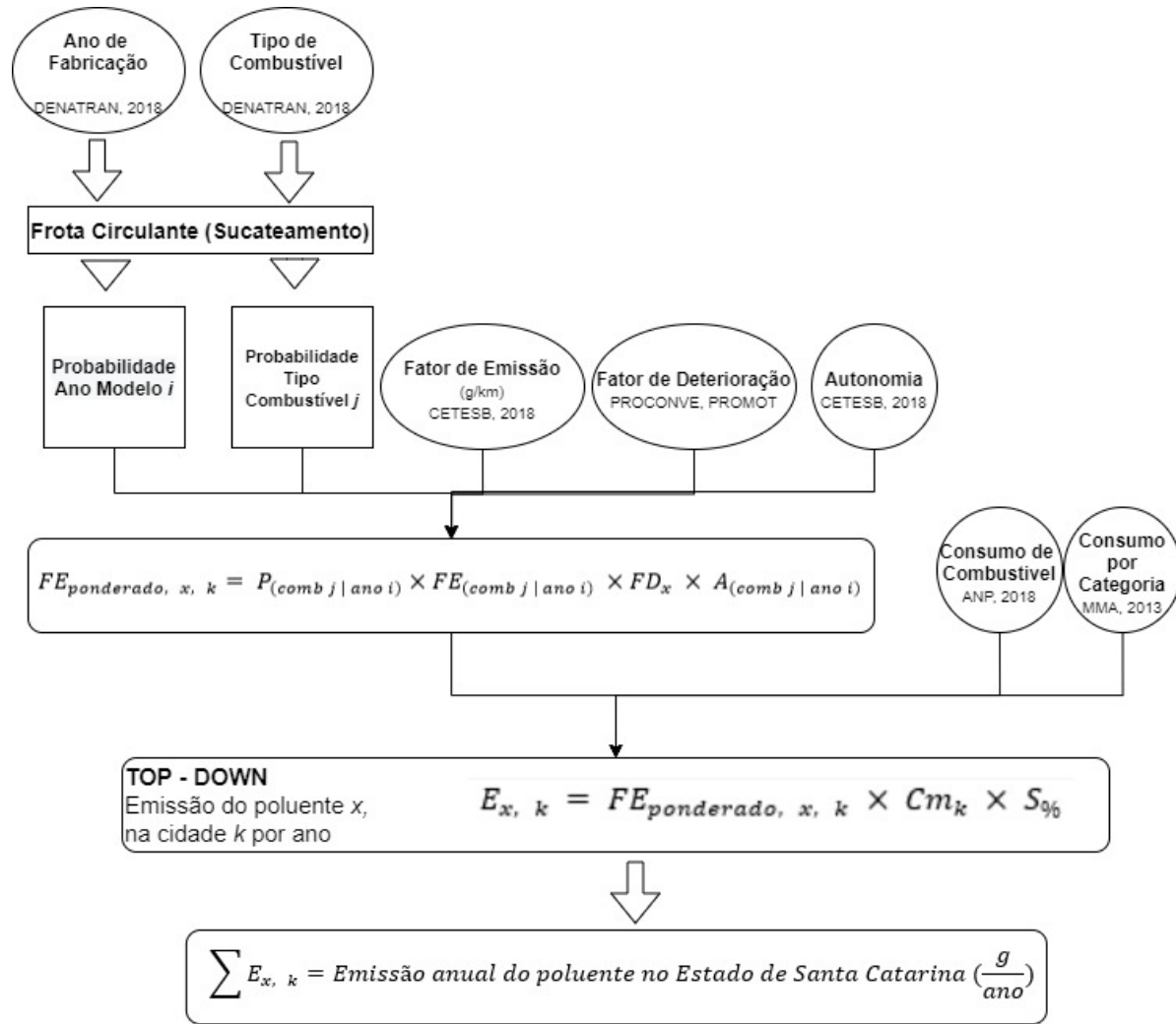


Figura 32 _ Fluxograma da estimativa de emissão por exaustão utilizada no BRAVES.

ESTIMATIVA DAS EMISSÕES EVAPORATIVAS E POR ABASTECIMENTO

As emissões evaporativas de NMHC de automóveis e comerciais leves são estimadas seguindo as recomendações da metodologia Tier 2, do Guia Europeu para Inventário de Emissões – Emission Inventory Guidebook (MELLIOS; NTZIACHRIS-

TOS, 2019), e apresentada nos relatórios: Emissões Veiculares no Estado de São Paulo (CETESB, 2019), Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (MMA, 2011, 2014), bem como a base metodoló-

gica explicitada por Vicentini (VICENTINI, 2011).

As emissões evaporativas diurnas (Diurnal) ocorrem devido a oscilação da temperatura durante o dia e a noite, enquanto o veículo está estacionado. A imersão a quente (Hot Soak) ocorre durante a primeira hora que o veículo está es-

tacionado após a operação normal, e ocorrem perdas enquanto o veículo está em operação (Running Losses). O fluxograma apresentado na Figura 33 descreve o esquema de dados requeridos pelo método para realizar os cálculos de emissões evaporativas.

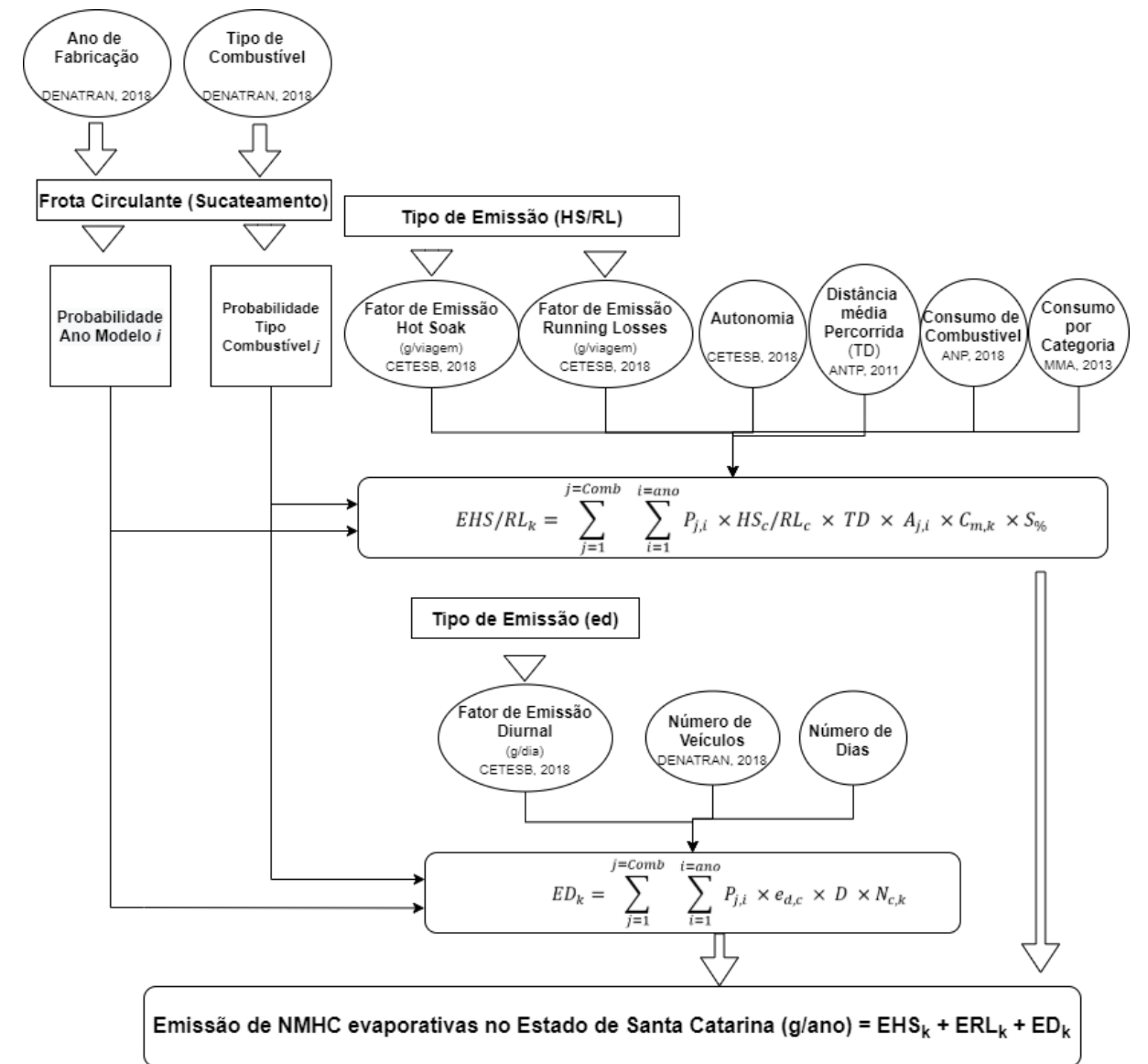


Figura 33 _ Fluxograma da estimativa de emissão por evaporação utilizada no BRAVES.

As Equações 3, 4 e 5 foram implementadas no BRAVES para representar as perdas diurnas, de imersão a quente e de funcionamento respectivamente.

$$ED_{c,k} = \sum_{j=comb\ 1}^{j=Comb\ n} \sum_{i=ano\ 1}^{i=ano\ n} P_{j,i} * eD_{j,i} * D * N_{c,k} \quad [3]$$

onde, $ED_{c,k}$ é a emissão evaporativa diurna de hidrocarbonetos não metano para a categoria de veículo c no município k ; $P_{j,i}$ a probabilidade condicional de um veículo do ano modelo i e utilizando

do combustível j ; $eD_{j,i}$ a taxa de emissão média diária da fase diurna do veículo do ano modelo i utilizando o combustível j ; D o número de dias em um determinado período;

$$EHS_{c,k} = \sum_{j=comb\ 1}^{j=Comb\ n} \sum_{i=ano\ 1}^{i=ano\ n} P_{j,i} * eHS_{j,i} * DT * A_{j,i} * CF_{k,j} * \%V_{c,j} \quad [4]$$

$$ERL_{c,k} = \sum_{j=comb\ 1}^{j=Comb\ n} \sum_{i=ano\ 1}^{i=ano\ n} P_{j,i} * eRL_{j,i} * DT * A_{j,i} * CF_{k,j} * \%V_{c,j} \quad [5]$$

onde, $EHS_{c,k}$ e $ERL_{c,k}$ são as emissões evaporativas Hot Soak e Running losses respectivamente, de hidrocarbonetos não metano para o veículo da categoria c no município k ; $P_{j,i}$ a probabilidade condicional de um veículo do ano modelo i e utilizando o combustível j ; $eHS_{j,i}$ e $eRL_{j,i}$ as taxas de emissão média por viagem Hot Soak e Running losses respectivamente do veículo do ano modelo i utilizando o combustível j ; DT a distância média percorrida por viagem; $A_{j,i}$ é a autonomia do veículo que utiliza o combustível j e é do ano i ; $CF_{k,j}$ é a quantidade de combustível j consumido na cidade k ; $\%V_{c,j}$ a proporção de combustível j consumido pela categoria c .

As taxas de emissão dos processos Hot Soak e Running Losses são em função da temperatura e da distância percorrida por viagem. No presente estudo, os dados de temperatura foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<https://clima.inmet.gov.br/NormaisClimatologicas>) e a distância percorrida obtida do relatório do sistema de informação de mobilidade urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2012).

A exposição de um veículo no ambiente ou durante e após o uso, pode ocasionar diferentes fatores de emissões de acordo com temperaturas ambiente. O presente estudo considerou as temperaturas médias dos municípios catarinenses com base na interpolação das normais climatológicas das estações meteorológicas localizadas no estado catarinense do Instituto Nacional de Meteorologia -INMET entre os anos de 1961 e 1990. A faixa de temperatura utilizadas no presente relatório estão apresentadas na Figura 34.

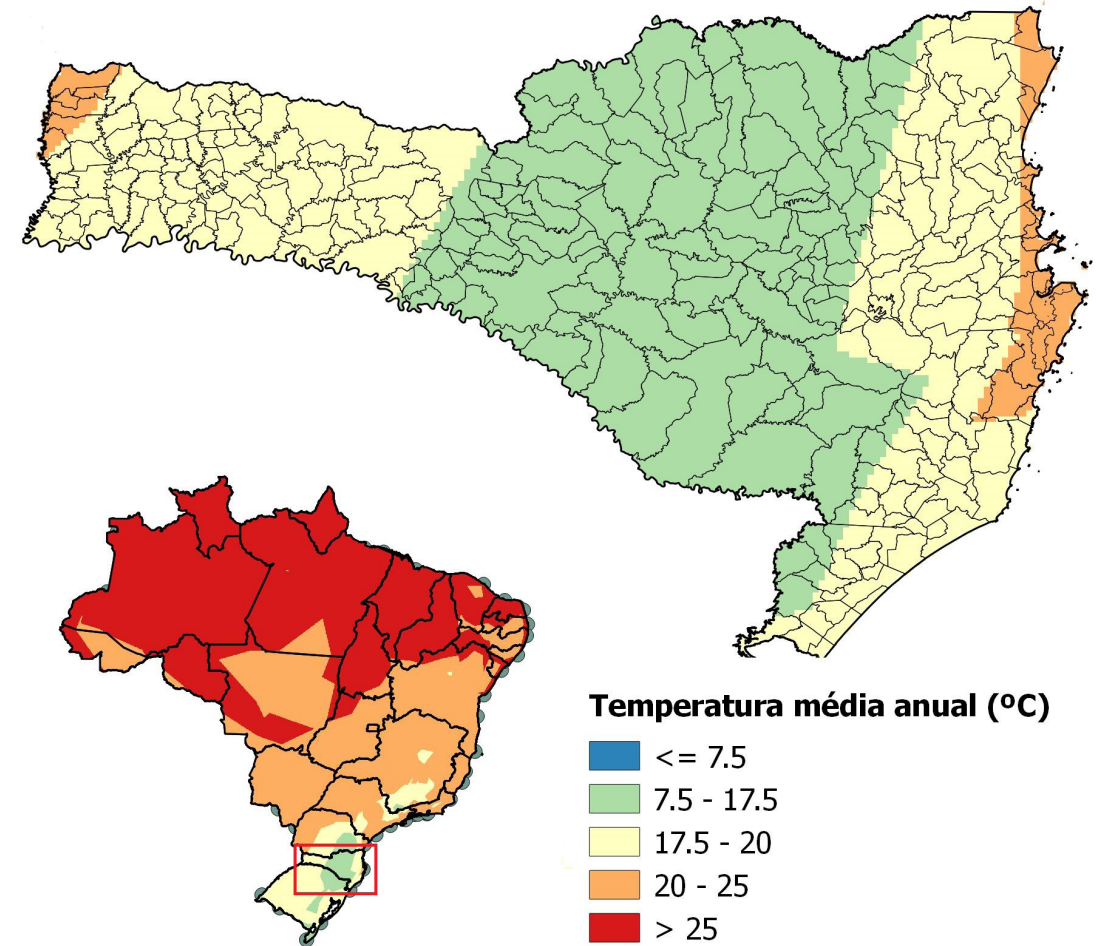


Figura 34 _ Temperaturas médias das normais climatológicas dos municípios catarinenses.

As emissões de abastecimento foram consideradas para as emissões de gasolina comum e etanol hidratado devido a sua alta volatilidade. Foi adotada a taxa de volatilidade da gasolina e do etanol de $1,14\ g.L^{-1}$ e $0,37$

$g.L^{-1}$ semelhante aos valores adotados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2019). A Equação 6 foi empregada no BRAVES para estimar as emissões por reabastecimento.

$$ER_{c,k} = VR_j * CF_{k,j} * \%V_{c,j} \quad [6]$$

onde, $ER_{c,k}$ é a emissão de reabastecimento da categoria de veículos c no município k ; VR_j é a taxa de volatilidade do combustível j ; $CF_{k,j}$ é a

quantidade de combustível j consumido na cidade k ; $\%V_{c,j}$ a proporção de combustível j consumido pela categoria c .

FROTA VEICULAR

O estado de SC possui 5.384.378 veículos licenciados, distribuídos em 21 categorias, e 17 diferentes tipos de combustível, que foram registrados em veículos com ano modelo de 1900 a 2019 conforme apresentado nos relatórios estatísticos do registro nacional de veículos automotores - RENAVAM e disponibilizados pelo Departamento Nacional de Trânsito em 2019 (<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/denatran>). (DENATRAM, 2020), Essas categorias são apresentadas conforme o inciso II do Artigo 96 do Código de Trânsito Brasileiro. A segrega-

ção é realizada conforme a espécie, classificando – os em Automóveis, Comerciais Leves, Motos e Pesados. O desmembramento da frota de veículos por categorias é utilizado para o cálculo da probabilidade condicional de acordo com o ano modelo e o tipo de combustível e aplicação do produto dos fatores de emissão.

A caracterização da frota utilizada é apresentada na Tabela 16. Foram desconsideradas as categorias: bonde, reboque, semi-reboque e side-car, pois estes não têm emissão de escapamento.

CLASSES	MOTORIZAÇÃO / COMBUSTÍVEL	CATEGORIAS	DEFINIÇÃO
Automóveis	Otto - Gasolina C. Otto - Etanol Hidratado Otto - Flex Fuel	Automóvel, outros.	Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor.
Comerciais Leves	Otto - Gasolina C. Otto - Etanol Hidratado Otto - Flex Fuel Diesel	Caminhonete, Caminhoneta, Utilitário.	Veículo destinado ao transporte de pessoas ou de carga, com peso bruto total de até 3.856 kg.
Motocicletas	Otto - Gasolina C. Otto - Etanol Hidratado	Ciclomotor, Motocicleta, Motoneta, Quadriciclo, Triciclo.	Veículo automotor de duas ou três rodas, dirigido por condutor em posição montada ou sentada.
Pesados	Diesel	Caminhão, Caminhão Trator, Chassi Plataforma, Trator Esteira, Trator Rodas, Ônibus, Micro-Ônibus.	Veículo automotor destinado ao transporte de carga, com carroceria, e PBT superior a 3.856 kg. Veículo de transporte coletivo.

Fonte: Adaptado de (CETESB, 2019)

Tabela 16 _ Classificação dos veículos de acordo com a motorização.

De acordo com CETESB (2019) os automóveis e veículos comerciais leves não são segre-

gados em subcategoria,. ao contrário das categorias motocicletas e veículos pesados que

por sua vez possuem divisão em subcategorias, essas condições foram consideradas com base na produção e venda dos veículos. Para as motocicletas quatro subcategorias foram adotadas, sendo elas: inferior a 150 cilindradas, entre 150 e 500 cilindradas, os superiores a 500 cilindradas e por fim superiores a 150 cilindradas. A segregação das subcategorias foi realizada baseado nas estatísticas de venda de motos do ano de 2019 divulgados pela Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares – ABRACICLO (ABRACICLO, 2020) e os dados do RENAVAM relativos ao tipo de veículos da frota de cada município brasileiro (DENATRAM, 2018a). Aproximadamente 80% das motos licenciadas possuem cilindradas inferior a 150 cilindradas, 15% são motorizadas entre 150 e 500 cilindradas e a menor parcela de 5% são motos com potência superior a 500 cilindradas (ABRACICLO, 2019). O Código de Trânsito Brasileiro conceitua que os Ciclomotores possuem motorização de até 50 cilindradas, essa modalidade foi enquadrada na subcategoria de até 150 cilindradas. A partir do ano de 2010 foram consideradas apenas as subcategorias ≤ 150 e >150 devido apenas a disponibilidades dos fatores de emissão dessas subcategorias pela CETESB.

Já para os veículos pesados foram divididos em oito subcategorias sendo elas: caminhões semileves, leves, médios, semipesados, pesados, ônibus urbanos, microônibus e ônibus rodoviários. A determinação da porcentagem das subcategorias dos veículos pesados foi com base nos dados da produção e vendas de autoveículos da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA (<http://www.anfavea.com.br/estatisticas.html>), e os dados do DENATRAM, relativas ao tipo de veículo de cada frota municipal (<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/estatisticas-frota-de-veiculos-denatran>).

Devido o desconhecimento da frota real de veículos em circulação, é estimada a frota circulante com bases em estatísticas dos veículos registrados no RENAVAM (DENATRAM, 2018b). Ao longo dos anos parte da frota é destituída de circulação e esse processo também é considerado nas estimativas de emissão veiculares. Para estimar este processo foram utilizadas as curvas de sucateamento elaboradas pelo Serviço de Planejamento da PETROBRAS, calibradas pelos dados da Pesquisa Nacional por amostra de Domicílios – PNAD (1988) conforme apresentado no Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases Efeito Estufa (MCT, 2006). Este processo estabelece o percentual de veículos sucateados em função da idade do veículo, limitando a vida máxima em 40 anos. Devido a indisponibilidade de dados de parametrização de motocicletas na bibliografia supracitada, foram considerados os valores do inventário de emissões do estado do Rio de Janeiro (SOUZA et al., 2013). A curva de sucateamento utilizada no presente trabalho é apresentada na Figura 35.

A proporção de veículos remanescentes da frota dos municípios é considerada para aplicação do método probabilístico do presente estudo, considerando as probabilidades do ano modelo de cada cidade catarinense. Foi considerado que todos os veículos licenciados em uma cidade utilizam os combustíveis e emitem os poluentes no respectivo município. A mesma metodologia foi aplicada para todos os anos de referência dos inventários de emissões veiculares de Santa Catarina elaborados até o momento.

Para automóveis, veículos comerciais leves e motos do ciclo Otto a função de sucateamento utilizada é descrita na Equação 7. Os veículos com motorização do ciclo diesel também obtiveram aplicações das curvas de sucateamento, a função de sucateamento resultante é uma função logística normalizada apresentada na Equação 8 (MMA, 2011)

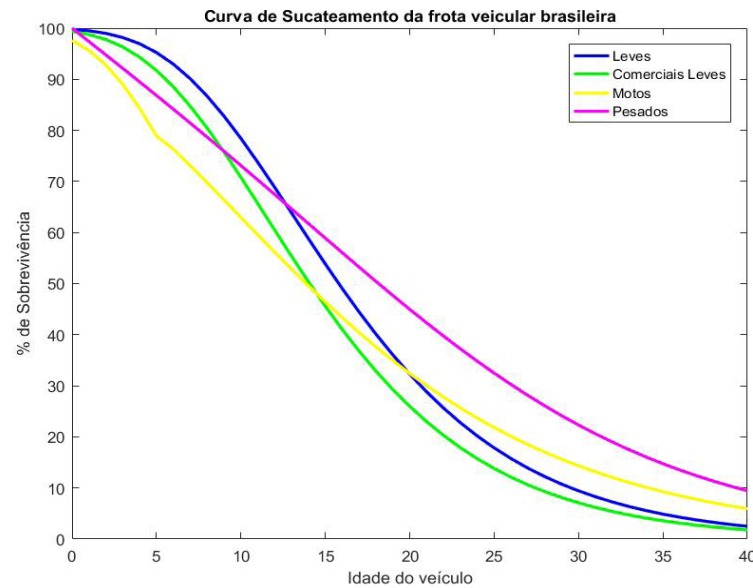


Figura 35 _ Fração da frota remanescente ao processo de sucateamento.

$$S(t) = 1 - \exp[-\exp(a + b(t))] \quad [7]$$

$$S(t) = \frac{1}{[1 + \exp(a(t - t_0))]} + \frac{1}{[1 + \exp(a(t + t_0))]} \quad [8]$$

Onde, S(t) = fração de veículos remanescentes, ainda não sucateados, na idade t; t = idade do veículo;

Os parâmetros aplicados nas curvas de sucateamento para veículos do ciclo Otto e do Ciclo Diesel são apresentados na Tabela 17.

Categorias	Condição	Coeficientes		
		a	b	T ₀
Automóveis		1,798	-0,137	-
Comerciais Leves		1,618	-0,141	-
Motos (Souza et al., 2013)	Até 5 anos	1,317	-0,175	-
	Superior a 5 anos	0,923	-0,930	-
Pesados		0,100	-	17,0

Tabela 17 _ Coeficientes aplicados na Curva de Sucateamento.

CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

O consumo de combustível é um fator importante para a avaliação das emissões veiculares quando utilizada a abordagem Top-Down. O volume de combustível vendido anualmente nos municípios catarinenses foram retirados dos relatórios estatísticos da Agência Nacional do Petróleo – ANP (<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/dados-abertos>) (ANP, 2018). Entretanto, apenas uma parte desse volume é destinado ao transporte rodoviário, a fração do volume de combustível para este setor foram extraídos do Anuário de 2019 de Balanço Energético Nacional – BEN (<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>) (EPE, 2019).

De acordo com os dados de consumo de combustível por município para o ano de 2019, fornecidos pela Agência Nacional de Petróleo

– ANP (<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/dados-abertos>), 295 municípios do estado comercializavam os combustíveis gasolina e óleo diesel nas suas unidades territoriais. O etanol hidratado era comercializado em apenas 218 municípios. Esta condição também foi considerada nas estimativas.

O Agrupamento dos tipos de combustível foi realizado considerando as principais motorizações utilizadas no território brasileiro: gasolina comum, etanol hidratado, diesel, gás natural veicular e motorizações flex-fuel. Estes tipos de motorização são os considerados o mais próximo da realidade da frota brasileira. Os dados dos tipos de combustíveis licenciados nos veículos dos municípios catarinenses obtidos a partir dos dados estatísticos do (DENATRAN, 2018c) estão apresentados na Tabela 18.

TIPO DE COMBUSTÍVEL	COMBUSTÍVEIS LICENCIADOS
Gasolina	Gasolina, Gasolina/Elétrico
Etanol	Álcool
Flex-Fuel	Álcool/Gasolina
Diesel	Diesel
Gás Natural Veicular	Gás Natural Veicular, Álcool/Gás Natural Combustível, Álcool/Gás Natural Veicular, Gás Metano, Gasogênio, Gasolina/Gás Natural Combustível, Gasolina/Gás Natural Veicular, Gasolina/Álcool/Gás Natural
Outros	Elétrico/Fonte Externa, Elétrico/Fonte Interna, Sem Informação, Vide/Campo/Observação.

Fonte: (DENATRAN, 2018c) adaptado pelo autor.

Tabela 18 _ Agrupamento dos tipos de combustíveis licenciados na frota veicular brasileira.

Veículos licenciados que possuem como alternativa o uso de Gás Natural Veicular (GNV) ou Gás Natural Combustível são considerados

veículos adaptados. A CETESB (2019) afirma que o GNV é utilizado em veículos convertidos com motor do ciclo Otto, que eram originalmen-

te movidos a etanol hidratado ou gasolina comum. Já os veículos elétricos, sem informação ou frota experimental são agrupados em outra categoria. Devido a fração ínfima de veículos elétricos e de veículos licenciados a Gás Natural Veicular essa parcela da frota foi descartada da estimativa de emissão.

Com o passar dos anos foram incorporados a frota de veículos novas tecnologias na motorização e obsolescência de outros modelos, esses fatos foram considerados no cálculo das probabilidades de consumo do combustível utilizado. A tecnologia flex-fuel incorporada a partir de 2003 no mercado automotivo brasileiro nas categorias de automóveis e comerciais leves é atualmente a motorização veicular mais difundida mundialmente capaz de operar com gasolina comum ou etanol. No Brasil essa tecnologia foi comercializada entre as motos a partir de 2010. O consumo desses tipos de combustível é flutuante no decorrer dos anos devido intervenções políticas e econômicas que influenciam no preço de comercialização dos combustíveis. Segundo a CETESB, em 2018 no estado de São Paulo 68% destes veículos utilizam etanol hidratado como combustível, enquanto 32% utilizam gasolina (CETESB, 2018a). Esta mesma porcentagem foi aplicada para os veículos do estado de SC.

A Lei Nº 13.033 de 25/09/2014 e a Portaria MAPA nº 75 de 05/03/2015, estabelecem percentuais de adição obrigatória em volume, de biodiesel ao óleo diesel e de etanol anidro à gasolina (BRASIL, 2014; BRASIL, 2015). Os volumes do consumo de etanol hidratado utilizados na estimativa de emissão serão considerados quando o veículo a álcool, ou flex fuel abastecer com etanol hidratado. Ou seja, não será considerada o consumo pela adição de álcool na gasolina (consti-

tuindo o chamado gasol).

Nos municípios onde não há comercialização de etanol hidratado foi considerado que os veículos movidos a etanol são adaptados para veículos flex-fuel, desta maneira consumindo gasolina comum como combustível. Para a porção de veículos flex-fuel que consumiriam etanol hidratado, foi considerado que estes abastecerão com gasolina comum.

O consumo de combustível é diversificado entre as classes de veículos. As principais motorizações disseminadas no mercado brasileiro são compostas por motores do ciclo Otto e do ciclo Diesel. Cada categoria de veículo consome uma parcela dos tipos de combustível comercializado em cada município. A segregação do consumo de combustível por classe de veículos foi estabelecida de acordo com as informações do inventário nacional de emissões por veículos rodoviários do ano de 2013 (MMA, 2014). Informações sobre os tipos de combustível utilizados em cada município, disponibilizados pelo DENATRAN (<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/estatisticas-frota-de-veiculos-denatran>), é possível determinar a proporção de veículos que utilizam um determinado combustível para cada intervalo dos anos em que os fatores de emissão são conhecidos, para cada tipo de combustível, conforme a Tabela 19.

A proporção de consumo de combustível do inventário nacional de veículos rodoviários é apresentado até o ano de 2012 e o presente estudo é realizado as estimativas de emissão entre os anos de 2013 e 2019, foi realizada uma simplificação do método considerando a mesma proporção de consumo de 2012 para os anos posteriores. A Tabela 20 apresenta a proporção do consumo de combustível utilizado para cada categoria de veículo.

CLASSES	ANO	COMBUSTÍVEL
Leves	Até 1982 a 2002	Gasolina C e Etanol
	2003 a 2006	Gasolina C, Etanol, Flex – Gasolina C e Flex - Etanol
	2007 a 2018	Gasolina C, Flex – Gasolina C e Flex - Etanol
Comerciais Leves	Até 1983 a 2002	Gasolina C e Etanol
	2003 a 2005	Gasolina C, Etanol, Flex – Gasolina C e Flex - Etanol
	2006	Gasolina C, Etanol, Flex – Gasolina C, Flex - Etanol e Diesel
	2007 a 2018	Gasolina C, Flex – Gasolina C, Flex - Etanol e Diesel
Motocicletas	2003 a 2009	Gasolina C
	2010 a 2018	Gasolina C, Flex – Gasolina C e Flex - Etanol
Pesados	1999 a 2018	Diesel

Fonte: adaptado de DENATRAN (2020).

Tabela 19 _ Tipos de combustível por classe e ano do veículo.

Categoria	Unidade	Gasolina C.	Etanol	Diesel
Leves	10 ³ m ³ (%)	24.541 (77)	15.625 (82)	--
Comerciais Leves	10 ³ m ³ (%)	4.497 (14)	2.583 (14)	1.662 (4)
Motos	10 ³ m ³ (%)	2.721 (9)	851 (4)	--
Pesados	10 ³ m ³ (%)	--	--	38.704 (96)
Total	10 ³ m ³ (%)	31.759 (100)	19.059 (100)	40.366 (100)

Fonte: Adaptado de BRASIL, (2013).

Tabela 20 _ Consumo de Combustível por classe de Veículos no ano de 2012 em 10³ m³ e porcentagem do consumo pela categoria.

FATORES DE EMISSÃO E AUTONOMIA

No Brasil, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo é considerada referência em relação a estudos de emissões veiculares. Anualmente, em seus relatórios de qualidade do ar são disponibilizados fatores de emissão médios por ano de fabricação, ponderados pelo volume de vendas de cada categoria de veículo. A CETESB representa o Agente Técnico do PROCONVE, no qual é responsável pela realização de ensaios para fins de pesquisa e homologação de veículos desde 1989, registrando os dados obtidos e encaminhando para o IBAMA nos pareceres da homologação. Os ensaios de homologação seguem a norma brasileira da ABNT – NBR 6601. O ciclo de condução estabelecido nessa norma é idêntico ao procedimento americano de teste da USEPA FTP-72, que simula as condições urbanas de dirigir e é dividido em três fases (fase fria, fase de estabilização e fase quente) (MMA, 2011).

Os valores dos fatores de emissão (FE) são relações funcionais empíricas entre as emissões de poluentes e a atividade que as causa (FRANCO et al., 2013). Usualmente os fatores de emissões do processo de exaustão são representados em unidade de grama de poluente por quilômetro percorrido (g.km⁻¹). Os fatores de emissões evaporativos podem ser representados em g.dia⁻¹ ou g.viagem⁻¹. A autonomia dos veículos de cada categoria foi considerada para ponderar a intensidade de uso dos veículos, e são usualmente representadas em quilômetro percorrido por litro de combustível consumido (km.L⁻¹). A caracterização da frota é necessária para ponderar o FE para cada cidade, pois o método utilizado é sensível ao tipo de veículo, ano-modelo e combustível empregado. Desta forma, cidades que possuem uma frota mais antiga tendem a emitir poluentes em uma quantidade demasiada dos que possuem frota mais moderna.

Tendo em vista que para algumas categorias de veículos existem ausência de dados, ou tive-

ram os fatores de emissão mensurados em anos recentes, uma adaptação foi necessária para considerar os fatores de emissão para todos os veículos que se estima estar em circulação.

Para a estimativa de emissão dos Automóveis, devido à ausência de dados de fatores de emissão da frota veicular mais antiga foi necessário fazer uma adaptação. Adotou-se os fatores de emissão de veículos de ano modelo de 1982 para veículos ano modelo inferior. Ainda considerando a categoria dos Automóveis, foram considerados os fatores de emissão de CO₂ de veículos de 2002 para os veículos ano modelos entre 1982 e 2001. Para os veículos Comerciais Leves, a mesma adaptação em relação a frota mais antiga foi considerada utilizando os fatores de emissão de veículos com ano modelo inferiores a 1983.

Em relação a categoria das motocicletas, a CETESB disponibiliza fator de emissão para veículos com ano modelo a partir de 2003. Neste caso a adaptação de motocicletas com ano modelo inferiores, foram adotados fatores de emissão equivalentes a um veículo ano modelo 2003. Também foram considerados os valores de autonomia das motocicletas com ano modelo entre 2003 e 2010 equivalente a autonomia das motos de 2011 devido à ausência desses dados nos relatórios de emissões veiculares do Estado de São Paulo.

Assim como nas categorias de veículos supracitadas, para os veículos pesados também foi necessário realizar a adaptação dos fatores de emissão dos veículos com ano modelo anterior a 1999 devido à ausência dos fatores de emissão.

Fatores de Deterioração

Parâmetros de condução e manutenção do veículo estão diretamente relacionados a quantidade de poluentes emitido por um veículo, o estado de conservação do motor e do sistema de controle de emissões são informações relevantes para quantificar de forma precisa a emissão veicular. Visando uma representação mais fide-

digna das emissões veiculares, foram aplicados fatores de deterioração (FD) junto aos fatores de emissões por escapamento. Os FD são ponderados pela idade do veículo e a sua quilometragem anual percorrida.

Uma análise realizada por MMA (2011) com 200 casos de teste entre 2003 e 2007 mostrou que o incremento nas emissões são significativos para veículos acima dos 80.000 km. A legislação vigente

para os veículos leves (PROCONVE L6), motocicletas (PROMOT M4) e veículos pesados (PROCONVE P7) estabelecem a utilização de um incremento no fator de emissão. A aplicação do FD ocorreu a cada 5 anos de idade, esse seria o tempo em média que um veículo atinge a quilometragem acumulada de 80.000 km (ANTP, 2012). A porcentagem incrementada nos fatores de emissão utilizados está apresentada na Tabela 21.

Classes	Motorização	Fatores Multiplicativos					
		NMHC	CO	NOx	RCHO	MP	CH ₄
Leves	Otto	1,2	1,2	1,2	1,0	1,2	1,2
	Diesel	1,4	1,4	1,2	1,2	1,0	1,2
Motos	Otto	1,3	1,3	1,3	-	1,0	1,3
Pesados	Diesel	1,3	1,3	1,15	-	1,05	1,4

Tabela 21 _ Fatores de deterioração.

APÊNDICE B TAXAS DE EMISSÕES DE POLUENTES DE ORIGEM VEICULAR NAS MESORREGIÕES CATARINENSES

A Tabela 22 apresenta as taxas de emissões de poluentes de origem veicular (ton.ano⁻¹) e relativizadas pelo número de veículos (kg.veic⁻¹.ano) e área territorial (ton.km⁻².ano⁻¹) nas mesorregiões catarinenses.

Unidade	Poluente	V. do Itajaí	Oeste	Norte	Sul	G.Fpolis	Serrana
TON.ANO ⁻¹	CO	12.901	9.073	9.862	8.413	7.292	3.570
	HC	1.903	1.377	1.510	1.277	1.064	519
	CH ₄	412	314	351	287	223	110
	NO _x	6.005	6.725	7.723	5.656	2.262	2.101
	RCHO	22	14	15	13	13	5
	MP	165	193	219	160	60	65
	CO ₂	2.158.156	1.830.971	2.101.562	1.610.734	1.124.391	556.026
	N ₂ O	167	126	144	114	95	39
	NMHC	2.815	1.863	2.064	1.778	1.727	646
KG.VEIC ⁻¹ .ANO ⁻¹	CO	9,52	9,32	10,44	10,60	8,74	12,75
	HC	1,40	1,41	1,60	1,61	1,27	1,85
	CH ₄	0,30	0,32	0,37	0,36	0,27	0,39
	NO _x	4,43	6,91	8,17	7,13	2,71	7,50
	RCHO	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
	MP	0,12	0,20	0,23	0,20	0,07	0,23
	CO ₂	1.592,00	1.880,25	2.224,13	2.029,54	1.347,20	1.986,20
	N ₂ O	0,12	0,13	0,15	0,14	0,11	0,14
	NMHC	2,08	1,91	2,18	2,24	2,07	2,31
TON.KM ⁻² .ANO ⁻¹	CO	0,99	0,33	0,62	0,88	0,99	0,16
	HC	0,15	0,05	0,09	0,13	0,14	0,02
	CH ₄	0,03	0,01	0,02	0,03	0,03	0,1
	NO _x	0,46	0,25	0,48	0,59	0,31	0,09
	RCHO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	MP	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
	CO ₂	164,88	67,03	131,92	168,86	152,78	24,90
	N ₂ O	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
	NMHC	0,22	0,07	0,13	0,19	0,23	0,03

Tabela 22 _ Taxas de emissões veiculares nas mesorregiões catarinenses. Taxa de emissão total anual (ton.ano⁻¹), taxa de emissão relativizada pela frota veicular (kg.veic⁻¹.ano⁻¹) e taxa de emissão relativizada pela área territorial (ton.km⁻².ano⁻¹).

Ao relativizar as emissões totais pela respectiva frota, a mesorregião da G. Florianópolis apresentou a menor emissão por veículo entre

as regiões de SC. Além disso, para esta mesorregião também é observada a segunda menor magnitude das emissões para todos os poluen-

tes. Tal fato está associado a melhor tecnologia de controle de emissões da frota veicular, tendo em vista que a mesorregião da G. Florianópolis, possui em média a frota de veículos mais moderna. Em contrapartida as regiões Serrana e Norte foram as regiões que apresentaram as maiores proporções de emissão por veículo. Destaque na região norte para as emissões de NO_x e CO₂ que são predominantemente emitidos por veículos pesados, e para as emissões de N₂O e NMHC, predominantemente emitidos por veículos leves. A região norte possui a segunda maior frota veicular do estado e segunda maior magnitude das emissões de poluentes. Já a região Serrana apresenta a maior proporção de emissão por veículo para os poluentes CO, HC, CH₄ e RCHO que são predominantemente emitidos por veículos leves. É possível que o fator de emissão médio por veículo (kg.veic⁻¹.ano⁻¹) esteja intimamente relacionado ao poder aquisitivo dos habitantes de cada região, bem como ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e outras características regionais.

A densidade de emissões (emissões totais relativizadas pela área) presente na Tabela 19 mostra que o Vale do Itajaí e a região Sul estão entre as mesorregiões que emitem a maior quantidade de poluentes por km². O Vale do Itajaí possui as

maiores magnitudes de emissão para todos os poluentes, além disso, esta região possui maior frota veicular do estado e a terceira menor área territorial. A região sul apresenta a segunda menor área territorial e frota de veículos entre as regiões do estado. A relativização das emissões por unidade de área na região sul se destaca para os poluentes MP, NO_x e CO₂ (poluentes majoritariamente emitidos por veículos pesados). Já as emissões por km² de NMHC são destaque na região da Grande Florianópolis. A G. Florianópolis detém a segunda menor frota de veículos pesados e segundo menor consumo de diesel, o que a diferencia das outras principais emissoras. A região Serrana foi a que apresentou a menor densidade de emissão no estado de SC. Sua grande área territorial, reduzida frota e consumo de combustíveis, além de características regionais peculiares, podem justificar seu baixo potencial de emissão por veículos.

O Oeste catarinense possui a terceira maior magnitude das emissões de poluentes de origem veicular. Porém quando relativizada as emissões por veículo ou unidade de área, as emissões tendem a não ser superadas e nem inferiores em relação as outras mesorregiões. Suas características são semelhantes as regiões Norte e Sul.

APÊNDICE C

EMISSÕES VEICULARES NAS CIDADES CATARINENSES

O gráfico de caixas (boxplot) da Figura 36 mostra a variabilidade e a mediana das emissões de CO, HC, CH₄, NO_x, RCHO, MP, CO₂ e N₂O para cada categoria de veículos (L - Leves, C.L.- Comerciais Leves, M - Motocicletas e P - Pesados). As caixas representam a variabilidade das emissões veiculares por município. O marcador

central aponta a mediana dos dados, as bordas inferior e superior da caixa indicam o 25º e 75º percentil, respectivamente. Os outliers aparecem em cruzes vermelhas. Neste gráfico foram calculadas as emissões de poluentes para 295 municípios do estado de SC, onde cada dado do boxplot representa a emissão de um município.

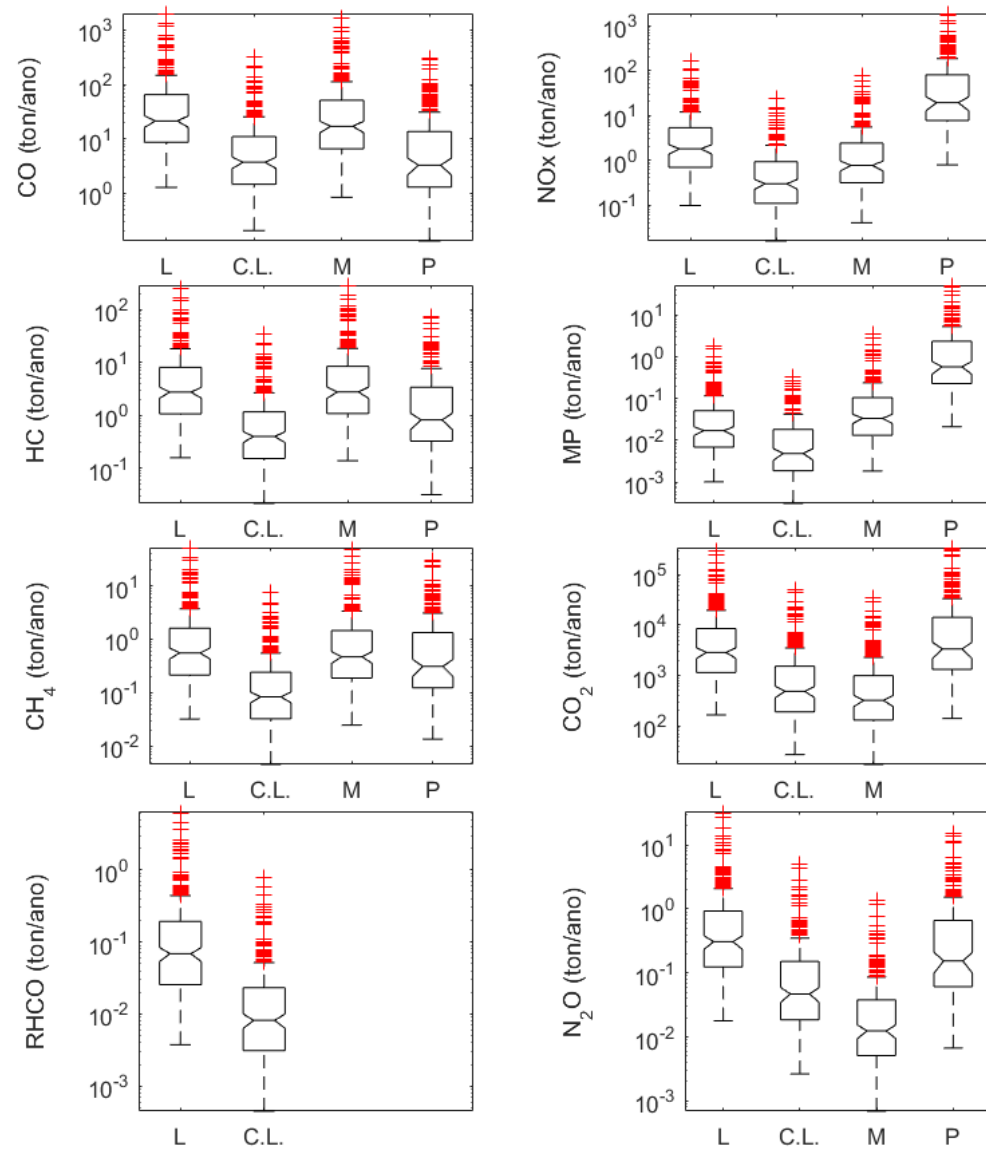


Figura 36 _ Estimativa de emissão dos poluentes CO, HC, CH₄, NO_x, RCHO, MP, CO₂ e N₂O das categorias de veículos leves (L), comerciais leves (C.L.), motocicletas (M) e pesados (P) para cada municípios de SC.

Nota-se que existem municípios que apresentam emissões muito acima da região interquartil, representados pelos outliers da Figura 36 (símbolo + em vermelho). O estado de SC tem como característica de que aproximadamente 95% dos municípios são rurais com até cem mil habitantes, e baixa densidade demográfica (IBGE, 2020). Os 5% municípios restantes são mais urbaniza-

dos e industrializados, assim, destacam-se entre os que possuem maior emissão (representados por outliers). A Tabela 23 apresenta os valores da mediana referentes às estimativas de emissão de poluentes por veículos nas cidades catarinenses, segregados pela categoria. Também são apresentados os valores extremos, de máxima e mínima emissão das cidades do estado de SC.

POLUENTE	ESTIMATIVA	L. (ton/ano)	C.L. (ton/ano)	M. (ton/ano)	P. (ton/ano)	Total (ton/ano)
CO	Med.	21,28	3,71	16,97	3,28	47,31
	Mín.	1,27	0,20	0,84	0,13	2,51
	Máx.	1.926,25	327,55	1.659,18	303,30	4.136,70
HC	Med.	2,74	0,40	2,76	0,82	7,31
	Mín.	0,16	0,02	0,14	0,03	0,37
	Máx.	244,16	34,68	273,15	71,87	605,24
CH ₄	Med.	0,55	0,08	0,47	0,31	1,57
	Mín.	0,03	0,00	0,02	0,01	0,08
	Máx.	49,40	7,36	47,78	30,63	127,80
NO _x	Med.	1,78	0,30	0,76	19,08	22,98
	Mín.	0,10	0,02	0,04	0,78	1,07
	Máx.	160,24	23,12	78,75	1.771,09	1.843,66
RCHO	Med.	0,07	0,01	-	-	0,08
	Mín.	0,00	0,00	-	-	0,00
	Máx.	6,19	0,77	-	-	6,96
MP	Med.	0,02	0,00	0,03	0,58	0,65
	Mín.	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03
	Máx.	1,77	0,32	3,52	50,06	51,66
CO ₂	Med.	2.844,80	484,35	319,44	3.346,79	7.520,42
	Mín.	164,36	26,86	17,18	140,48	399,73
	Máx.	292.862,14	50.580,76	34.510,79	326.179,66	624.058,11
N ₂ O	Med.	0,31	0,05	0,01	0,15	0,60
	Mín.	0,02	0,00	0,00	0,01	0,03
	Máx.	32,09	5,06	1,34	15,31	50,13
NMHC	Med.	5,15	0,94	2,48	0,53	9,50
	Mín.	0,27	0,05	0,12	0,02	0,48
	Máx.	544,54	96,49	250,24	42,71	921,26

Tabela 23 _ Estimativas medianas e extremas dos municípios catarinenses, por poluente e categoria de veículo.

As medianas, máximas e mínimas das emissões descritas na Tabela 23, apresentam a diferença da magnitude nas cidades. As discrepâncias encontradas confirmam que as cidades mais urbanizadas e industrializadas que possuem maior número de veículos emitem mais poluentes. Nota-se que os valores mínimos estão muito mais próximos das medianas do que os máximos, indicando a presença de muitas cidades pequenas que emitem menor quantidade de poluentes de origem veicular. Assim, é possível constatar que as emissões das cidades urbanizadas têm peso importante na emissão global do estado.

A Figura 37 apresenta as emissões veiculares nas cidades catarinenses. Observa-se que as maiores emissoras estão na região do Norte (Joinville, Guaramirim e Jaraguá do Sul), Vale do Itajaí (Itajaí e Blumenau), Grande Florianópolis (Florianópolis) e Oeste (Chapecó). Joinville é a cidade que se destaca entre as maiores emissoras.

As maiores taxas de CO, HC e Aldeídos, emitidos principalmente por veículos leves, foram em Joinville, Florianópolis, Blumenau e Chapecó. Estes municípios são os mais populosos do estado e estão entre os maiores consumidores de gasolina. Esse resultado confirma que a maior emissão desses poluentes é proveniente de cidades com maior frota de automóveis. O município de Chapecó é a quarta cidade com maior emissão de CO, HC e RCHO e a mais desenvolvida na região oeste do estado.

Quando observada as emissões por categoria nas cidades catarinenses, conforme apresentado no apêndice C, os veículos leves, comerciais leves, por possuírem um perfil de emissão seme-

lhante, resultaram nos mesmos municípios com maior destaque na emissão de CO, HC, RCHO, CH₄ e N₂O. A categoria das Motocicletas segue o padrão apresentado na categoria dos veículos leves e comerciais leves, porém sua emissão é mais acentuada quando comparado com a categoria de comerciais leves. As emissões de RCHO pelas motocicletas e veículos pesados não foram estimadas devido a carência de dados. Os veículos pesados, responsáveis pelo restante da contribuição, possuem maior emissão em cidades mais industrializadas. Os municípios que apresentaram maiores emissões na categoria de veículos pesados foram Jaraguá do Sul, Guaramirim e Chapecó.

O N₂O é emitido tanto por veículos leves quanto pesados. As categorias leves, comerciais leves e motos emitem as maiores concentrações de N₂O. As maiores taxas deste poluente foram obtidas pelos municípios de Joinville e Florianópolis. Os veículos pesados emitem a maior quantidade de N₂O nas cidades com proximidade de polos industriais, como Chapecó, Jaraguá do Sul e Guaramirim. De um modo geral, os municípios mais populosos, urbanizados e industrializados concentram as maiores taxas de emissões.

As maiores taxas de NO_x e MP são encontradas em municípios com elevada concentração de veículos pesados e maior consumo de óleo diesel. A emissão de MP e NO_x nas categorias leves, comerciais leves e motocicletas possuem uma ordem de grandeza muito menor em comparação a categoria de veículos pesados. As maiores emissões de NO_x e MP foram encontradas nos municípios de Guaramirim, Jaraguá do Sul e Chapecó.

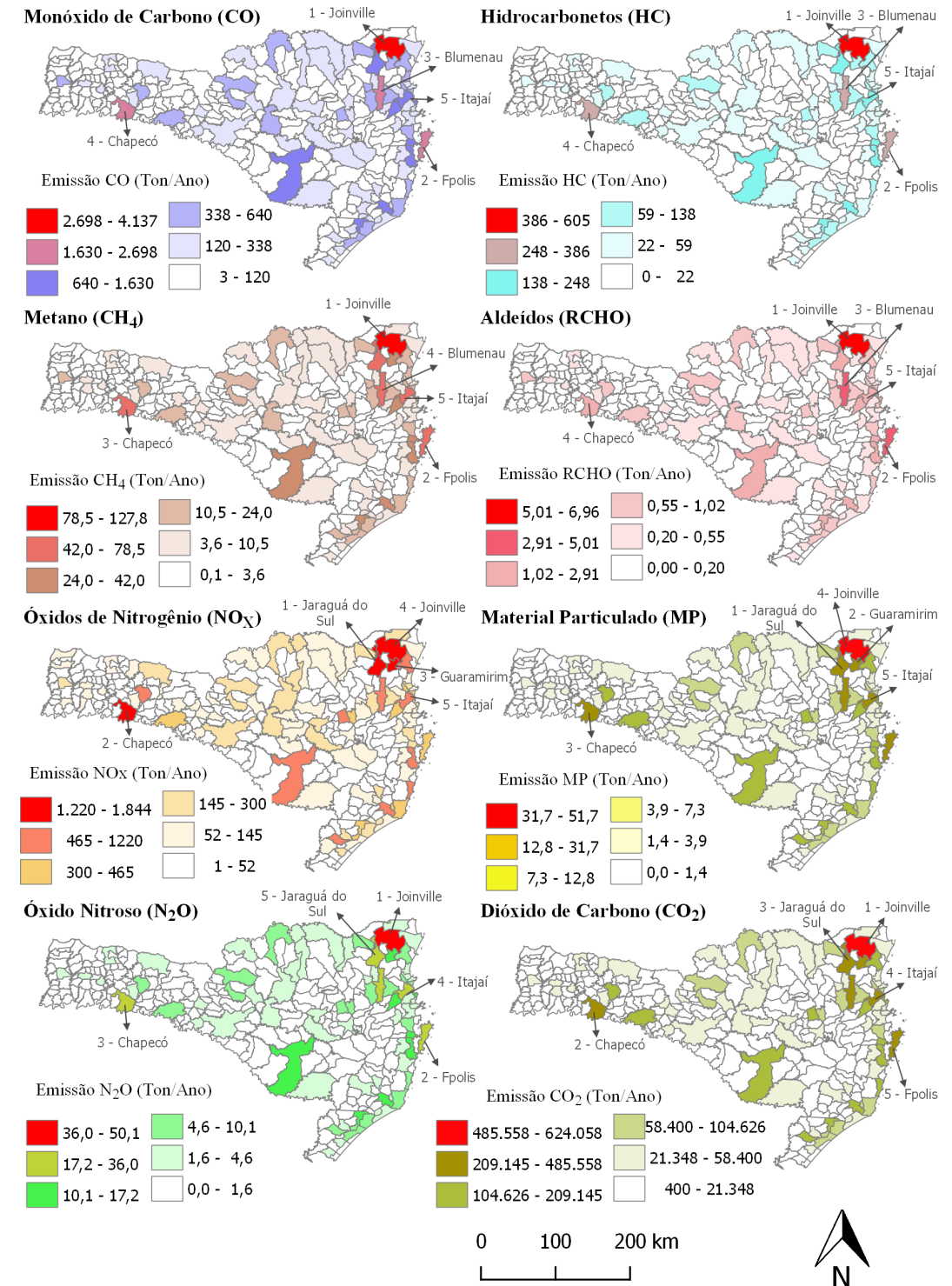


Figura 37 _ Estimativa de emissão dos poluentes CO, HC, CH₄, NO_x, RCHO, MP, CO₂ e N₂O nos municípios de SC.

As emissões evaporativas de NMHC representam uma parcela significativa do total emitido desse poluente. A Figura 38 apresenta as emissões evaporativas (soma das emissões das fases: Diurna, Hot Soak e Running Losses) de NMHC pelos veículos nos municípios de SC. Verifica-se que as cidades que possuem o maior consumo de combustíveis são as que emitem as maiores taxas de

NMHC. Entre os municípios com as maiores taxas de emissões estão: Joinville, Florianópolis, Blumenau, Chapecó, Itajaí, Criciúma, São José, Palhoça, Jaraguá do sul e Brusque. Joinville representa o município com a maior taxa de emissão evaporativa desse poluente (921 toneladas de NMHC por ano). O Apêndice E apresenta o ranking de emissão evaporativas dos municípios de SC.

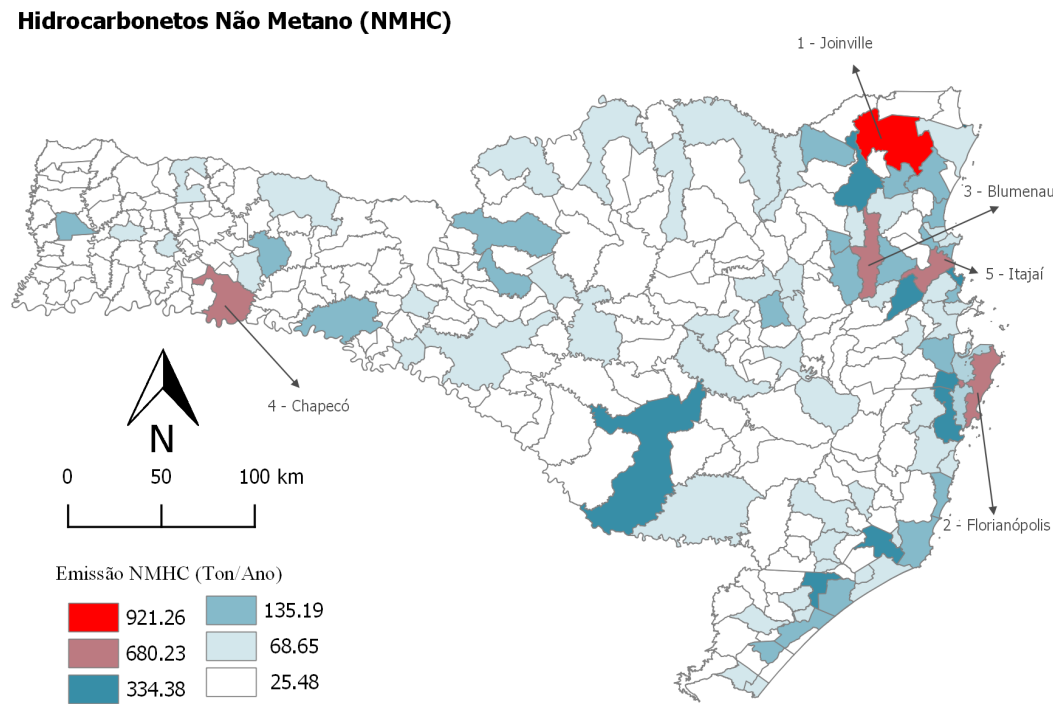


Figura 38 _ Taxas de emissões evaporativas de NMHC nas cidades catarinenses.

A Figura 39 apresenta a emissão dos poluentes veiculares por unidade de área de cada município. Verifica-se que há uma alteração no ranking dos municípios com maior emissão, quando estas são relativizadas pela área territorial. Balneário Camboriú, São José, Criciúma, Itajaí, Itapema e Maracajá lideram a emissão por unidade de área dos poluentes majoritariamente emitidos por veículos leves (CO, HC, RCHO).

Capivari de Baixo, Guaramirim, Maracajá, Itajaí e Balneário Camboriú possuem as maiores emissões de NOx e MP, que por sua vez são originados por veículos pesados. Em relação aos gases efeito estufa, CH₄, CO₂ e N₂O, não regulamentados pelos programas de controle veicular, os municípios de Balneário Camboriú, São José, Itajaí, Capivari de Baixo e Maracajá se destacam entre os maiores emissores.

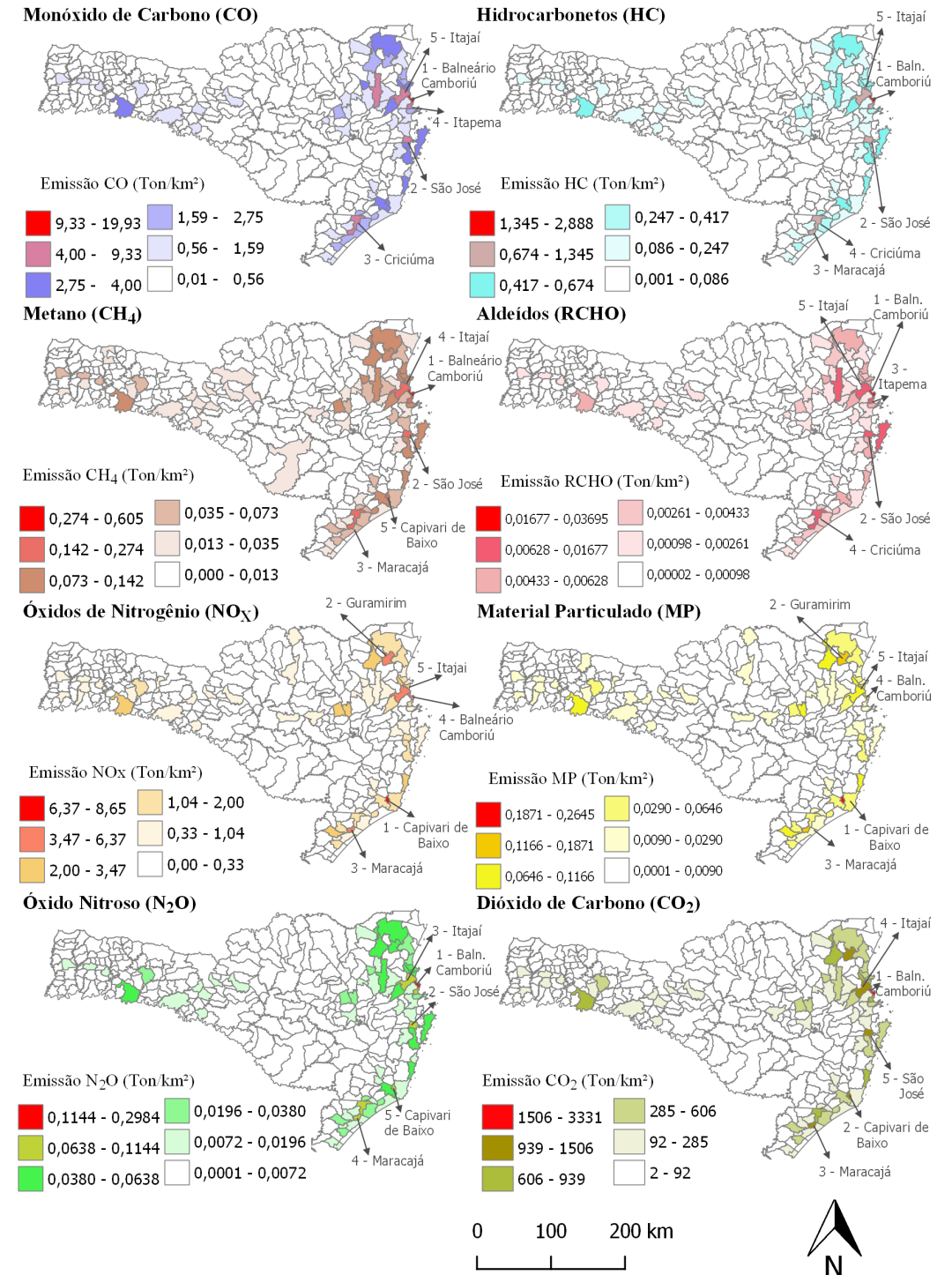


Figura 39 _ Estimativa de emissão dos poluentes CO, HC, CH₄, RCHO, NOx, MP, N₂O e CO₂ nos municípios de SC por unidade de área.

MUNICÍPIO	CO		HC		CH ₄		NO _x		RCHO		MP		CO ₂		N ₂ O	
	R _{ET} ¹	R _{E/A} ²	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}
JOINVILLE	1	9	1	12	1	15	4	20	1	10	4	21	1	19	1	16
FLORIANOPOLIS	2	8	2	9	2	13	17	40	2	8	19	42	5	17	2	11
BLUMENAU	3	7	3	8	4	10	14	28	3	6	15	28	7	20	6	15
CHAPECO	4	18	4	16	3	12	2	10	4	18	3	10	2	12	3	12
ITAJAI	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	3
CRICIUMA	6	3	7	4	7	6	19	15	7	4	18	15	9	10	10	7
SAO JOSE	7	2	8	2	8	2	27	14	6	2	27	17	10	5	7	2
JARAGUA DO SUL	8	21	6	19	6	16	1	6	10	24	1	6	3	11	5	14
LAGES	9	77	9	80	9	83	11	90	8	74	10	87	12	91	11	87
PALHOCA	10	17	10	17	10	19	13	21	9	16	13	23	8	21	9	19
TUBARAO	11	14	11	13	12	14	9	13	12	13	9	13	11	13	13	17
BRUSQUE	12	15	12	15	13	18	21	24	13	12	22	24	17	22	14	20
BALNEARIO CAMBORIU	13	1	13	1	14	1	34	4	11	1	38	4	15	1	12	1
IMBITUBA	14	13	15	11	15	9	12	9	15	15	12	8	13	9	15	10
RIO DO SUL	15	24	16	25	16	21	10	12	16	27	11	12	14	16	16	21
SAO BENTO DO SUL	16	43	17	47	21	46	42	65	14	37	47	66	32	51	23	49
INDAIAL	17	35	19	38	23	43	32	47	17	36	32	45	31	46	28	47
CACADOR	18	68	21	70	22	74	26	73	20	68	24	69	26	77	24	76
BIGUACU	19	34	20	34	20	36	24	32	18	31	26	33	22	35	21	34
CONCORDIA	20	62	18	61	17	56	16	42	21	62	17	43	20	49	18	53
GUARAMIRIM	21	29	14	22	11	11	3	2	46	49	2	2	6	6	8	9
ARARANGUA	22	30	24	31	27	34	49	52	19	29	52	55	33	38	26	35
GASPAR	23	36	23	36	24	40	33	44	22	35	35	44	29	43	25	41
ICARA	24	26	26	27	26	27	29	29	23	28	31	27	30	32	29	30
XANXERE	25	40	22	35	19	33	8	19	26	44	8	19	19	29	19	32
ARAQUARI	26	45	25	37	18	32	7	18	28	48	7	18	16	27	17	31
TIMBO	27	16	30	18	36	22	72	35	24	14	78	37	44	30	38	25
NAVEGANTES	28	10	27	10	25	8	23	7	25	11	23	9	21	7	22	8
CANOINHAS	29	103	29	102	30	93	25	80	32	102	25	81	27	86	30	91
VIDEIRA	30	48	32	49	33	48	38	50	29	47	39	54	34	45	33	48
BARRA VELHA	31	19	31	20	34	24	53	31	27	17	58	31	38	26	34	24
LAGUNA	32	47	28	45	29	38	20	26	34	46	20	25	23	34	27	37
SAO MIGUEL DO OESTE	33	31	33	32	35	35	41	39	31	30	46	38	36	37	36	36
CURITIBANOS	34	90	35	93	37	94	36	94	33	94	34	88	37	101	40	103
MARACAJA	35	6	34	3	31	3	22	3	39	7	21	3	25	3	31	4
ITAPEMA	36	4	38	6	40	7	90	25	30	3	96	26	42	8	35	6
SOMBRIO	37	25	37	26	38	26	37	22	36	23	36	20	39	28	42	29
RIO NEGRINHO	38	99	40	100	42	103	51	123	37	97	51	118	49	119	48	114
MAFRA	39	133	39	136	39	135	50	156	35	130	53	158	41	141	41	133

Tabela 24 _ Ranking da emissão total por município e da emissão relativizada pela área territorial de cada município.

MUNICÍPIO	CO		HC		CH ₄		NO _x		RCHO		MP		CO ₂		N ₂ O	
	R _{ET} ¹	R _{E/A} ²	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}
FRAIBURGO	40	66	42	72	46	77	52	83	41	66	50	80	56	89	51	84
PORTO UNIAO	41	97	41	97	43	100	54	118	38	96	57	120	45	105	43	101
LONTRAS	42	32	36	30	32	28	15	11	52	43	14	11	24	24	32	28
CAMPOS NOVOS	43	163	44	171	45	171	46	161	45	167	43	159	43	164	45	167
CAMBORIU	44	37	46	39	49	44	95	72	40	33	100	79	55	44	44	39
BRACO DO NORTE	45	39	45	40	47	39	44	34	49	39	45	34	46	40	47	40
SANTO AMARO DA IMPERATRIZ	46	57	47	55	48	60	66	74	42	56	68	75	54	61	50	61
BALNEARIO PICARRAS	47	20	48	21	44	20	39	17	47	20	42	16	35	15	39	18
SAO JOAO BATISTA	48	38	49	41	52	45	96	68	43	34	101	74	66	48	52	46
SAO FRANCISCO DO SUL	49	76	51	79	53	82	85	129	44	67	94	132	63	92	53	80
JAGUARUNA	50	58	50	59	51	62	73	76	51	58	75	73	65	71	59	64
POMERODE	51	46	54	48	58	49	107	86	50	41	113	91	72	60	64	52
PORTO BELO	52	22	53	24	50	25	76	30	48	19	81	30	50	25	46	22
ITUPORANGA	53	63	55	64	56	64	62	66	55	63	65	67	61	69	58	65
TIJUCAS	54	60	56	60	54	55	71	64	53	55	82	72	51	52	49	51
TURVO	55	50	43	44	28	29	6	8	97	85	6	7	18	14	20	27
SAO JOAQUIM	56	212	61	221	65	227	78	230	59	213	73	222	77	233	74	232
MARAVILHA	57	42	57	42	57	41	56	36	56	42	59	35	58	41	57	42
PENHA	58	12	60	14	60	17	98	27	54	9	103	29	67	18	56	13
SAO LOURENCO DO OESTE	59	67	59	67	59	72	61	71	60	65	64	70	68	73	63	71
SANGAO	60	23	58	23	55	23	48	16	57	21	44	14	52	23	54	23
JOACABA	61	56	63	57	64	59	83	75	58	54	93	77	69	57	61	54
CAPIVARI DE BAIXO	62	11	52	7	41	5	18	1	85	25	16	1	28	2	37	5
CAPINZAL	63	59	62	58	63	57	57	49	61	59	56	48	62	55	65	58
IBIRAMA	64	61	67	63	77	67	121	112	62	60	124	116	100	87	83	78
BOM RETIRO	65	162	66	173	75	188	93	208	66	168	85	195	96	220	92	216
POUSO REDONDO	66	80	64	78	61	73	43	56	69	83	40	51	57	67	62	72
ORLEANS	67	109	65	109	67	108	70	105	65	105	74	109	71	104	67	107
FORQUILHINHA	68	51	71	53	76	54	114	82	63	50	115	85	91	64	78	62
SAO JOAO DO SUL	69	53	68	52	74	53	110	78	64	51	112	82	87	63	77	60
PINHALZINHO	70	41	69	43	71	42	75	37	67	40	76	36	73	42	73	44
XAXIM	71	72	70	71	69	71	59	61	70	73	62	62	70	66	69	69
COCAL DO SUL	72	27	75	29	81	31	120	45	68	26	127	47	94	36	79	33
OTACILIO COSTA	73	158	74	159	70	152	47	101	76	173	41	95	64	134	72	148
ABELARDO LUZ	74	175	73	165	68	163	40	100	82	194	37	94	60	140	70	159
CORREIA PINTO	75	138	78	142	85	154	82	142	78	142	70	123	101	167	107	176
SANTA CECILIA	76	203	72	191	62	169	30	95	90	223	28	89	47	131	60	158
PAPANDUVA	77	154	76	154	78	155	63	130	77	157	63	121	74	146	76	157
GUABIRUBA	78	55	80	56	86	63	132	99	71	53	136	106	105	72	86	63

Tabela 24 _ Ranking da emissão total por município e da emissão relativizada pela área territorial de cada município.

MUNICÍPIO	CO		HC		CH ₄		NO _x		RCHO		MP		CO ₂		N ₂ O	
	R _{ET} ¹	R _{E/A} ²	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}
PAULO LOPES	79	108	77	106	80	111	84	114	73	106	91	119	78	111	75	110
ITAIOPOLIS	80	221	83	223	89	228	101	237	74	216	99	236	97	230	93	228
URUSSANGA	81	75	82	77	87	80	113	102	72	70	114	104	99	90	88	82
ILHOTA	82	74	81	73	83	76	88	77	75	72	90	78	86	79	80	77
TAIO	83	151	84	156	88	162	99	170	79	147	95	165	95	171	91	170
ALFREDO WAGNER	84	156	79	158	82	159	80	145	84	159	77	143	84	161	85	165
MORRO DA FUMACA	85	33	86	33	90	37	91	33	80	32	87	32	92	39	90	38
PRESIDENTE GETULIO	86	87	88	90	96	95	118	124	83	86	120	124	108	108	104	104
GARUVA	87	129	85	120	72	110	45	69	87	136	48	68	59	85	68	99
CUNHA PORA	88	69	87	69	84	70	67	55	93	76	66	52	80	65	82	70
SAO JOSE DO CEDRO	89	85	89	86	93	87	92	85	89	87	88	83	98	94	102	95
HERVAL DOESTE	90	73	91	76	97	78	102	81	88	71	104	84	102	80	97	79
GAROPABA	91	49	92	50	99	51	142	89	81	45	149	98	109	56	89	50
PASSO DE TORRES	92	44	93	46	102	47	158	91	86	38	166	101	115	50	94	45
IRANI	93	101	90	98	92	98	65	70	98	104	60	63	85	93	95	108
PALMITOS	94	106	96	110	101	116	106	126	91	103	107	122	107	126	106	120
CORUPA	95	119	101	126	110	132	134	184	92	115	134	191	120	160	116	142
APIUNA	96	141	94	140	95	138	79	106	101	146	69	99	90	133	99	140
MASSARANDUBA	97	113	99	113	98	119	105	133	95	113	108	133	104	122	98	118
ITAPIRANGA	98	94	97	94	100	92	108	104	94	93	110	111	103	96	96	93
ASCURRA	99	52	103	51	105	52	87	41	100	57	84	39	106	53	113	56
CATANDUVAS	100	78	98	74	91	66	60	43	106	82	55	41	76	58	81	66
PONTE SERRADA	101	159	105	166	112	176	103	159	104	161	97	152	118	185	120	188
URUBICI	102	228	106	232	114	235	117	234	105	227	109	229	123	242	124	243
SEARA	103	107	104	107	108	113	104	108	102	107	105	108	110	114	110	115
AGUAS MORNAS	104	115	108	114	111	118	111	121	103	112	111	125	111	121	111	121
ITAPOA	105	96	110	96	115	102	151	160	96	84	155	173	119	112	114	96
SIDEROPOLIS	106	102	111	103	113	105	131	137	99	91	131	138	116	109	109	100
RIO DOS CEDROS	107	173	114	180	121	195	157	246	109	170	156	250	142	224	131	213
IRINEOPOLIS	108	180	109	175	107	172	77	120	114	199	71	113	93	156	108	172
MELEIRO	109	81	95	66	66	50	28	23	137	117	30	22	40	33	55	43
NOVA TRENTO	110	145	115	149	118	156	156	221	108	138	162	233	125	162	118	146
SAO CRISTOVAO DO SUL	111	130	107	118	94	109	55	63	124	155	49	57	75	84	84	102
MONTE CASTELO	112	179	100	157	73	120	31	58	138	229	29	56	48	81	66	105
TRES BARRAS	113	153	102	133	79	107	35	53	123	181	33	50	53	75	71	92
SANTA ROSA DO SUL	114	70	116	75	119	79	145	113	110	69	146	117	138	95	126	85
IPORA DO OESTE	115	88	113	85	106	81	81	57	112	95	79	59	88	70	100	75
LAURO MULLER	116	111	119	112	120	121	149	172	111	109	151	178	129	132	119	122
SAO DOMINGOS	117	143	112	130	104	122	58	67	125	158	54	65	81	99	101	117

Tabela 24 _ Ranking da emissão total por município e da emissão relativizada pela área territorial de cada município.

MUNICÍPIO	CO		HC		CH ₄		NO _x		RCHO		MP		CO ₂		N ₂ O	
	R _{ET} ¹	R _{E/A} ²	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}
BOMBINHAS	118	28	121	28	123	30	166	51	107	22	174	58	121	31	112	26
TROMBUDO CENTRAL	119	64	122	65	129	69	148	93	113	61	145	93	143	82	135	74
TREZE TILIAS	120	92	118	87	103	75	69	48	122	100	72	49	79	59	87	67
SAO LUDGERO	121	65	120	62	117	61	100	46	121	64	98	46	112	54	117	59
CAPAO ALTO	122	267	124	267	130	266	112	247	131	266	102	243	132	263	139	269
JACINTO MACHADO	123	167	117	160	109	139	68	87	133	196	67	86	82	115	103	132
CAMPO ERE	124	181	125	190	132	199	141	215	115	171	138	210	144	218	141	210
CAMPO ALEGRE	125	192	123	195	127	192	127	186	118	185	125	183	131	197	129	195
ANITA GARIBALDI	126	211	130	218	140	229	186	267	120	205	185	268	159	246	151	234
SAO JOSE DO CERRITO	127	245	134	256	142	261	139	259	132	249	133	253	155	266	156	268
FAXINAL DOS GUEDES	128	149	126	151	126	153	119	139	128	152	116	135	126	150	127	154
ERVAL VELHO	129	105	128	108	131	114	126	103	126	108	126	102	133	118	134	123
PRAIA GRANDE	130	135	131	139	138	150	179	224	119	127	188	232	156	184	149	164
LEBON REGIS	131	246	132	249	135	253	125	242	130	247	119	231	141	253	148	258
LUIZ ALVES	132	125	129	128	125	127	130	136	117	120	135	146	124	123	121	119
RODEIO	133	79	133	81	139	85	154	110	127	77	153	112	149	103	147	94
DIONISIO CERQUEIRA	134	166	127	162	124	158	97	111	134	179	92	105	117	145	123	156
CANELINHA	135	89	135	91	136	90	155	131	116	80	157	134	139	100	128	88
SCHROEDER	136	98	137	99	144	106	178	168	129	92	186	180	151	127	142	111
SAO CARLOS	137	100	138	101	145	104	147	127	136	98	150	127	145	116	145	112
DESCANSO	138	152	136	148	133	145	109	107	140	156	106	103	127	137	132	143
CAMPO BELO DO SUL	139	268	145	268	154	271	143	264	148	264	140	260	161	276	162	276
BALNEARIO RINCAO	140	54	140	54	147	58	211	116	135	52	223	129	158	68	146	57
TANGARA	141	195	144	200	143	191	129	167	145	197	130	168	135	174	138	181
MONTE CARLO	142	117	149	124	157	136	162	154	143	122	154	148	169	163	171	163
SAUDADES	143	123	142	119	141	123	122	98	139	126	123	100	134	117	140	128
CAIBI	144	110	139	105	128	89	89	62	149	123	86	60	114	78	122	89
CORONEL FREITAS	145	142	148	144	148	142	137	143	142	139	139	139	146	147	150	147
NOVA VENEZA	146	164	147	164	146	161	136	155	144	160	142	161	137	152	136	151
PONTE ALTA	147	235	141	228	137	222	94	148	162	248	83	131	122	194	133	220
QUILOMBO	148	161	151	163	153	170	150	176	146	154	147	177	154	175	154	177
GOVERNADOR CELSO RAMOS	149	95	153	95	150	91	163	128	141	90	173	144	140	88	130	81
SANTA TEREZINHA	150	252	150	248	155	251	138	245	159	256	141	246	157	254	161	257
GUARACIABA	151	189	152	185	152	186	133	157	152	193	129	155	147	181	152	189
MONDAI	152	134	154	135	158	141	165	164	153	137	167	170	162	159	159	150
BENEDITO NOVO	153	208	157	211	160	220	167	233	158	210	164	230	170	228	166	227
ANTONIO CARLOS	154	148	143	137	116	101	74	60	160	165	80	64	83	74	105	86
AGROLANDIA	155	140	158	145	163	157	190	209	157	141	192	211	178	186	168	173
GRAO PARA	156	198	156	201	156	198	144	191	154	195	143	185	153	195	153	191

Tabela 24 _ Ranking da emissão total por município e da emissão relativizada pela área territorial de cada município.

MUNICÍPIO	CO		HC		CH ₄		NO _x		RCHO		MP		CO ₂		N ₂ O	
	R _{ET} ¹	R _{E/A} ²	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}
AGUA DOCE	157	282	155	280	151	278	123	256	168	283	122	257	136	264	144	272
SALETE	158	127	160	131	166	140	191	196	156	125	195	196	181	172	177	161
BALNEARIO GAIVOTA	159	112	161	111	165	125	230	212	147	99	238	220	171	142	155	127
ARMAZEM	160	128	162	132	162	137	164	151	151	124	160	154	167	154	165	145
PONTE ALTA DO NORTE	161	223	146	204	122	160	64	79	188	251	61	71	89	113	115	138
TREZE DE MAIO	162	121	163	127	161	130	146	122	161	131	144	115	163	139	164	137
ARVOREDO	163	83	165	83	167	86	198	135	150	75	199	137	166	97	158	83
BALNEARIO ARROIO DO SILVA	164	86	167	89	170	96	252	192	155	79	261	206	186	125	173	106
GRAVATAL	165	131	168	138	173	149	229	222	166	133	232	223	194	179	183	162
VIDAL RAMOS	166	215	166	216	168	218	152	207	165	214	148	203	164	221	169	225
VARGEAO	167	136	159	121	134	99	86	59	171	148	89	61	113	76	125	90
PALMA SOLA	168	213	171	217	176	224	185	239	167	209	178	235	191	236	188	230
VARGEM BONITA	169	204	169	206	169	206	140	163	180	218	132	153	160	199	172	212
AURORA	170	157	164	153	149	131	116	92	172	177	118	92	128	110	137	125
ITA	171	137	172	141	172	146	177	166	163	134	179	172	173	157	170	149
RIO DO CAMPO	172	243	173	246	179	254	199	266	169	241	193	265	210	269	208	266
NOVA ERECHIM	173	71	170	68	164	68	135	54	170	78	137	53	152	62	157	68
BOCAINA DO SUL	174	250	176	251	180	255	169	254	186	257	165	251	183	258	189	259
RIO DO OESTE	175	187	174	194	177	196	176	210	184	198	176	213	180	208	180	201
ANCHIETA	176	177	178	188	183	202	201	228	185	188	202	225	203	223	200	222
IPUMIRIM	177	194	175	196	175	193	173	206	164	176	172	208	174	198	176	194
IMARUI	178	258	179	259	189	262	233	284	187	262	242	285	206	271	194	264
AGRONOMICA	179	122	177	125	174	128	153	109	173	128	152	107	165	128	174	131
LUZERNA	180	116	181	117	178	124	182	144	178	118	187	149	177	129	175	124
LAURENTINO	181	91	182	92	185	97	203	134	177	89	211	141	185	107	182	98
ATALANTA	182	104	183	104	188	112	184	125	175	101	175	114	187	124	186	116
PIRATUBA	183	144	185	146	186	151	181	158	179	140	182	162	182	158	185	153
LACERDOPOLIS	184	82	186	82	181	84	209	119	174	81	212	130	172	83	160	73
IPIRA	185	147	188	155	191	165	200	189	183	143	200	190	195	176	192	168
IMBUIA	186	120	184	123	182	129	172	132	176	121	169	128	179	130	179	130
RIQUEZA	187	174	187	177	190	185	170	171	181	164	163	160	192	196	197	198
JOSE BOITEUX	188	244	190	247	193	249	192	255	203	252	190	256	204	257	207	256
IRACEMINHA	189	160	180	152	171	143	124	84	189	175	117	76	148	120	163	139
BALNEARIO BARRA DO SUL	190	124	192	129	194	133	224	180	182	114	226	184	200	151	190	135
RIO FORTUNA	191	232	189	231	184	226	159	203	197	236	158	207	168	214	178	221
BOM JESUS	192	84	193	88	195	88	193	97	191	88	191	96	199	102	202	97
JABORA	193	182	196	192	200	200	210	216	198	186	208	215	213	213	211	205
OURO	194	206	199	208	204	216	242	251	202	204	247	254	214	225	206	219
TIMBE DO SUL	195	238	197	239	199	242	218	260	204	240	219	262	209	248	201	237

Tabela 24 _ Ranking da emissão total por município e da emissão relativizada pela área territorial de cada município.

MUNICÍPIO	CO		HC		CH ₄		NO _x		RCHO		MP		CO ₂		N ₂ O	
	R _{ET} ¹	R _{E/A} ²	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}
SALTINHO	196	168	194	169	203	181	195	182	196	169	189	176	215	202	215	202
WITMARSUM	197	165	198	168	197	174	189	175	194	163	183	167	193	169	191	166
CERRO NEGRO	198	260	204	262	213	265	225	272	208	261	215	267	227	273	224	270
VITOR MEIRELES	199	251	200	254	207	256	212	262	205	243	210	264	218	261	219	260
MAJOR VIEIRA	200	271	201	271	210	273	267	289	209	265	272	290	222	281	214	275
ARROIO TRINTA	201	118	195	116	192	117	161	96	190	119	159	97	176	106	181	113
TIMBO GRANDE	202	274	202	274	198	274	187	268	206	275	194	271	184	267	193	267
RIO DAS ANTAS	203	240	203	240	202	240	180	232	200	239	177	228	198	238	212	247
ERMO	204	93	191	84	159	65	115	38	210	111	121	40	130	47	143	55
SALTO VELOSO	205	139	206	143	206	144	217	165	193	129	213	163	207	148	195	136
IPUACU	206	234	207	234	212	237	206	240	201	224	206	241	216	237	217	238
PEDRAS GRANDES	207	188	205	189	205	187	188	177	195	172	181	171	196	180	196	178
MODELO	208	132	212	134	211	134	204	147	192	116	204	145	212	143	209	134
SAO MARTINHO	209	227	209	225	201	219	168	185	216	234	168	187	189	211	199	214
PESCARIA BRAVA	210	146	208	147	208	148	271	223	199	132	275	238	205	149	187	129
BOM JARDIM DA SERRA	211	289	217	289	222	290	257	292	238	290	260	292	241	291	232	292
DOUTOR PEDRINHO	212	262	214	264	221	263	240	271	207	245	236	270	224	265	221	261
RANCHO QUEIMADO	213	242	213	241	209	239	194	235	228	250	198	240	197	234	204	231
PETROLANDIA	214	249	215	250	220	252	228	261	233	254	230	263	223	256	223	254
CORDILHEIRA ALTA	215	126	211	122	196	115	160	88	211	135	161	90	175	98	184	109
MATOS COSTA	216	272	220	272	225	275	207	263	234	270	196	261	234	277	243	282
PARAISO	217	220	216	213	214	213	174	169	213	219	171	164	208	207	216	218
TREVISO	218	207	218	205	216	203	227	217	224	203	228	218	211	193	203	179
ROMELANDIA	219	236	224	237	231	243	238	250	230	233	229	249	254	255	258	255
TUNAPOLIS	220	190	219	184	215	179	183	153	212	182	184	157	202	166	213	175
MAJOR GERCINO	221	259	223	258	223	258	222	258	232	255	224	259	219	252	218	250
BOTUVERA	222	256	210	242	187	225	128	140	240	274	128	140	150	177	167	208
CAXAMBU DO SUL	223	199	222	202	224	204	214	200	220	192	214	199	226	209	225	206
SAO JOAO DO OESTE	224	217	221	215	218	207	196	188	217	207	205	201	201	188	210	193
PLANALTO ALEGRE	225	114	225	115	228	126	270	174	214	110	271	174	239	138	222	126
PERITIBA	226	155	227	161	229	166	243	183	215	144	244	182	236	173	228	171
DONA EMMA	227	224	230	227	233	234	247	241	229	217	245	242	250	241	250	236
ANGELINA	228	280	226	279	226	280	216	278	236	278	220	278	221	278	226	280
GALVAO	229	205	231	207	230	209	213	198	219	190	209	186	235	215	241	224
SAO JOAO DO ITAPERIU	230	214	228	212	227	212	232	219	226	201	241	221	220	212	220	203
ENTRE RIOS	231	170	233	176	236	189	265	218	225	153	268	219	256	210	249	196
ANITAPOLIS	232	285	232	285	232	284	231	283	237	281	221	282	242	286	236	286
LINDOIA DO SUL	233	233	234	235	239	238	266	257	231	221	269	258	257	247	251	244
XAVANTINA	234	241	229	238	217	232	175	202	221	230	180	204	188	205	198	211

Tabela 24 _ Ranking da emissão total por município e da emissão relativizada pela área territorial de cada município.

MUNICÍPIO	CO		HC		CH ₄		NO _x		RCHO		MP		CO ₂		N ₂ O	
	R _{ET} ¹	R _{E/A} ²	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}
CHAPADAO DO LAGEADO	235	202	235	203	238	208	244	211	223	178	239	209	248	216	242	209
SUL BRASIL	236	191	236	193	237	197	237	195	218	162	227	189	247	206	248	207
RIO RUFINO	237	265	243	266	249	267	260	269	262	268	257	266	259	270	261	271
SAO BONIFACIO	238	283	238	281	234	281	226	277	263	285	222	276	230	280	231	279
AGUAS DE CHAPECO	239	219	240	220	240	221	255	227	227	191	254	227	246	222	234	215
GUARUJA DO SUL	240	176	242	179	243	190	256	204	222	149	252	202	255	203	247	192
IBICARE	241	226	237	224	219	205	171	150	243	238	170	151	190	168	205	184
ZORTEA	242	239	246	243	255	246	282	270	235	222	283	274	260	251	253	245
SERRA ALTA	243	169	239	167	235	173	215	152	244	184	217	156	231	165	233	169
UNIAO DO OESTE	244	172	241	170	242	178	202	146	242	189	197	136	244	178	256	190
PASSOS MAIA	245	288	244	288	244	288	221	285	265	289	216	284	232	288	237	289
LEOBERTO LEAL	246	269	245	270	252	269	273	279	264	271	273	279	263	275	262	273
ARABUTA	247	222	247	222	241	215	220	201	254	226	218	197	225	201	229	204
CELSO RAMOS	248	253	251	257	247	248	235	244	259	260	231	244	233	239	235	242
NOVA ITABERABA	249	225	250	226	254	230	251	225	255	228	256	224	258	227	260	229
JUPIA	250	185	249	182	250	183	239	173	246	187	234	166	249	183	246	183
FORMOSA DO SUL	251	197	253	199	253	201	248	199	253	200	255	200	253	200	257	199
BOM JESUS DO OESTE	252	150	248	150	245	147	205	115	239	151	201	110	237	144	245	152
SANTA ROSA DE LIMA	253	254	254	253	256	250	249	253	261	253	250	252	251	249	252	248
GUATAMBU	254	257	252	255	246	247	223	236	257	258	225	239	228	235	230	235
BRACO DO TROMBUDO	255	186	255	186	251	180	234	162	245	183	240	169	243	170	238	174
CORONEL MARTINS	256	210	257	214	263	223	274	226	256	206	263	216	280	240	283	246
VARGEM	257	279	259	283	264	283	276	286	266	280	274	286	274	287	270	285
SANTA HELENA	258	183	256	181	260	184	264	194	251	174	262	193	262	191	259	185
URUPEMA	259	281	264	284	268	285	284	288	267	279	284	288	273	285	265	283
PAINEL	260	293	262	293	269	293	253	290	268	293	237	289	272	293	280	294
IRATI	261	184	258	178	261	182	261	181	249	166	259	179	266	190	263	186
MAREMA	262	218	260	219	259	211	246	197	252	202	246	198	245	192	240	187
PALMEIRA	263	277	261	276	258	272	208	249	260	269	203	248	238	259	254	263
JARDINOPOLIS	264	171	265	172	265	177	268	179	248	150	267	175	271	182	268	180
SAO BERNARDINO	265	247	266	245	267	245	263	243	258	235	265	247	264	243	264	239
IOMERE	266	231	267	233	257	217	219	178	247	212	235	194	229	189	239	200
AGUAS FRIAS	267	200	263	187	248	164	197	117	270	237	207	126	217	135	227	144
LAJEADO GRANDE	268	178	268	174	262	168	236	141	241	145	233	142	252	153	255	155
BELA VISTA DO TOLDO	269	291	270	291	272	291	275	291	269	288	277	291	268	290	266	290
PRINCESA	270	216	269	210	270	214	259	190	250	180	253	181	275	217	271	217
FREI ROGERIO	271	261	271	260	271	257	245	231	280	277	243	226	261	244	269	249
MIRIM DOCE	272	286	272	286	273	287	250	273	285	292	251	272	267	283	274	287
ABDON BATISTA	273	276	273	278	277	279	283	282	291	286	282	280	282	282	278	278

Tabela 24 _ Ranking da emissão total por município e da emissão relativizada pela área territorial de cada município.

MUNICÍPIO	CO		HC		CH ₄		NO _x		RCHO		MP		CO ₂		N ₂ O	
	R _{ET} ¹	R _{E/A} ²	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}	R _{ET}	R _{E/A}
CALMON	274	294	276	294	278	294	285	293	293	294	285	293	285	294	285	293
BELMONTE	275	230	274	229	275	231	254	193	274	246	249	188	270	219	272	226
NOVO HORIZONTE	276	264	275	261	276	260	258	238	281	276	258	234	269	245	273	251
PINHEIRO PRETO	277	196	277	197	266	167	241	138	271	220	248	147	240	136	244	141
BANDEIRANTE	278	266	279	265	281	264	272	248	282	273	266	245	283	262	286	265
PRESIDENTE CASTELLO BRANCO	279	209	281	209	280	210	280	205	275	225	280	205	278	204	276	197
CUNHATAI	280	193	278	183	274	175	262	149	272	208	264	150	265	155	267	160
TIGRINHOS	281	201	280	198	279	194	279	187	273	211	279	192	279	187	275	182
PRESIDENTE NEREU	282	284	282	282	283	282	277	275	287	284	276	275	281	279	284	281
ALTO BELA VISTA	283	255	283	252	282	244	269	220	278	259	270	217	276	232	282	240
BRUNOPOLIS	284	290	285	290	284	289	278	287	292	291	278	287	277	289	279	288
SANTIAGO DO SUL	285	229	284	230	285	233	286	229	279	232	288	237	286	226	281	223
SAO PEDRO DE ALCANTARA	286	273	286	273	286	270	290	276	288	267	291	281	284	260	277	252
IBIAM	287	275	288	275	288	276	291	281	290	272	292	283	288	272	289	274
SANTA TEREZINHA DO PROGRESSO	288	270	287	269	287	268	292	274	286	263	290	273	291	268	288	262
OURO VERDE	289	287	290	287	290	286	287	280	289	282	287	277	289	284	290	284
SAO MIGUEL DA BOA VISTA	290	248	289	244	289	241	281	213	276	231	281	214	287	229	287	233
PAIAL	291	263	292	263	291	259	289	252	283	242	289	255	290	250	291	253
FLOR DO SERTAO	292	237	291	236	292	236	288	214	277	215	286	212	292	231	293	241
MORRO GRANDE	293	292	293	292	293	292	295	295	294	287	295	295	293	292	292	291
BARRA BONITA	294	278	294	277	294	277	293	265	284	244	293	269	294	274	294	277
MACIEIRA	295	295	295	295	295	295	294	294	295	295	294	294	295	295	295	295

Tabela 24 _ Ranking da emissão total por município e da emissão relativizada pela área territorial de cada município.

MUNICÍPIO	Área	CO	HC	CH ₄	NO _x	RCHO	MP	CO ₂	N ₂ O
	(km ²)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)
JOINVILLE	1127,9	4136,7	605,2	127,8	1579,6	7,0	42,9	624.058,1	50,1
FLORIANOPOLIS	674,8	2697,6	385,6	78,6	462,8	5,0	11,8	388.437,5	36,1
BLUMENAU	518,6	2413,0	342,1	67,9	527,2	4,1	14,2	280.638,9	24,8
CHAPECO	624,8	1887,1	295,1	73,9	1803,3	2,9	49,1	485.557,7	32,1
ITAJAI	288,4	1630,4	248,4	61,3	1220,0	2,6	31,7	392.343,6	27,8
CRICIUMA	235,1	1410,1	202,8	42,1	445,9	2,4	12,2	194.003,9	16,1
SAO JOSE	150,5	1403,9	202,4	41,2	286,6	2,5	7,3	189.373,0	17,2
JARAGUA DO SUL	529,4	1360,8	221,6	58,5	1843,7	1,9	51,7	428.963,3	25,5
LAGES	2637,7	1337,0	191,8	39,4	576,4	2,1	17,1	180.576,8	13,8
PALHOCA	394,9	1207,9	179,6	39,2	549,4	2,1	14,5	209.145,3	16,3
TUBARAO	301,5	1048,8	156,4	34,3	602,3	1,7	17,1	182.691,2	13,3
BRUSQUE	284,7	933,1	137,8	29,2	370,7	1,6	9,9	145.019,5	11,6
BALNEARIO CAMBORIU	45,2	901,0	130,6	27,4	209,5	1,7	5,3	150.602,9	13,5
IMBITUBA	182,9	639,9	99,1	24,0	560,6	1,0	15,4	152.536,2	10,1
RIO DO SUL	260,8	622,8	96,2	23,6	587,7	0,9	16,8	152.110,5	9,9
SAO BENTO DO SUL	495,8	600,4	86,1	17,3	162,0	1,0	4,5	72.583,8	6,2
INDAIAL	429,7	563,6	82,1	16,7	224,7	0,9	6,5	74.147,1	5,8
CACADOR	987,0	549,1	80,4	16,9	288,7	0,9	8,6	85.521,5	6,2
BIGUACU	367,9	538,5	80,9	17,9	299,9	0,9	8,2	96.536,0	7,2
CONCORDIA	799,2	534,2	82,5	20,2	465,0	0,8	12,8	128.738,1	8,7
GUARAMIRIM	267,6	526,0	105,0	34,7	1704,8	0,4	50,1	312.367,2	16,4
ARARANGUA	303,2	510,5	74,5	15,2	145,4	0,9	3,8	69.024,6	5,9
GASPAR	386,2	505,3	74,8	15,9	214,8	0,8	5,9	77.073,8	6,1
ICARA	230,3	501,3	74,1	15,6	233,5	0,8	6,6	74.994,5	5,7
XANXERE	377,7	469,3	75,6	19,7	607,7	0,7	17,3	139.442,0	8,5
ARAQUARI	384,2	450,5	74,4	20,1	622,8	0,6	17,8	145.193,6	8,8
TIMBO	128,3	407,9	58,1	11,5	93,0	0,7	2,5	47.003,1	4,1
NAVEGANTES	111,7	402,9	63,1	15,8	354,5	0,7	9,1	104.626,5	7,1
CANOINHAS	1148,0	382,3	58,1	13,6	293,6	0,6	8,2	82.210,7	5,6
VIDEIRA	384,1	382,0	55,9	12,4	187,8	0,6	5,0	67.862,7	5,2
BARRA VELHA	139,2	381,9	56,6	11,7	129,6	0,7	3,5	55.236,8	4,6
LAGUNA	334,0	379,2	59,5	14,2	374,6	0,6	10,8	92.949,8	5,9
SAO MIGUEL DO OESTE	233,8	372,0	55,0	11,6	162,1	0,6	4,5	56.453,6	4,4
CURITIBANOS	949,1	370,5	53,0	11,2	197,2	0,6	6,1	56.427,2	4,0
MARACAJA	62,9	337,8	54,6	13,5	370,0	0,5	10,3	86.705,7	5,6
ITAPEMA	57,3	333,2	48,4	9,9	67,0	0,6	1,7	49.101,1	4,5
SOMBRIO	143,1	326,5	49,3	10,5	194,7	0,5	5,7	53.446,6	3,8
RIO NEGRINHO	908,2	323,3	46,6	9,6	131,8	0,5	3,9	43.128,0	3,4
MAFRA	1404,1	320,3	46,8	10,1	137,6	0,5	3,8	51.548,9	4,0

Tabela 25 _ Emissão total por município.

MUNICÍPIO	Área	CO	HC	CH ₄	NO _x	RCHO	MP	CO ₂	N ₂ O
	(km ²)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)
FRAIBURGO	549,1	307,8	44,2	8,9	131,3	0,5	4,1	38.578,4	2,9
PORTO UNIAO	847,0	305,5	44,8	9,5	128,1	0,5	3,5	46.658,2	3,7
LONTRAS	197,6	303,2	51,1	12,8	465,1	0,4	14,3	92.383,6	5,3
CAMPOS NOVOS	1717,7	282,6	40,6	9,0	154,7	0,4	4,6	47.742,2	3,4
CAMBORIU	211,7	275,5	40,4	8,2	63,0	0,5	1,6	39.131,7	3,5
BRACO DO NORTE	212,3	272,1	40,4	8,8	156,4	0,4	4,5	46.222,7	3,4
SANTO AMARO DA IMPERATRIZ	344,2	270,8	40,1	8,4	100,7	0,5	2,7	39.476,5	3,2
BALNEARIO PICARRAS	99,1	260,2	39,3	9,3	182,0	0,4	4,8	58.399,5	4,1
SAO JOAO BATISTA	200,0	256,5	37,5	7,5	62,0	0,4	1,6	32.737,6	2,9
SAO FRANCISCO DO SUL	493,4	255,3	36,5	7,4	68,8	0,4	1,8	33.491,7	2,9
JAGUARUNA	326,5	253,6	37,2	7,5	92,5	0,4	2,6	32.826,2	2,6
POMERODE	214,3	250,5	35,0	6,8	49,4	0,4	1,3	26.835,1	2,4
PORTO BELO	92,9	237,2	35,1	7,6	90,3	0,4	2,3	41.251,2	3,4
ITUPORANGA	336,6	224,7	32,9	7,0	106,7	0,4	3,0	34.857,5	2,7
TIJUCAS	280,0	215,5	31,9	7,2	93,3	0,4	2,3	40.950,1	3,3
TURVO	235,0	213,1	42,8	15,1	736,8	0,2	20,4	141.178,0	7,2
SAO JOAQUIM	1889,9	212,3	29,2	5,8	84,7	0,3	2,7	24.879,8	1,8
MARAVILHA	170,3	208,7	31,6	6,9	122,3	0,3	3,4	36.295,8	2,7
PENHA	57,8	203,6	29,6	6,3	59,9	0,4	1,5	32.652,3	2,8
SAO LOURENCO DO OESTE	356,2	198,4	29,8	6,4	109,4	0,3	3,1	32.648,0	2,4
SANGAO	82,7	198,0	31,3	7,0	153,2	0,3	4,5	39.944,9	2,9
JOACABA	243,1	193,2	27,9	6,0	70,7	0,3	1,8	31.503,5	2,6
CAPIVARI DE BAIXO	53,2	189,3	35,9	9,8	460,4	0,2	14,1	80.163,0	4,3
CAPINZAL	244,0	188,0	27,9	6,1	121,8	0,3	3,5	33.581,3	2,3
IBIRAMA	247,1	174,2	24,6	4,7	39,2	0,3	1,1	17.565,7	1,5
BOM RETIRO	1056,0	174,0	24,6	4,8	65,0	0,3	2,1	17.820,3	1,4
POUSO REDONDO	359,2	173,9	26,9	6,2	160,2	0,3	4,9	37.282,4	2,4
ORLEANS	549,5	166,5	24,9	5,6	94,4	0,3	2,6	30.337,3	2,3
FORQUILHINHA	183,4	163,2	23,7	4,7	45,5	0,3	1,3	19.353,6	1,6
SAO JOAO DO SUL	184,4	162,8	24,1	4,9	48,4	0,3	1,3	20.427,1	1,7
PINHALZINHO	128,7	158,8	23,8	5,2	90,4	0,3	2,6	26.756,8	2,0
XAXIM	293,5	154,6	23,7	5,3	114,7	0,2	3,3	30.655,3	2,1
COCAL DO SUL	70,8	149,9	21,5	4,3	39,3	0,3	1,1	18.219,9	1,6
OTACILIO COSTA	845,4	146,8	22,9	5,3	154,6	0,2	4,9	33.135,5	2,0
ABELARDO LUZ	954,0	146,6	23,6	5,4	175,2	0,2	5,5	35.702,4	2,1
CORREIA PINTO	647,4	141,6	20,3	4,0	77,8	0,2	2,7	17.550,9	1,2
SANTA CECILIA	1145,8	141,5	23,6	6,1	230,6	0,2	7,3	45.980,0	2,6
PAPANDUVA	763,6	140,9	21,4	4,7	105,8	0,2	3,2	26.085,1	1,8
GUABIRUBA	173,3	138,7	20,1	4,0	32,7	0,2	0,9	16.887,3	1,5

Tabela 25 _ Emissão total por município.

MUNICÍPIO	Área	CO	HC	CH ₄	NO _x	RCHO	MP	CO ₂	N ₂ O
	(km ²)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)
PAULO LOPES	448,6	138,0	20,6	4,5	70,1	0,2	1,9	23.517,2	1,8
ITAIOPOLIS	1296,6	135,2	19,4	3,9	54,3	0,2	1,6	17.716,8	1,4
URUSSANGA	255,0	133,4	19,4	3,9	46,1	0,2	1,3	17.581,2	1,4
ILHOTA	253,0	132,6	19,9	4,2	67,2	0,2	1,9	20.774,5	1,6
TAIO	694,6	132,5	19,3	3,9	59,0	0,2	1,8	18.142,4	1,4
ALFREDO WAGNER	735,4	132,3	20,2	4,2	84,4	0,2	2,6	21.184,5	1,5
MORRO DA FUMACA	82,8	123,8	18,5	3,9	66,8	0,2	2,0	18.671,7	1,4
PRESIDENTE GETULIO	297,2	120,1	17,3	3,5	42,7	0,2	1,2	15.722,4	1,3
GARUVA	503,6	118,0	19,1	5,1	156,1	0,2	4,4	36.214,3	2,2
CUNHA PORA	220,1	117,5	18,0	4,0	98,7	0,2	3,0	23.206,3	1,5
SAO JOSE DO CEDRO	281,3	115,0	17,2	3,6	65,5	0,2	1,9	17.617,2	1,3
HERVAL DOESTE	216,4	113,5	16,6	3,5	53,8	0,2	1,5	17.496,0	1,3
GAROPABA	114,8	112,8	16,5	3,3	25,2	0,2	0,6	15.617,7	1,4
PASSO DE TORRES	92,6	110,8	16,1	3,2	19,6	0,2	0,5	14.464,1	1,3
IRANI	325,6	109,9	16,9	3,7	100,8	0,2	3,4	21.082,6	1,3
PALMITOS	351,1	108,6	15,8	3,3	50,1	0,2	1,5	15.820,1	1,2
CORUPA	407,5	105,3	15,0	3,0	30,7	0,2	0,9	12.322,9	1,0
APIUNA	492,6	105,2	16,1	3,5	84,4	0,2	2,7	19.630,9	1,3
MASSARANDUBA	374,5	105,2	15,5	3,4	50,3	0,2	1,4	17.015,5	1,3
ITAPIRANGA	281,8	104,7	15,6	3,3	49,4	0,2	1,3	17.373,2	1,3
ASCURRA	112,9	99,9	14,9	3,1	67,6	0,2	2,2	16.113,1	1,1
CATANDUVAS	198,2	98,0	15,5	3,8	114,0	0,1	3,6	25.326,6	1,6
PONTE SERRADA	562,8	96,7	13,8	2,8	52,2	0,2	1,7	13.222,6	0,9
URUBICI	1020,3	95,8	13,7	2,7	43,5	0,2	1,4	11.899,1	0,9
SEARA	309,6	95,5	14,2	3,0	51,2	0,2	1,5	15.371,6	1,1
AGUAS MORNAS	326,7	90,1	13,5	2,9	47,6	0,2	1,3	14.914,0	1,1
ITAPOA	245,4	89,7	13,1	2,7	22,6	0,2	0,6	12.404,1	1,1
SIDEROPOLIS	262,1	87,8	12,9	2,7	32,9	0,2	0,9	13.831,4	1,2
RIO DOS CEDROS	555,5	85,4	12,1	2,3	20,2	0,1	0,6	8.539,2	0,7
IRINEOPOLIS	589,7	85,2	13,5	3,1	86,1	0,1	2,7	18.434,4	1,2
MELEIRO	186,4	83,0	15,9	5,8	252,0	0,1	6,9	53.058,2	2,8
NOVA TRENTO	402,9	82,4	11,9	2,4	20,3	0,1	0,5	11.345,6	1,0
SAO CRISTOVAO DO SUL	351,3	81,5	13,6	3,6	127,7	0,1	4,2	25.956,8	1,5
MONTE CASTELO	560,7	81,5	15,4	4,9	229,3	0,1	6,9	44.641,2	2,3
TRES BARRAS	436,9	81,0	15,0	4,5	205,3	0,1	6,2	39.744,0	2,1
SANTA ROSA DO SUL	150,3	80,2	11,7	2,3	23,6	0,1	0,7	9.394,1	0,8
IPORA DO OESTE	201,0	79,6	12,6	3,1	84,2	0,1	2,4	20.236,0	1,3
LAURO MULLER	271,9	78,5	11,3	2,3	22,9	0,1	0,6	10.877,7	0,9
SAO DOMINGOS	366,8	76,7	12,9	3,1	115,5	0,1	3,7	22.398,5	1,3

Tabela 25 _ Emissão total por município.

MUNICÍPIO	Área	CO	HC	CH ₄	NO _x	RCHO	MP	CO ₂	N ₂ O
	(km ²)	(ton.ano ⁻¹)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)
BOMBINHAS	35,1	73,2	10,7	2,3	17,2	0,1	0,4	12.240,2	1,1
TROMBUDO CENTRAL	109,6	72,4	10,4	2,1	23,0	0,1	0,7	8.516,9	0,7
TREZE TILIAS	186,6	70,4	11,3	3,2	94,8	0,1	2,7	23.459,8	1,4
SAO LUDGERO	107,7	69,3	10,8	2,5	57,1	0,1	1,6	14.872,8	1,0
CAPAO ALTO	1332,4	69,1	10,0	2,0	47,4	0,1	1,6	10.492,1	0,7
JACINTO MACHADO	430,7	69,1	11,5	3,0	98,3	0,1	2,9	21.348,2	1,3
CAMPO ERE	479,4	69,0	9,9	2,0	26,3	0,1	0,8	8.193,1	0,7
CAMPO ALEGRE	499,2	68,4	10,0	2,1	36,5	0,1	1,1	10.556,2	0,8
ANITA GARIBALDI	588,0	67,6	9,3	1,8	13,3	0,1	0,4	6.236,6	0,6
SAO JOSE DO CERRITO	948,7	65,2	9,0	1,7	27,1	0,1	0,9	6.861,7	0,5
FAXINAL DOS GUEDES	339,7	65,1	9,7	2,1	41,9	0,1	1,3	11.295,9	0,8
ERVAL VELHO	208,8	65,0	9,5	2,0	36,7	0,1	1,1	10.013,6	0,7
PRAIA GRANDE	284,4	64,1	9,3	1,8	13,9	0,1	0,4	6.692,7	0,6
LEBON REGIS	942,3	63,7	9,2	1,9	37,3	0,1	1,2	8.763,4	0,6
LUIZ ALVES	260,1	63,7	9,5	2,1	33,1	0,1	0,9	11.750,9	0,9
RODEIO	129,6	62,9	9,0	1,8	21,0	0,1	0,6	7.391,8	0,6
DIONISIO CERQUEIRA	378,8	61,0	9,7	2,2	60,4	0,1	1,9	13.516,3	0,9
CANELINHA	151,0	59,3	8,8	1,8	20,8	0,1	0,6	9.187,4	0,8
SCHROEDER	165,1	59,1	8,6	1,7	14,1	0,1	0,4	7.317,5	0,6
SAO CARLOS	162,1	56,9	8,3	1,7	23,1	0,1	0,6	7.971,4	0,6
DESCANSO	287,6	54,7	8,6	1,9	49,1	0,1	1,5	11.044,0	0,7
CAMPO BELO DO SUL	1028,1	52,8	7,4	1,5	24,2	0,1	0,8	6.101,5	0,5
BALNEARIO RINCAO	63,4	51,8	7,8	1,6	9,8	0,1	0,3	6.572,4	0,6
TANGARA	390,0	51,4	7,5	1,7	33,5	0,1	1,0	9.829,6	0,7
MONTE CARLO	191,3	51,0	7,1	1,4	18,8	0,1	0,6	5.385,8	0,4
SAUDADES	205,8	50,6	7,8	1,7	39,0	0,1	1,1	9.908,3	0,7
CAIBI	173,1	50,5	8,2	2,1	67,1	0,1	2,0	14.641,9	0,9
CORONEL FREITAS	233,7	48,9	7,3	1,6	28,0	0,1	0,8	7.907,7	0,6
NOVA VENEZA	295,2	48,5	7,3	1,7	29,0	0,1	0,8	9.517,1	0,7
PONTE ALTA	569,2	47,7	7,8	1,8	64,4	0,1	2,2	12.190,7	0,7
QUILOMBO	279,8	47,3	7,0	1,5	22,9	0,1	0,7	7.024,7	0,5
GOVERNADOR CELSO RAMOS	127,4	47,0	6,9	1,6	18,1	0,1	0,4	9.013,9	0,7
SANTA TEREZINHA	715,5	46,8	7,1	1,4	27,3	0,1	0,8	6.584,1	0,5
GUARACIABA	331,8	45,9	7,0	1,5	32,2	0,1	1,0	7.880,9	0,5
MONDAI	200,3	45,5	6,7	1,4	17,5	0,1	0,5	6.080,4	0,5
BENEDITO NOVO	387,9	45,1	6,5	1,3	17,0	0,1	0,5	5.365,4	0,4
ANTONIO CARLOS	233,0	44,9	7,7	2,6	91,1	0,1	2,4	21.334,4	1,2
AGROLANDIA	206,9	44,3	6,3	1,2	12,6	0,1	0,4	4.851,6	0,4
GRAO PARA	334,4	43,1	6,5	1,4	23,6	0,1	0,7	7.130,3	0,5

Tabela 25 _ Emissão total por município.

MUNICÍPIO	Área	CO	HC	CH ₄	NO _x	RCHO	MP	CO ₂	N ₂ O
	(km ²)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)
AGUA DOCE	1314,0	43,0	6,5	1,6	38,8	0,1	1,2	9.815,3	0,6
SALETE	178,0	42,5	6,2	1,2	12,3	0,1	0,4	4.583,7	0,4
BALNEARIO GAIVOTA	147,6	42,3	6,1	1,2	8,2	0,1	0,2	5.332,2	0,5
ARMAZEM	173,7	40,8	6,0	1,2	17,8	0,1	0,5	5.565,5	0,4
PONTE ALTA DO NORTE	396,9	39,7	7,4	2,3	103,6	0,0	3,3	19.920,8	1,1
TREZE DE MAIO	159,8	39,6	5,9	1,2	23,3	0,1	0,7	6.047,1	0,4
ARVOREDO	90,5	39,6	5,7	1,2	11,7	0,1	0,3	5.567,7	0,5
BALNEARIO ARROIO DO SILVA	94,3	38,3	5,6	1,1	6,6	0,1	0,2	4.253,2	0,4
GRAVATAL	165,7	38,2	5,5	1,1	8,3	0,1	0,2	4.008,2	0,4
VIDAL RAMOS	346,9	37,9	5,6	1,2	21,4	0,1	0,7	5.679,2	0,4
VARGEAO	165,9	37,2	6,3	1,9	67,7	0,1	1,9	14.734,9	0,8
PALMA SOLA	330,6	36,9	5,3	1,0	13,4	0,1	0,4	4.154,6	0,3
VARGEM BONITA	299,8	36,6	5,4	1,2	26,7	0,1	0,9	6.150,6	0,4
AURORA	207,2	36,5	5,8	1,6	43,8	0,1	1,3	10.920,4	0,7
ITA	166,3	36,5	5,3	1,1	14,3	0,1	0,4	5.168,8	0,4
RIO DO CAMPO	502,1	36,1	5,1	1,0	11,6	0,1	0,4	3.438,1	0,3
NOVA ERECHIM	65,1	34,3	5,3	1,2	29,7	0,1	0,9	7.289,9	0,5
BOCAINA DO SUL	511,1	34,3	4,9	1,0	16,5	0,1	0,5	4.385,6	0,3
RIO DO OESTE	245,1	34,2	5,0	1,0	14,4	0,1	0,4	4.716,8	0,4
ANCHIETA	231,7	33,9	4,8	0,9	10,7	0,1	0,3	3.609,4	0,3
IPUMIRIM	247,9	33,7	5,0	1,1	15,4	0,1	0,4	5.108,7	0,4
IMARUI	542,6	32,4	4,7	0,9	8,0	0,1	0,2	3.536,7	0,3
AGRONOMICA	129,8	32,2	4,8	1,1	21,1	0,1	0,6	5.601,7	0,4
LUZERNA	117,1	31,9	4,6	1,0	13,5	0,1	0,4	4.987,5	0,4
LAURENTINO	79,3	30,8	4,5	0,9	10,5	0,1	0,3	4.253,3	0,4
ATALANTA	93,9	30,8	4,5	0,9	13,5	0,1	0,4	4.234,9	0,3
PIRATUBA	146,1	30,5	4,5	0,9	13,5	0,1	0,4	4.538,5	0,3
LACERDOPOLIS	68,9	30,3	4,4	1,0	10,1	0,1	0,3	5.310,7	0,5
IPIRA	155,7	30,3	4,3	0,9	11,2	0,1	0,3	3.851,3	0,3
IMBUIA	119,1	30,2	4,5	1,0	16,2	0,1	0,5	4.837,3	0,4
RIQUEZA	193,0	29,7	4,4	0,9	16,4	0,1	0,5	4.107,0	0,3
JOSE BOITEUX	405,6	28,4	4,1	0,8	12,3	0,0	0,4	3.599,2	0,3
IRACEMINHA	163,9	28,0	4,6	1,1	38,4	0,0	1,3	7.520,4	0,4
BALNEARIO BARRA DO SUL	111,0	27,3	4,0	0,8	8,6	0,1	0,2	3.673,0	0,3
RIO FORTUNA	303,0	26,5	4,1	0,9	19,4	0,04	0,5	5.436,0	0,4
BOM JESUS	63,4	26,2	3,8	0,8	12,2	0,04	0,4	3.686,7	0,3
JABORA	182,5	26,2	3,7	0,8	10,0	0,04	0,3	3.315,7	0,3
OURO	213,0	25,8	3,6	0,7	7,4	0,04	0,2	3.273,6	0,3
TIMBE DO SUL	328,5	25,2	3,7	0,8	9,1	0,04	0,3	3.453,8	0,3

Tabela 25 _ Emissão total por município.

MUNICÍPIO	Área	CO	HC	CH ₄	NO _x	RCHO	MP	CO ₂	N ₂ O
	(km ²)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)
SALTINHO	156,6	25,1	3,8	0,7	12,0	0,04	0,4	3.133,9	0,2
WITMARSUM	153,8	24,8	3,7	0,8	12,8	0,04	0,4	4.056,7	0,3
CERRO NEGRO	417,6	24,8	3,5	0,7	8,5	0,04	0,3	2.619,5	0,2
VITOR MEIRELES	371,0	24,5	3,5	0,7	9,7	0,04	0,3	2.969,9	0,2
MAJOR VIEIRA	523,3	24,5	3,5	0,7	5,5	0,04	0,2	2.736,4	0,2
ARROIO TRINTA	94,4	24,5	3,7	0,9	19,0	0,04	0,5	5.082,6	0,4
TIMBO GRANDE	597,0	24,0	3,5	0,8	13,1	0,04	0,4	4.280,1	0,3
RIO DAS ANTAS	314,9	23,9	3,5	0,7	13,8	0,04	0,4	3.760,0	0,3
ERMO	63,7	23,8	4,0	1,3	44,7	0,03	1,2	10.810,1	0,6
SALTO VELOSO	105,1	22,7	3,3	0,7	9,1	0,04	0,3	3.529,3	0,3
IPUACU	261,3	22,2	3,3	0,7	10,4	0,04	0,3	3.123,1	0,2
PEDRAS GRANDES	159,9	22,2	3,3	0,7	12,9	0,04	0,4	3.836,1	0,3
MODELO	92,3	21,2	3,1	0,7	10,5	0,04	0,3	3.317,9	0,3
SÃO MARTINHO	223,9	21,1	3,2	0,7	16,6	0,03	0,5	4.214,2	0,3
PESCARIA BRAVA	106,9	21,0	3,2	0,7	5,2	0,04	0,1	3.575,8	0,3
BOM JARDIM DA SERRA	937,1	21,0	2,9	0,6	6,3	0,03	0,2	2.361,2	0,2
DOCTOR PEDRINHO	374,2	20,8	3,0	0,6	7,7	0,04	0,2	2.711,4	0,2
RANCHO QUEIMADO	286,5	20,8	3,1	0,7	12,1	0,03	0,3	3.768,6	0,3
PETROLANDIA	305,9	20,6	3,0	0,6	8,4	0,03	0,2	2.736,1	0,2
CORDILHEIRA ALTA	83,5	20,2	3,2	0,8	19,0	0,03	0,5	5.108,2	0,3
MATOS COSTA	435,3	19,6	2,8	0,6	10,4	0,03	0,4	2.453,0	0,2
PARAISO	180,5	19,0	3,0	0,6	15,4	0,03	0,5	3.498,0	0,2
TREVISÓ	156,7	18,8	2,9	0,6	8,5	0,03	0,2	3.416,7	0,3
ROMELANDIA	222,9	18,5	2,6	0,5	7,7	0,03	0,2	2.037,2	0,2
TUNAPOLIS	132,9	18,3	2,8	0,6	13,5	0,03	0,4	3.624,4	0,3
MAJOR GERCINO	306,1	18,2	2,7	0,6	8,8	0,03	0,3	2.905,8	0,2
BOTUVERA	296,3	18,2	3,2	0,9	36,1	0,02	1,1	7.324,7	0,4
CAXAMBU DO SUL	140,9	18,1	2,7	0,6	9,5	0,03	0,3	2.698,7	0,2
SÃO JOÃO DO OESTE	163,7	17,7	2,7	0,6	11,9	0,03	0,3	3.670,7	0,3
PLANALTO ALEGRE	63,1	17,6	2,6	0,5	5,3	0,03	0,2	2.390,6	0,2
PERITIBA	95,6	17,4	2,5	0,5	7,2	0,03	0,2	2.426,5	0,2
DONA EMMA	178,2	17,2	2,5	0,5	7,1	0,03	0,2	2.105,5	0,2
ANGELINA	499,8	17,1	2,6	0,6	9,2	0,03	0,3	2.761,8	0,2
GALVAO	139,3	17,0	2,5	0,5	9,5	0,03	0,3	2.439,1	0,2
SÃO JOÃO DO ITAPERIU	152,0	16,9	2,5	0,5	8,0	0,03	0,2	2.791,7	0,2
ENTRE RIOS	104,5	16,7	2,4	0,5	5,5	0,03	0,2	2.000,9	0,2
ANITAPOLIS	540,6	16,5	2,5	0,5	8,2	0,03	0,3	2.359,7	0,2
LINDOIA DO SUL	188,8	16,3	2,4	0,5	5,5	0,03	0,2	1.986,1	0,2
XAVANTINA	217,3	16,0	2,5	0,6	14,5	0,03	0,4	4.220,0	0,3

Tabela 25 _ Emissão total por município.

MUNICÍPIO	Área	CO	HC	CH ₄	NO _x	RCHO	MP	CO ₂	N ₂ O
	(km ²)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)
CHAPADAO DO LAGEADO	124,4	15,6	2,3	0,5	7,2	0,03	0,2	2.171,6	0,2
SUL BRASIL	113,0	15,5	2,3	0,5	7,9	0,03	0,2	2.190,8	0,2
RIO RUFINO	282,6	15,2	2,2	0,4	6,1	0,02	0,2	1.860,5	0,1
SAO BONIFACIO	458,5	14,9	2,2	0,5	8,5	0,02	0,3	2.510,1	0,2
AGUAS DE CHAPECO	139,5	14,8	2,2	0,5	6,4	0,03	0,2	2.241,3	0,2
GUARUJA DO SUL	100,7	14,8	2,2	0,5	6,4	0,03	0,2	2.014,7	0,2
IBICARE	155,9	14,8	2,3	0,6	16,3	0,02	0,5	4.178,4	0,3
ZORTEA	190,2	14,6	2,1	0,4	3,9	0,03	0,1	1.835,9	0,2
SERRA ALTA	90,6	14,5	2,2	0,5	9,2	0,02	0,3	2.494,3	0,2
UNIAO DO OESTE	92,9	14,5	2,2	0,5	10,6	0,02	0,3	2.284,1	0,2
PASSOS MAIA	618,7	14,3	2,1	0,5	8,8	0,02	0,3	2.491,2	0,2
LEOBERTO LEAL	292,8	14,2	2,1	0,4	5,2	0,02	0,2	1.769,6	0,1
ARABUTA	133,0	13,5	2,0	0,5	8,9	0,02	0,3	2.704,1	0,2
CELSO RAMOS	208,7	13,5	2,0	0,4	8,0	0,02	0,2	2.480,7	0,2
NOVA ITABERABA	137,3	13,1	2,0	0,4	6,7	0,02	0,2	1.915,8	0,1
JUPIA	91,6	13,0	2,0	0,4	7,7	0,02	0,2	2.164,5	0,2
FORMOSA DO SUL	100,1	13,0	1,9	0,4	6,8	0,02	0,2	2.041,6	0,2
BOM JESUS DO OESTE	67,8	13,0	2,0	0,4	10,4	0,02	0,3	2.425,6	0,2
SANTA ROSA DE LIMA	202,8	12,9	1,9	0,4	6,8	0,02	0,2	2.103,8	0,2
GUATAMBU	206,2	12,6	2,0	0,4	8,7	0,02	0,3	2.604,7	0,2
BRACO DO TROMBUDO	89,4	12,5	1,9	0,4	8,0	0,02	0,2	2.353,8	0,2
CORONEL MARTINS	107,4	12,4	1,8	0,3	5,1	0,02	0,2	1.275,9	0,1
VARGEM	350,6	12,0	1,7	0,3	4,5	0,02	0,1	1.493,2	0,1
SANTA HELENA	81,0	11,6	1,8	0,4	5,7	0,02	0,2	1.774,1	0,1
URUPEMA	350,5	11,5	1,6	0,3	3,8	0,02	0,1	1.530,1	0,1
PAINEL	738,6	11,3	1,6	0,3	6,6	0,02	0,2	1.539,5	0,1
IRATI	78,0	11,2	1,7	0,4	6,0	0,02	0,2	1.721,1	0,1
MAREMA	104,0	11,1	1,7	0,4	7,1	0,02	0,2	2.272,7	0,2
PALMEIRA	289,1	10,7	1,6	0,4	10,2	0,02	0,3	2.415,2	0,2
JARDINOPOLIS	67,5	10,5	1,6	0,3	5,3	0,02	0,2	1.594,1	0,1
SAO BERNARDINO	150,1	10,1	1,6	0,3	5,9	0,02	0,2	1.727,9	0,1
IOMERE	114,0	10,0	1,5	0,4	9,0	0,02	0,2	2.519,8	0,2
AGUAS FRIAS	76,7	9,9	1,6	0,4	11,7	0,01	0,3	2.997,5	0,2
LAJEADO GRANDE	65,2	9,5	1,5	0,4	7,9	0,02	0,2	2.092,3	0,2
BELA VISTA DO TOLDO	533,4	9,4	1,4	0,3	4,6	0,02	0,1	1.633,4	0,1
PRINCESA	85,6	9,3	1,4	0,3	6,1	0,02	0,2	1.492,5	0,1
FREI ROGERIO	159,4	9,0	1,4	0,3	7,1	0,01	0,2	1.791,3	0,1
MIRIM DOCE	337,3	9,0	1,3	0,3	6,8	0,01	0,2	1.638,8	0,1
ABDON BATISTA	237,2	8,9	1,3	0,3	3,8	0,01	0,1	1.227,6	0,1

Tabela 25 _ Emissão total por município.

MUNICÍPIO	Área	CO	HC	CH ₄	NO _x	RCHO	MP	CO ₂	N ₂ O
	(km ²)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)	(ton.ano)
CALMON	634,6	8,5	1,2	0,3	3,6	0,01	0,1	1.119,3	0,1
BELMONTE	93,9	8,3	1,3	0,3	6,6	0,01	0,2	1.603,4	0,1
NOVO HORIZONTE	152,5	8,3	1,3	0,3	6,3	0,01	0,2	1.623,9	0,1
PINHEIRO PRETO	61,1	8,0	1,2	0,3	7,6	0,01	0,2	2.387,5	0,2
BANDEIRANTE	148,0	7,8	1,2	0,2	5,2	0,01	0,2	1.176,0	0,1
PRESIDENTE CASTELLO BRANCO	65,6	7,6	1,1	0,2	4,1	0,01	0,1	1.306,8	0,1
CUNHATAI	54,8	7,5	1,2	0,3	6,0	0,01	0,2	1.724,6	0,1
TIGRINHOS	57,0	7,3	1,1	0,2	4,2	0,01	0,1	1.285,7	0,1
PRESIDENTE NEREU	225,7	7,3	1,1	0,2	4,4	0,01	0,1	1.241,3	0,1
ALTO BELA VISTA	104,0	6,5	1,0	0,2	5,3	0,01	0,2	1.396,9	0,1
BRUNOPOLIS	336,3	6,5	1,0	0,2	4,3	0,01	0,1	1.327,5	0,1
SANTIAGO DO SUL	73,3	6,5	1,0	0,2	3,4	0,01	0,1	1.104,3	0,1
SAO PEDRO DE ALCANTARA	140,1	5,9	0,9	0,2	2,6	0,01	0,1	1.162,6	0,1
IBIAM	147,0	5,7	0,8	0,2	2,5	0,01	0,1	942,8	0,1
SANTA TEREZINHA DO PROGRESSO	119,3	5,7	0,9	0,2	2,4	0,01	0,1	848,0	0,1
OURO VERDE	189,5	5,0	0,8	0,2	3,3	0,01	0,1	915,1	0,1
SAO MIGUEL DA BOA VISTA	72,8	4,9	0,8	0,2	4,0	0,01	0,1	1.005,6	0,1
PAIAL	86,0	4,7	0,7	0,2	2,9	0,01	0,1	881,9	0,1
FLOR DO SERTAO	57,9	4,6	0,7	0,2	3,2	0,01	0,1	783,5	0,1
MORRO GRANDE	260,3	4,2	0,6	0,1	1,1	0,01	0,0	638,1	0,1
BARRA BONITA	93,1	3,3	0,5	0,1	2,2	0,01	0,1	577,1	0,04
MACIEIRA	259,8	2,5	0,4	0,1	1,3	0,00	0,0	399,7	0,03

Tabela 25 _ Emissão total por município.

APÊNDICE D

EMISSÕES NAS CIDADES CATARINENSES SEGREGADAS PELA CATEGORIA VEICULAR

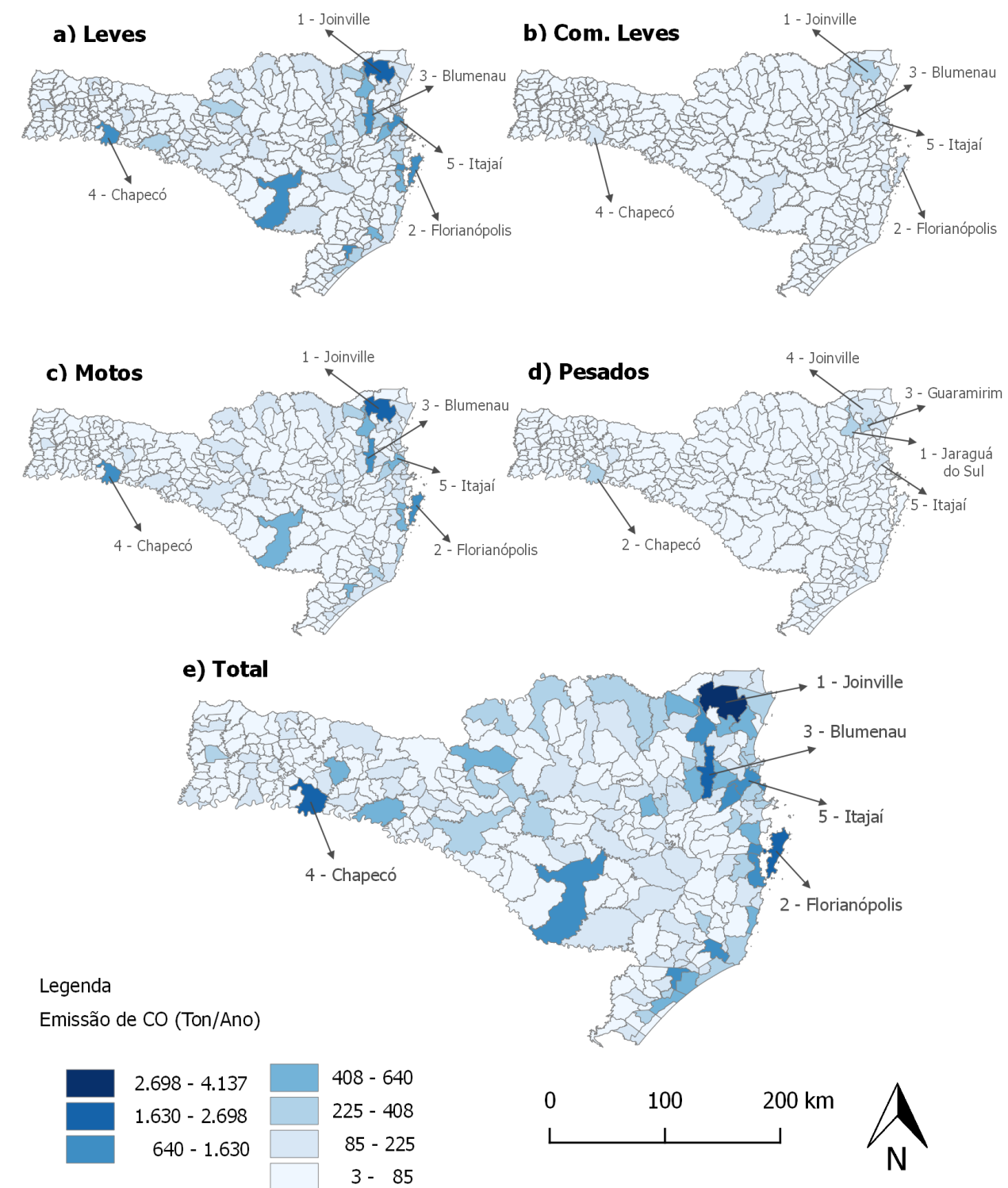


Figura 40 _ Estimativa de emissão de CO nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.

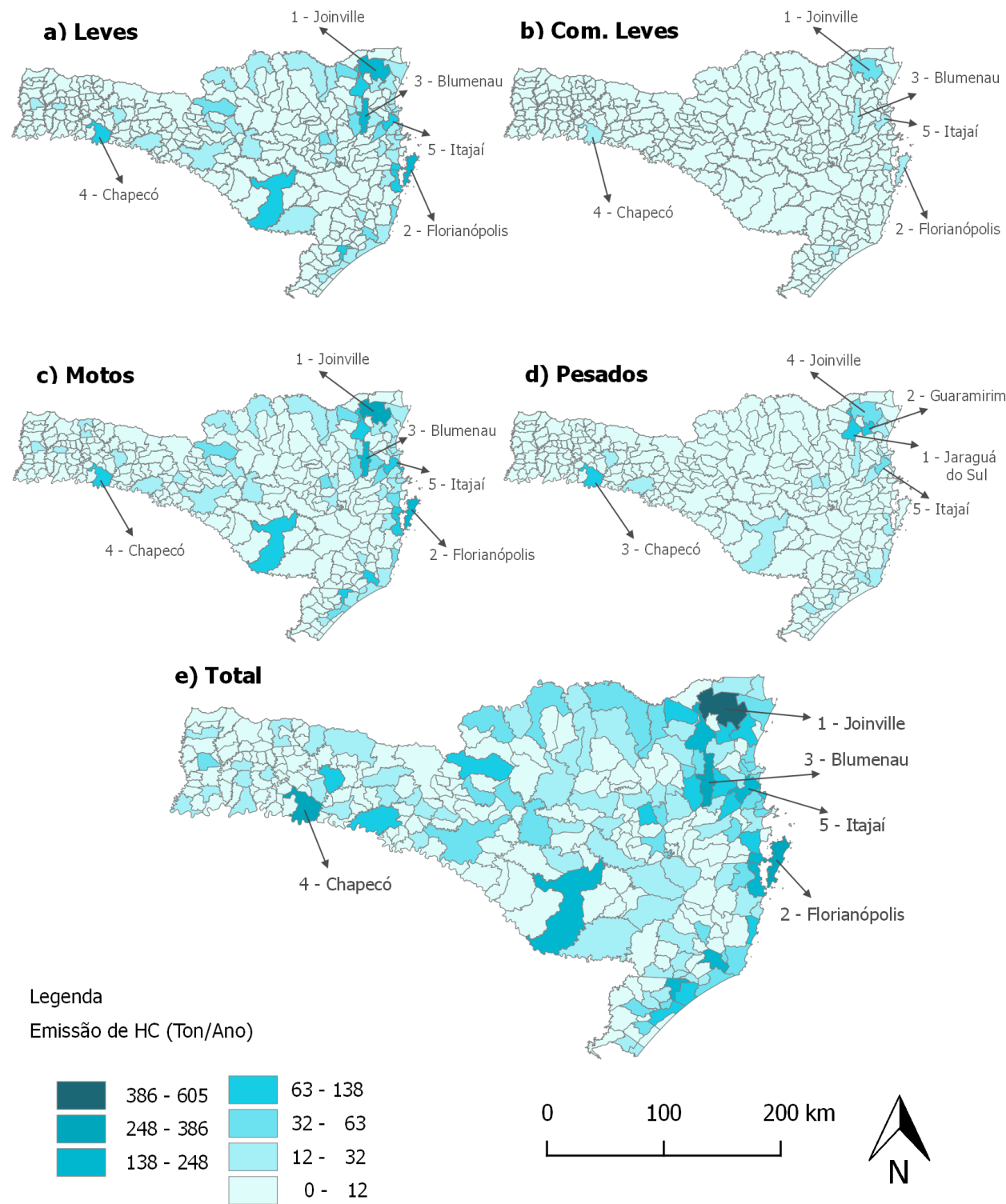


Figura 41 _ Estimativa de emissão de HC nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.

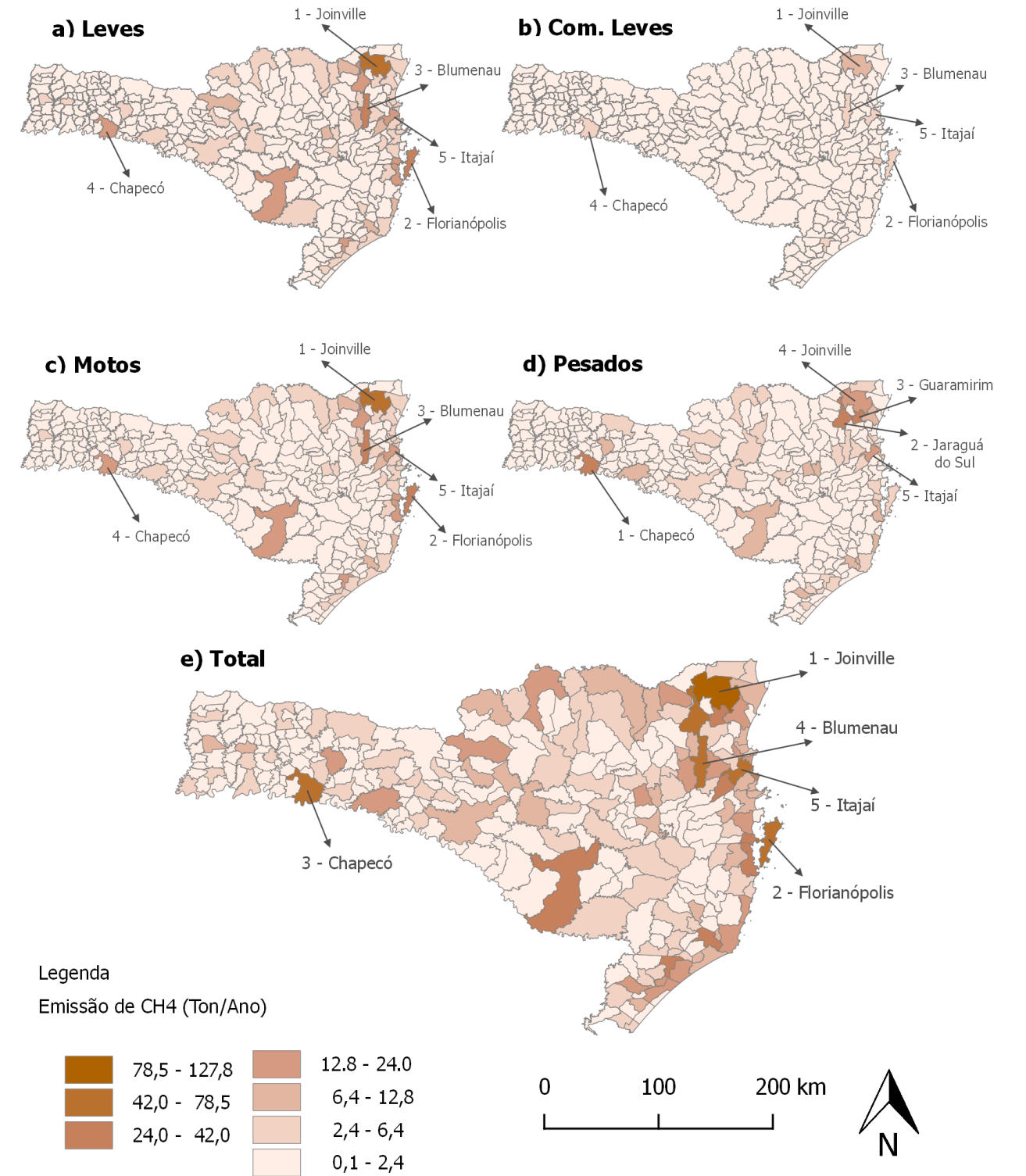


Figura 42 _ Estimativa de emissão de CH4 nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.

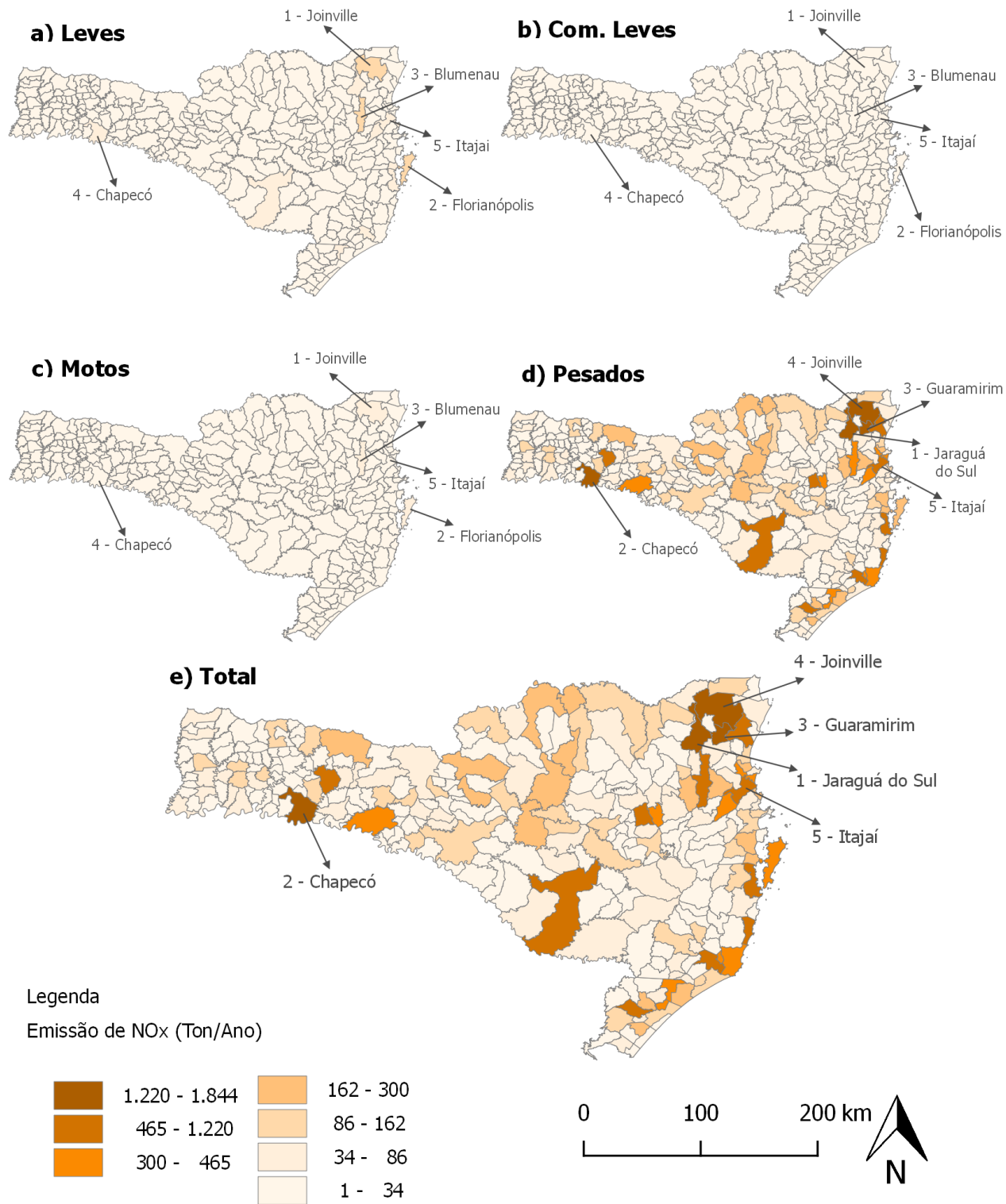


Figura 43 _ Estimativa de emissão de NOx nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.

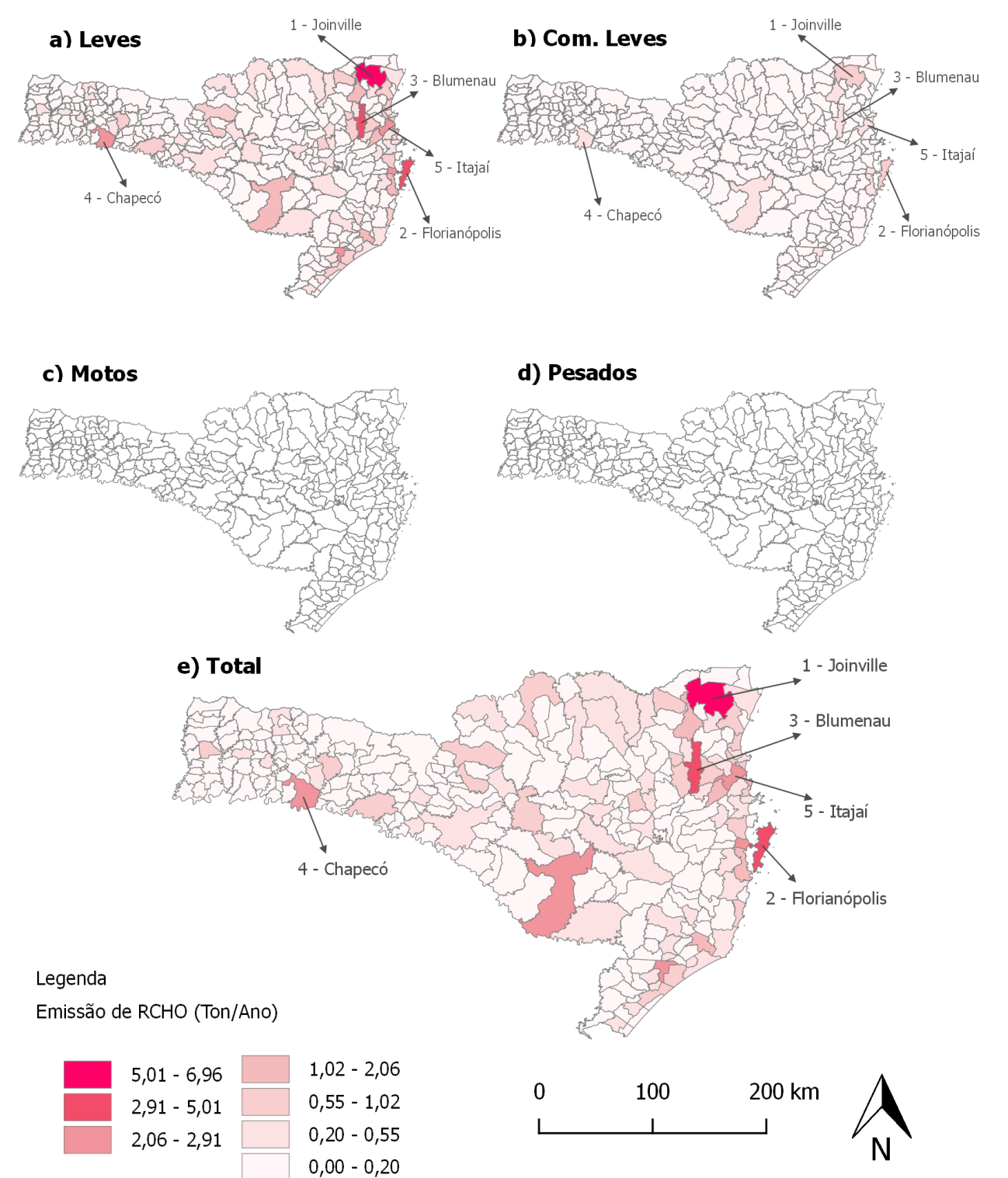


Figura 44 _ Estimativa de emissão de RCHO nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.

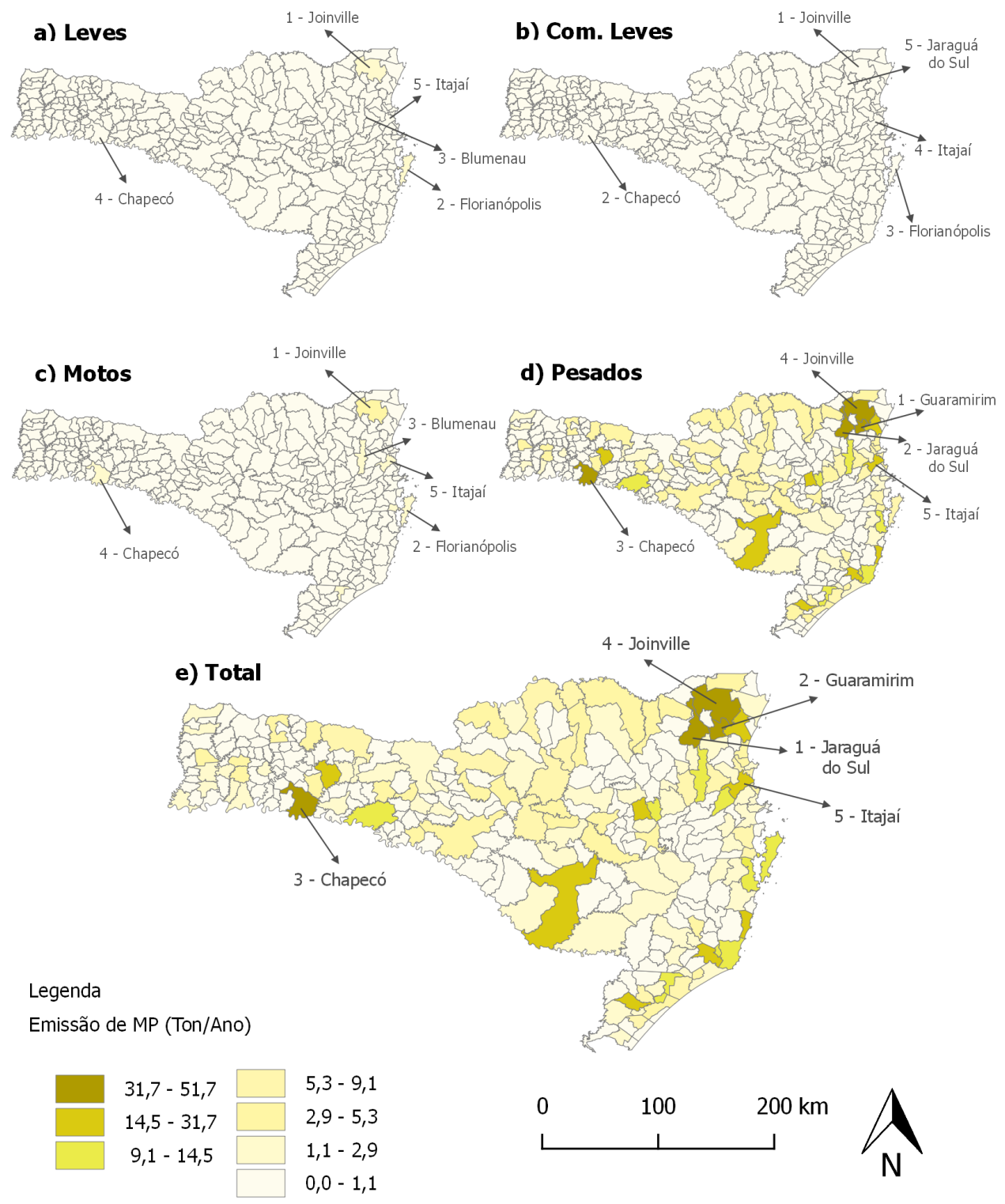


Figura 45 _ Estimativa de emissão de MP nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.

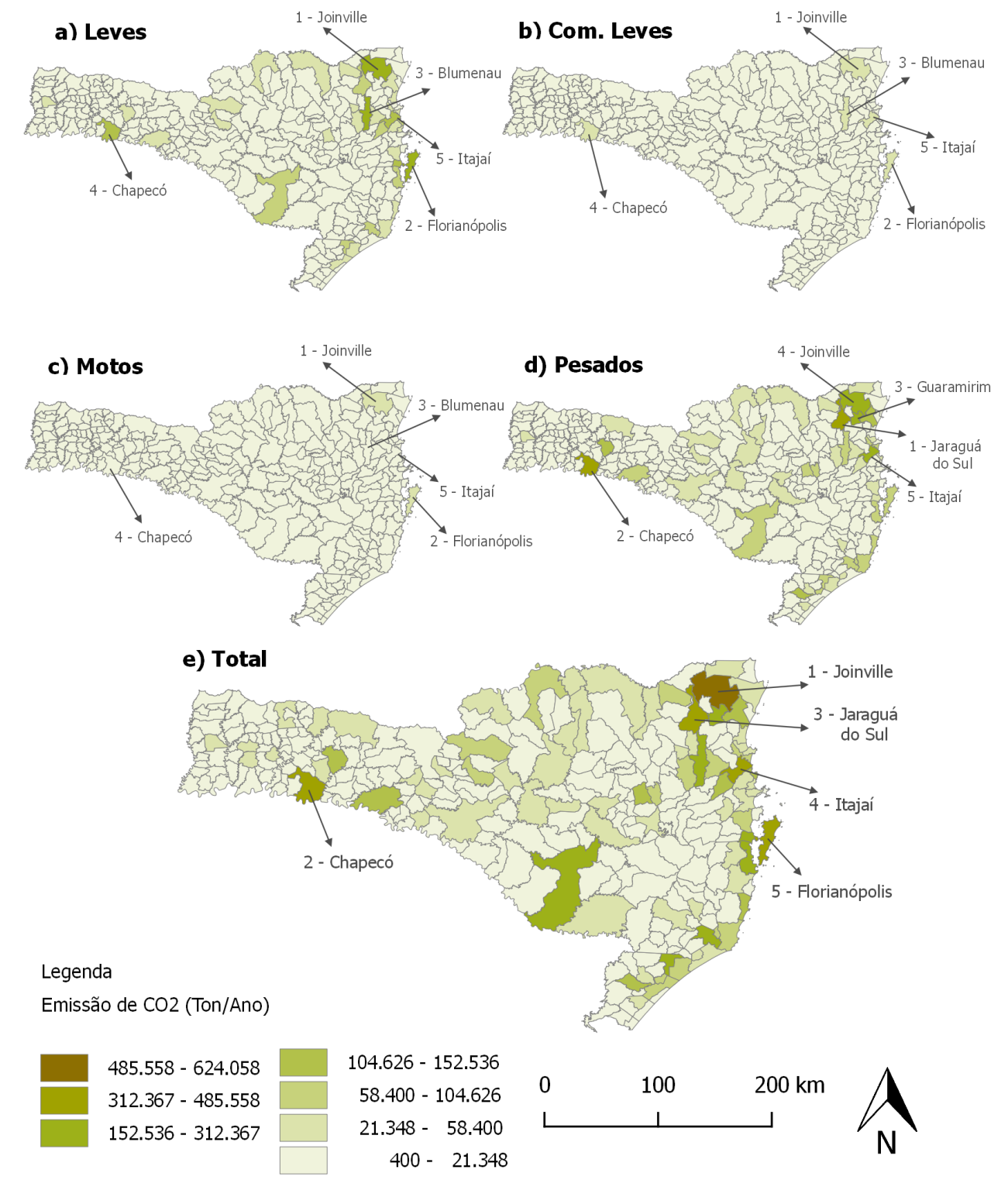


Figura 46 _ Estimativa de emissão de CO2 nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.

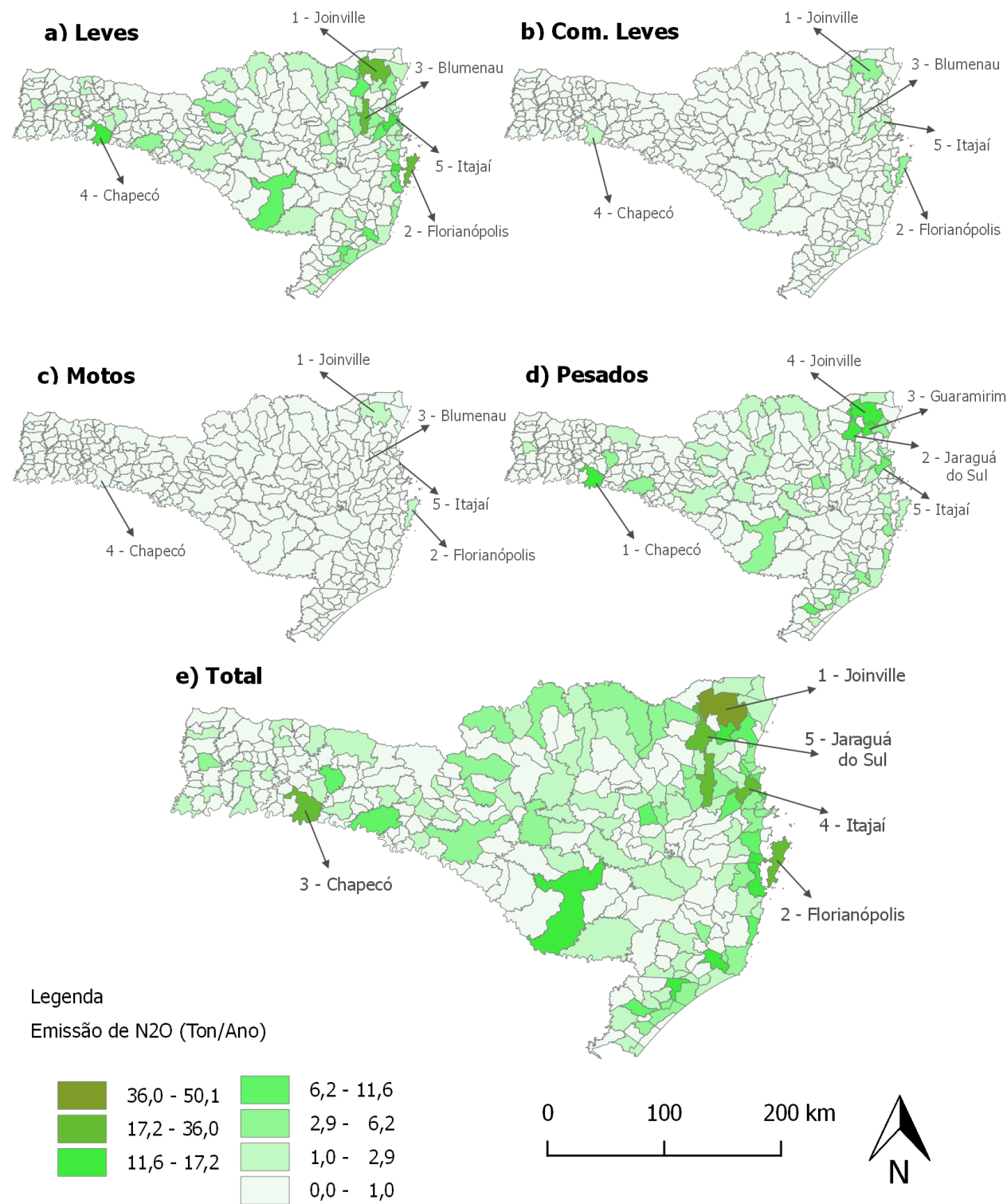


Figura 47 _ Estimativa de emissão de N₂O nos municípios de SC, segregada por categoria de veículos.

APÊNDICE E

EMISSÕES DE NMHC NAS CIDADES CATARINENSES SEGREGADAS POR PROCESSO DE EMISSÃO

MUNICÍPIO	NMHC escapamento	NMHC abastecimento	NMHC evaporação
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
JOINVILLE	477,440	291,610	152,210
FLORIANOPOLIS	307,040	263,230	109,960
BLUMENAU	274,130	159,670	93,350
CHAPECO	221,230	124,170	61,360
ITAJAI	187,100	125,530	54,830
JARAGUA DO SUL	163,090	77,580	41,560
SAO JOSE	161,190	118,730	54,460
CRICIUMA	160,800	97,430	53,620
LAGES	152,380	70,260	25,480
PALHOCA	140,410	91,130	42,860
TUBARAO	122,130	62,730	35,830
BRUSQUE	108,560	65,890	34,630
BALNEARIO CAMBORIU	103,230	89,740	33,740
IMBITUBA	75,030	40,610	19,550
RIO DO SUL	72,680	36,860	10,600
GUARAMIRIM	70,340	15,530	9,420
SAO BENTO DO SUL	68,850	38,030	11,480
INDAIAL	65,400	30,830	20,240
CACADOR	63,550	30,380	10,210
BIGUACU	63,060	35,620	18,190
CONCORDIA	62,270	34,320	18,400
ARARANGUA	59,320	36,340	18,560
GASPAR	58,960	33,240	17,750
ICARA	58,460	29,380	17,640
XANXERE	55,880	25,300	14,410
ARAQUARI	54,240	25,630	11,690
NAVEGANTES	47,270	29,560	13,490
TIMBO	46,560	26,420	14,910
LAGUNA	45,320	21,080	11,800
BARRA VELHA	44,870	26,700	12,340
CANOINHAS	44,500	23,980	6,750
VIDEIRA	43,520	27,570	7,200
SAO MIGUEL DO OESTE	43,430	23,270	13,230
CURITIBANOS	41,810	19,070	7,040
MARACAJA	41,120	18,750	8,780
SOMBRIO	38,740	17,650	10,660
ITAPEMA	38,500	30,700	13,070
LONTRAS	38,310	12,840	7,840
RIO NEGRINHO	37,020	17,600	6,130

Tabela 26 _ Emissão de NMHC por processo de emissão nos municípios catarinenses.

MUNICÍPIO	NMHC escapamento	NMHC abastecimento	NMHC evaporação
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
MAFRA	36,740	22,410	6,110
FRAIBURGO	35,390	14,720	5,750
PORTO UNIAO	35,330	20,070	5,570
CAMBORIU	32,200	22,460	11,330
SANTO AMARO DA IMPERATRIZ	31,710	18,560	9,150
CAMPOS NOVOS	31,680	16,850	5,400
BRACO DO NORTE	31,600	15,830	9,610
SAO JOAO BATISTA	30,060	18,630	9,240
BALNEARIO PICARRAS	29,990	19,490	8,310
JAGUARUNA	29,700	14,450	8,370
SAO FRANCISCO DO SUL	29,110	17,680	9,690
POMERODE	28,200	15,390	9,850
TURVO	27,690	6,450	1,650
PORTO BELO	27,480	20,170	8,010
CAPIVARI DE BAIXO	26,120	6,110	4,500
ITUPORANGA	25,900	13,640	8,100
TIJUCAS	24,720	19,380	8,060
MARAVILHA	24,690	12,550	7,180
SANGAO	24,300	9,130	6,450
SAO JOAQUIM	23,390	9,480	4,310
SAO LOURENCO DO OESTE	23,390	11,470	6,880
PENHA	23,300	17,900	7,370
JOACABA	21,850	15,100	3,880
CAPINZAL	21,770	10,210	3,420
POUSO REDONDO	20,700	8,510	2,900
BOM RETIRO	19,890	6,670	3,020
IBIRAMA	19,870	9,110	3,310
ORLEANS	19,330	11,000	5,800
SAO JOAO DO SUL	19,230	10,030	5,120
FORQUILHINHA	18,930	9,660	6,170
PINHALZINHO	18,610	9,330	5,530
XAXIM	18,360	8,820	5,570
ABELARDO LUZ	18,150	6,160	4,530
OTACILIO COSTA	17,580	6,520	2,560
SANTA CECILIA	17,470	5,900	2,110
COCAL DO SUL	17,190	9,650	5,450
PAPANDUVA	16,670	7,230	2,430
CORREIA PINTO	16,320	5,140	2,740
GUABIRUBA	16,130	9,440	5,370

Tabela 26 _ Emissão de NMHC por processo de emissão nos municípios catarinenses.

MUNICÍPIO	NMHC escapamento	NMHC abastecimento	NMHC evaporação
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
PAULO LOPES	16,120	9,300	4,350
ALFREDO WAGNER	15,910	6,370	4,150
ILHOTA	15,680	7,700	4,430
URUSSANGA	15,420	7,930	5,080
ITAIOPOLIS	15,410	7,170	2,670
TAIO	15,310	6,870	2,550
MORRO DA FUMACA	14,650	6,250	4,440
CUNHA PORA	14,020	5,710	3,850
GARUVA	13,960	6,830	3,760
PRESIDENTE GETULIO	13,820	6,950	2,340
SAO JOSE DO CEDRO	13,600	5,710	4,000
IRANI	13,250	4,390	3,530
GAROPABA	13,150	9,290	4,550
HERVAL DOESTE	13,110	6,730	2,230
PASSO DE TORRES	12,920	9,310	3,970
APIUNA	12,590	4,860	3,330
PALMITOS	12,530	5,890	4,000
ITAPIRANGA	12,250	6,900	3,790
MASSARANDUBA	12,160	6,680	3,850
CORUPA	12,050	5,880	2,050
ASCURRA	11,790	4,510	3,340
CATANDUVAS	11,720	4,590	3,070
SEARA	11,150	5,440	3,670
PONTE SERRADA	11,040	4,230	3,540
URUBICI	10,990	4,140	1,840
AGUAS MORNAS	10,570	5,630	2,930
MONTE CASTELO	10,570	2,290	1,030
TRES BARRAS	10,510	3,110	1,110
IRINEOPOLIS	10,400	3,820	1,380
ITAPOA	10,360	6,960	3,490
MELEIRO	10,190	2,760	1,890
SIDEROPOLIS	10,170	4,750	3,720
SAO CRISTOVAO DO SUL	10,000	3,310	1,140
RIO DOS CEDROS	9,740	4,350	1,630
SAO DOMINGOS	9,720	3,070	2,270
IPORA DO OESTE	9,510	4,430	2,510
NOVA TRENTO	9,450	6,690	3,210
SANTA ROSA DO SUL	9,320	4,540	2,780
LAURO MULLER	8,940	5,310	3,060

Tabela 26 _ Emissão de NMHC por processo de emissão nos municípios catarinenses.

MUNICÍPIO	NMHC escapamento	NMHC abastecimento	NMHC evaporação
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
JACINTO MACHADO	8,510	3,290	1,070
BOMBINHAS	8,460	7,630	3,160
TROMBUDO CENTRAL	8,360	3,910	1,310
SAO LUDGERO	8,250	4,030	2,500
TREZE TILIAS	8,130	4,160	1,110
CAPAO ALTO	7,920	2,590	1,210
CAMPO ERE	7,910	2,610	2,740
CAMPO ALEGRE	7,850	3,620	1,340
FAXINAL DOS GUEDES	7,580	3,470	2,420
ANITA GARIBALDI	7,550	2,590	1,470
ERVAL VELHO	7,520	3,250	1,120
PRAIA GRANDE	7,500	3,540	2,300
DIONISIO CERQUEIRA	7,420	2,900	2,220
LUIZ ALVES	7,380	4,710	2,450
LEBON REGIS	7,310	2,560	1,290
SAO JOSE DO CERRITO	7,230	2,330	1,320
RODEIO	7,210	3,320	2,570
CANELINHA	6,950	3,290	2,470
SCHROEDER	6,860	4,110	2,560
DESCANSO	6,670	2,540	1,920
SAO CARLOS	6,600	3,370	2,200
BALNEARIO RINCAO	6,260	4,350	1,760
SAUDADES	6,080	2,780	1,820
CAIBI	6,050	2,380	1,550
PONTE ALTA	6,030	1,440	0,810
CAMPO BELO DO SUL	5,970	1,650	1,120
TANGARA	5,810	3,100	1,030
MONTE CARLO	5,750	2,080	1,030
CORONEL FREITAS	5,740	2,630	1,880
NOVA VENEZA	5,650	3,490	1,990
SANTA TEREZINHA	5,640	2,050	0,840
QUILOMBO	5,550	2,620	1,850
GUARACIABA	5,460	2,210	1,830
GOVERNADOR CELSO RAMOS	5,380	4,700	1,970
MONDAI	5,350	2,540	1,770
BENEDITO NOVO	5,170	2,150	1,000
ANTONIO CARLOS	5,150	2,630	1,360
AGROLANDIA	5,100	2,290	0,930
PONTE ALTA DO NORTE	5,090	1,080	0,520

Tabela 26 _ Emissão de NMHC por processo de emissão nos municípios catarinenses.

MUNICÍPIO	NMHC escapamento	NMHC abastecimento	NMHC evaporação
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
GRAO PARA	5,070	1,940	1,740
SALETE	4,980	2,140	0,860
AGUA DOCE	4,920	2,240	1,560
BALNEARIO GAIVOTA	4,900	2,310	1,990
ARMAZEM	4,770	2,160	1,630
TREZE DE MAIO	4,640	1,860	1,530
ARVOREDO	4,560	2,090	1,510
BALNEARIO ARROIO DO SILVA	4,480	2,600	1,580
VIDAL RAMOS	4,460	1,820	1,420
GRAVATAL	4,420	2,160	1,680
VARGEAO	4,400	1,810	1,000
AURORA	4,270	2,160	0,600
PALMA SOLA	4,260	1,700	1,470
VARGEM BONITA	4,220	1,530	1,340
ITA	4,200	2,210	1,420
RIO DO CAMPO	4,150	1,430	0,760
NOVA ERECHIM	4,110	1,860	1,150
BOCAINA DO SUL	3,950	1,510	0,630
RIO DO OESTE	3,930	1,880	0,710
IPUMIRIM	3,900	1,990	1,320
ANCHIETA	3,860	1,550	1,360
IMARUI	3,780	1,800	1,380
AGRONOMICA	3,760	1,670	0,620
LUZERNA	3,620	2,110	0,660
LAURENTINO	3,560	2,040	0,620
IRACEMINHA	3,540	1,130	0,890
ATALANTA	3,530	1,260	0,650
PIRATUBA	3,530	1,790	0,600
IMBUIA	3,490	1,710	1,170
RIQUEZA	3,480	1,270	1,090
IPIRA	3,470	1,270	0,670
LACERDOPOLIS	3,430	1,950	0,670
JOSE BOITEUX	3,260	1,350	0,580
RIO FORTUNA	3,150	1,640	0,950
BALNEARIO BARRA DO SUL	3,140	1,880	1,170
BOM JESUS	3,030	1,350	0,880
SALTINHO	3,010	1,080	0,850
JABORA	2,980	1,340	1,000
TIMBE DO SUL	2,970	1,190	0,550

Tabela 26 _ Emissão de NMHC por processo de emissão nos municípios catarinenses.

MUNICÍPIO	NMHC escapamento	NMHC abastecimento	NMHC evaporação
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
WITMARSUM	2,910	1,150	0,530
OURO	2,870	1,680	0,600
ARROIO TRINTA	2,860	1,450	0,450
MAJOR VIEIRA	2,840	1,460	0,520
VITOR MEIRELES	2,840	1,150	0,490
CERRO NEGRO	2,780	0,850	0,540
RIO DAS ANTAS	2,730	1,200	0,510
TIMBO GRANDE	2,730	1,620	0,490
ERMO	2,710	1,380	0,600
IPUACU	2,600	1,170	0,860
PEDRAS GRANDES	2,590	1,000	0,920
SALTO VELOSO	2,580	1,150	0,530
PESCARIA BRAVA	2,550	1,510	0,980
SAO MARTINHO	2,500	1,120	0,780
MODELO	2,480	0,970	0,910
RANCHO QUEIMADO	2,400	1,320	0,750
DOUTOR PEDRINHO	2,380	0,900	0,480
CORDILHEIRA ALTA	2,370	1,310	0,740
PETROLANDIA	2,370	1,120	0,460
BOM JARDIM DA SERRA	2,320	1,110	0,440
PARAISO	2,320	0,860	0,680
BOTUVERA	2,280	0,790	0,630
MATOS COSTA	2,230	0,760	0,390
TREVISÓ	2,220	1,100	0,820
TUNAPOLIS	2,190	1,040	0,710
ROMELANDIA	2,130	0,720	0,810
CAXAMBU DO SUL	2,110	0,930	0,720
MAJOR GERCINO	2,100	0,850	0,760
SAO JOAO DO OESTE	2,050	1,230	0,790
PLANALTO ALEGRE	2,030	0,890	0,720
ANGELINA	2,020	0,980	0,710
PERITIBA	1,990	0,980	0,360
DONA EMMA	1,970	0,810	0,380
SAO JOAO DO ITAPERIU	1,970	1,110	0,670
ANITAPOLIS	1,950	0,680	0,670
GALVAO	1,940	0,750	0,680
ENTRE RIOS	1,920	0,690	0,680
LINDOIA DO SUL	1,880	0,880	0,690
XAVANTINA	1,880	0,860	0,700

Tabela 26 _ Emissão de NMHC por processo de emissão nos municípios catarinenses.

MUNICÍPIO	NMHC escapamento	NMHC abastecimento	NMHC evaporação
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
CHAPADAO DO LAGEADO	1,850	0,640	0,650
SUL BRASIL	1,830	0,610	0,630
RIO RUFINO	1,760	0,570	0,330
AGUAS DE CHAPECO	1,750	0,710	0,740
SAO BONIFACIO	1,750	0,660	0,630
UNIAO DO OESTE	1,750	0,570	0,550
GUARUJA DO SUL	1,740	0,620	0,730
SERRA ALTA	1,730	0,800	0,540
IBICARE	1,690	0,860	0,280
PASSOS MAIA	1,670	0,620	0,650
LEOBERTO LEAL	1,660	0,750	0,560
ZORTEA	1,640	0,690	0,350
NOVA ITABERABA	1,570	0,680	0,550
ARABUTA	1,560	0,660	0,630
JUPIA	1,560	0,570	0,510
BOM JESUS DO OESTE	1,540	0,620	0,460
FORMOSA DO SUL	1,530	0,750	0,480
SANTA ROSA DE LIMA	1,530	0,600	0,530
CELSO RAMOS	1,520	0,630	0,320
GUATAMBU	1,520	0,650	0,650
BRACO DO TROMBUDO	1,450	0,770	0,270
CORONEL MARTINS	1,420	0,440	0,490
SANTA HELENA	1,400	0,530	0,480
IRATI	1,350	0,480	0,430
VARGEM	1,340	0,470	0,290
PAINEL	1,280	0,430	0,240
MAREMA	1,270	0,570	0,490
URUPEMA	1,270	0,520	0,280
JARDINOPOLIS	1,250	0,460	0,420
PALMEIRA	1,250	0,430	0,240
SAO BERNARDINO	1,230	0,470	0,430
AGUAS FRIAS	1,160	0,620	0,350
LAJEADO GRANDE	1,150	0,460	0,370
IOMERE	1,140	0,700	0,210
PRINCESA	1,130	0,360	0,400
BELA VISTA DO TOLDO	1,110	0,490	0,260
FREI ROGERIO	1,050	0,360	0,220
MIRIM DOCE	1,050	0,420	0,210
ABDON BATISTA	1,030	0,370	0,230

Tabela 26 _ Emissão de NMHC por processo de emissão nos municípios catarinenses.

MUNICÍPIO	NMHC escapamento	NMHC abastecimento	NMHC evaporação
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
BELMONTE	0,990	0,330	0,380
CALMON	0,990	0,340	0,200
NOVO HORIZONTE	0,990	0,360	0,370
BANDEIRANTE	0,940	0,310	0,350
CUNHATAI	0,910	0,400	0,340
PINHEIRO PRETO	0,890	0,470	0,210
TIGRINHOS	0,890	0,360	0,300
PRESIDENTE CASTELLO BRANCO	0,860	0,350	0,180
PRESIDENTE NEREU	0,860	0,310	0,330
SANTIAGO DO SUL	0,780	0,320	0,270
ALTO BELA VISTA	0,770	0,290	0,320
BRUNOPOLIS	0,750	0,320	0,170
SAO PEDRO DE ALCANTARA	0,690	0,380	0,400
SANTA TEREZINHA DO PROGRESSO	0,680	0,280	0,280
IBIAM	0,650	0,290	0,150
SAO MIGUEL DA BOA VISTA	0,600	0,210	0,220
OURO VERDE	0,590	0,220	0,260
FLOR DO SERTAO	0,560	0,180	0,210
PAIAL	0,560	0,230	0,220
MORRO GRANDE	0,500	0,260	0,130
BARRA BONITA	0,400	0,140	0,170
MACIEIRA	0,290	0,110	0,080

Tabela 26 _ Emissão de NMHC por processo de emissão nos municípios catarinenses.

APÊNDICE F

EMISSÕES INDUSTRIAIS

ID. AGRUPAMENTO AP-42	PROCESSOS
01 TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • (71.60.03) Disposição final de rejeitos indústrias 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 termoeleétrica.
03 INDÚSTRIA DO PETRÓLEO	<ul style="list-style-type: none"> • (47.83.02) Terminal de petróleo; • (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"> • (20.10.00) Fabricação de produtos derivados do processamento do petróleo, de rochas oleígenas e do carvão mineral; • (20.60.00) Fabricação de tintas, esmaltes, lacas, vernizes, impermeabilizantes, solventes e secantes; • (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; • (12.10.00) Fabricação de máquinas, aparelhos, peças e acessórios com tratamento térmico e/ou galvanotécnico e/ou fundição e/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; • (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 celulose.
07 INDÚSTRIA DE PRODUTOS MINEIRAS	<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; • (00.10.00) Lavra a céu aberto com desmonte por explosivo, se mineral típico de emprego na construção civil, independentemente de seu uso.
08 INDÚSTRIA METALÚRGICA	<ul style="list-style-type: none"> • (14.30.00) Fabricação e ou montagem de veículos rodoviários, aviários 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 e/ou galvanotécnico; • (11.00.09) Produção de fundidos de ferro e aço em forno cubilot, sem tratamento químico superficial e/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 - exclusive 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 ferroviário de carga.
10 OUTROS	<ul style="list-style-type: none"> • (00.12.00) Lavra a céu aberto por escavação; • (33.10.00) Implantação de ferrovias; • (33.11.00) Implantação pioneira ou operação de novos trechos de estradas públicas e rodovias, com ou sem pavimentação; • (33.12.00) Implantação, pavimentação ou operação de novos trechos de rodovias, exceto em vias urbanas consolidadas; • (33.12.02) Retificação e melhorias de rodovias pavimentadas; • (33.13.03) Barragens de saneamento.

Fonte: adaptado pelo autor (USEPA, 2019; SANTA CATARINA, 2017).

Tabela 27 _ Segmentos industriais e códigos CONSEMA 98/2017 agrupados.

MUNICÍPIO	Nº indústrias	MUNICÍPIO	Nº indústrias
ABELARDO LUZ	4	CONCORDIA	14
AGROLANDIA	2	CORDILHEIRA ALTA	6
AGRONOMICA	1	CORONEL FREITAS	3
ÁGUA DOCE	3	CORREIA PINTO	9
ÁGUAS FRIAS	3	CRICIUMA	28
ARAQUARI	8	CUNHA PORA	1
ARROIO TRINTA	1	CURITIBANOS	3
AURORA	1	DIONISIO CERQUEIRA	1
BALNEARIO ARROIO DO SILVA	1	DOUTOR PEDRINHO	3
BALNEARIO CAMBORIU	1	ERVAL VELHO	1
BALNEARIO GAIVOTA	1	FAXINAL DOS GUEDES	2
BALNEARIO PICARRAS	1	FLORIANOPOLIS	3
BARRA VELHA	2	FORQUILHINHA	1
BENEDITO NOVO	1	FRAIBURGO	3
BIGUACU	5	FREI ROGERIO	1
BLUMENAU	10	GALVAO	1
BOCAINA DO SUL	2	GARUVA	2
BOM JARDIM DA SERRA	2	GASPAR	5
BOM JESUS	1	GRAVATAL	2
BOM RETIRO	6	GUABIRUBA	1
BOTUVERA	3	GUARACIABA	1
BRACO DO NORTE	4	GUARAMIRIM	2
BRACO DO TROMBUDO	1	GUARUJA DO SUL	2
BRUSQUE	8	GUATAMBU	4
CACADOR	9	IBIAM	1
CAMBORIU	4	IBICARE	3
CAMPO ALEGRE	2	IBIRAMA	4
CAMPO BELO DO SUL	2	ICARA	13
CAMPO ERE	1	IMBITUBA	6
CAMPOS NOVOS	8	IMBUIA	1
CANOINHAS	4	INDAIAL	7
CAPAO ALTO	4	IOMERE	4
CAPINZAL	4	IPIRA	1
CAPIVARI DE BAIXO	8	IPORA DO OESTE	1
CATANDUVAS	2	IPUACU	2
CELSO RAMOS	1	IRINEOPOLIS	1
CERRO NEGRO	1	ITA	1
CHAPECO	19	ITAIOPOLIS	2
COCAL DO SUL	4	ITAJAI	12

Tabela 28 _ Número de indústrias contabilizadas no inventário em cada município do estado de SC.

MUNICÍPIO	Nº indústrias	MUNICÍPIO	Nº indústrias
ITAPEMA	1	PAULO LOPES	1
ITAPIRANGA	4	PEDRAS GRANDES	3
ITUPORANGA	1	PENHA	2
JABORA	1	PINHALZINHO	10
JACINTO MACHADO	1	PLANALTO ALEGRE	1
JAGUARUNA	5	POMERODE	10
JARAGUA DO SUL	15	PONTE ALTA	2
JOACABA	10	PONTE ALTA DO NORTE	3
JOINVILLE	25	PONTE SERRADA	1
JOSE BOITEUX	1	PORTO UNIAO	7
LACERDOPOLIS	1	POUSO REDONDO	4
LAGES	18	PRAIA GRANDE	1
LAURO MULLER	1	QUILOMBO	3
LONTRAS	4	RIO DAS ANTAS	1
LUZERNA	6	RIO DO SUL	13
MAFRA	6	RIO DOS CEDROS	2
MAJOR GERCINO	1	RIO NEGRINHO	5
MAJOR VIEIRA	1	RODEIO	2
MARACAJA	2	SALETE	1
MARAVILHA	7	SALTINHO	1
MASSARANDUBA	2	SALTO VELOSO	2
MELEIRO	1	SANGAO	5
MODELO	1	SANTA CECILIA	9
MONTE CASTELO	3	SAO BENTO DO SUL	7
MORRO DA FUMACA	6	SAO CARLOS	1
MORRO GRANDE	1	SAO CRISTOVAO DO SUL	4
NAVEGANTES	9	SAO FRANCISCO DO SUL	2
NOVA ERECHIM	1	SAO JOAO BATISTA	1
NOVA ITABERABA	4	SAO JOAO DO OESTE	1
NOVA VENEZA	2	SAO JOAQUIM	3
ORLEANS	2	SAO JOSE	7
OTACILIO COSTA	8	SAO JOSE DO CEDRO	4
OURO	2	SAO JOSE DO CERRITO	1
PAIAL	1	SAO LOURENCO DO OESTE	4
PALHOCA	11	SAO LUDGERO	2
PALMEIRA	2	SAO MIGUEL DO OESTE	3
PALMITOS	3	SAUDADES	1
PAPANDUVA	1	SCHROEDER	3
PARAISO	1	SEARA	3

Tabela 28 _ Número de indústrias contabilizadas no inventário em cada município do estado de SC.

MUNICÍPIO	Nº indústrias	MUNICÍPIO	Nº indústrias
SIDEROPOLIS	5	TUBARAO	5
SOMBRIO	3	TURVO	2
TAIO	4	URUBICI	2
TANGARA	1	URUSSANGA	10
TIJUCAS	6	VARGEM BONITA	6
TIMBE DO SUL	1	VIDAL RAMOS	4
TIMBO	5	VIDEIRA	4
TIMBO GRANDE	1	VITOR MEIRELES	1
TRES BARRAS	3	XANXERE	14
TREVISO	2	XAVANTINA	1
TREZE DE MAIO	2	XAXIM	6
TREZE TILIAS	6		

Tabela 28 _ Número de indústrias contabilizadas no inventário em cada município do estado de SC.

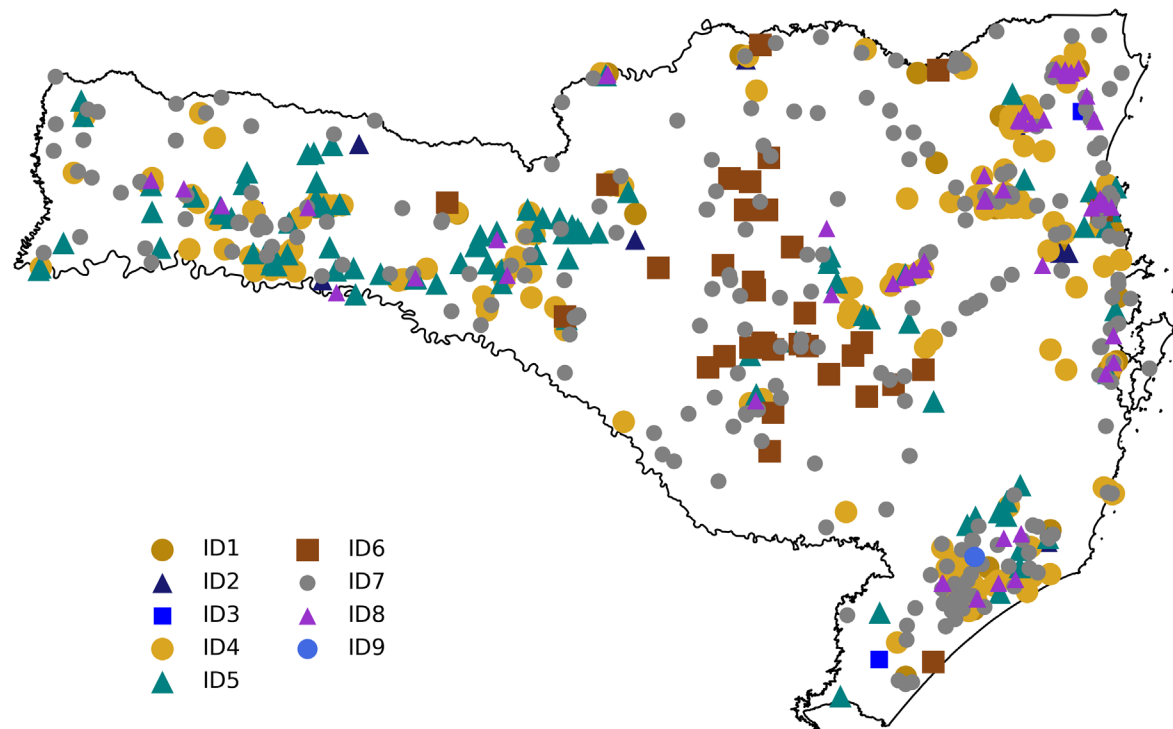


Figura 48 _ Mapa de localização das indústrias de grande porte em SC.

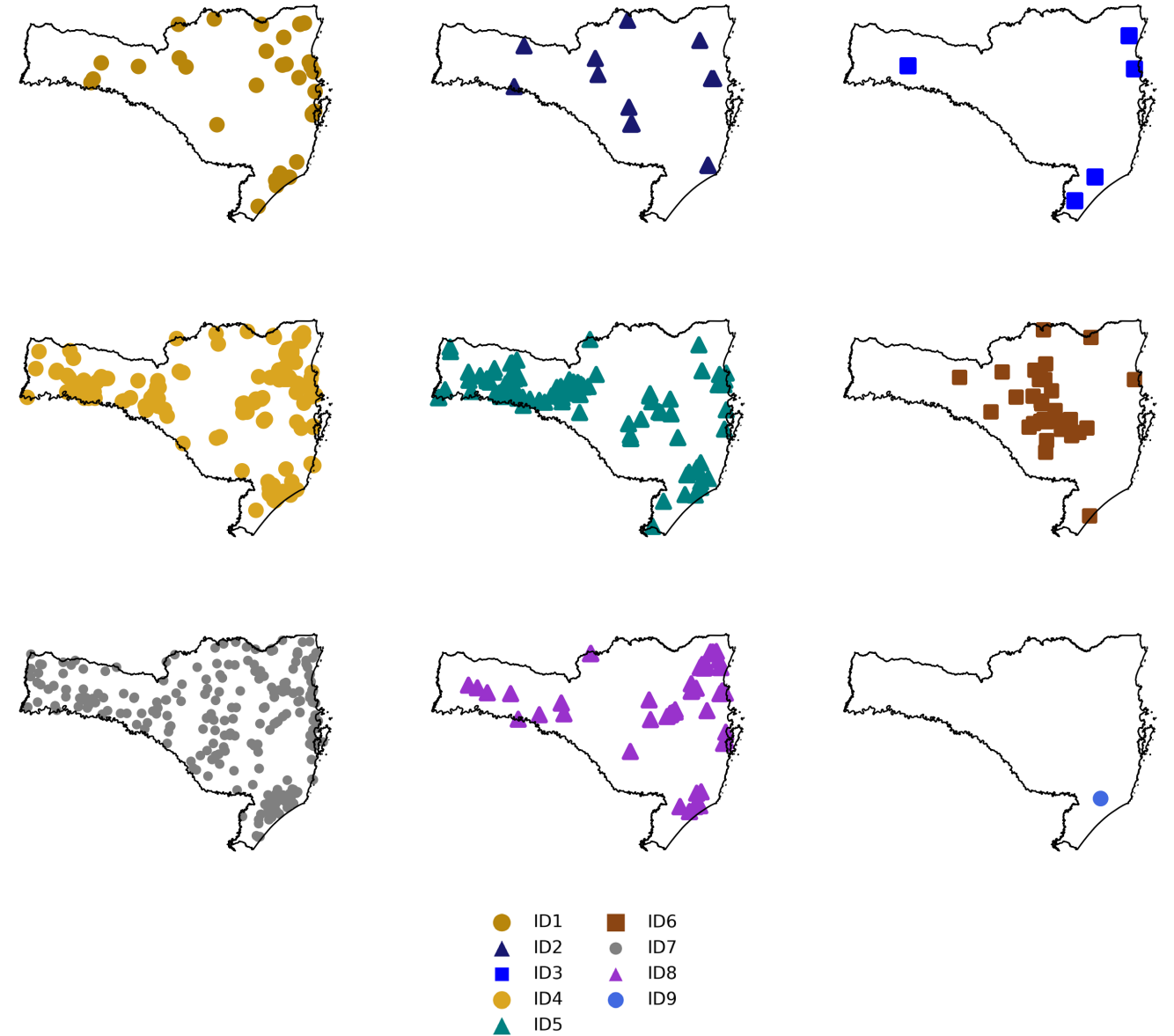


Figura 49 _ Mapa de localização das indústrias em SC, separados por ID.

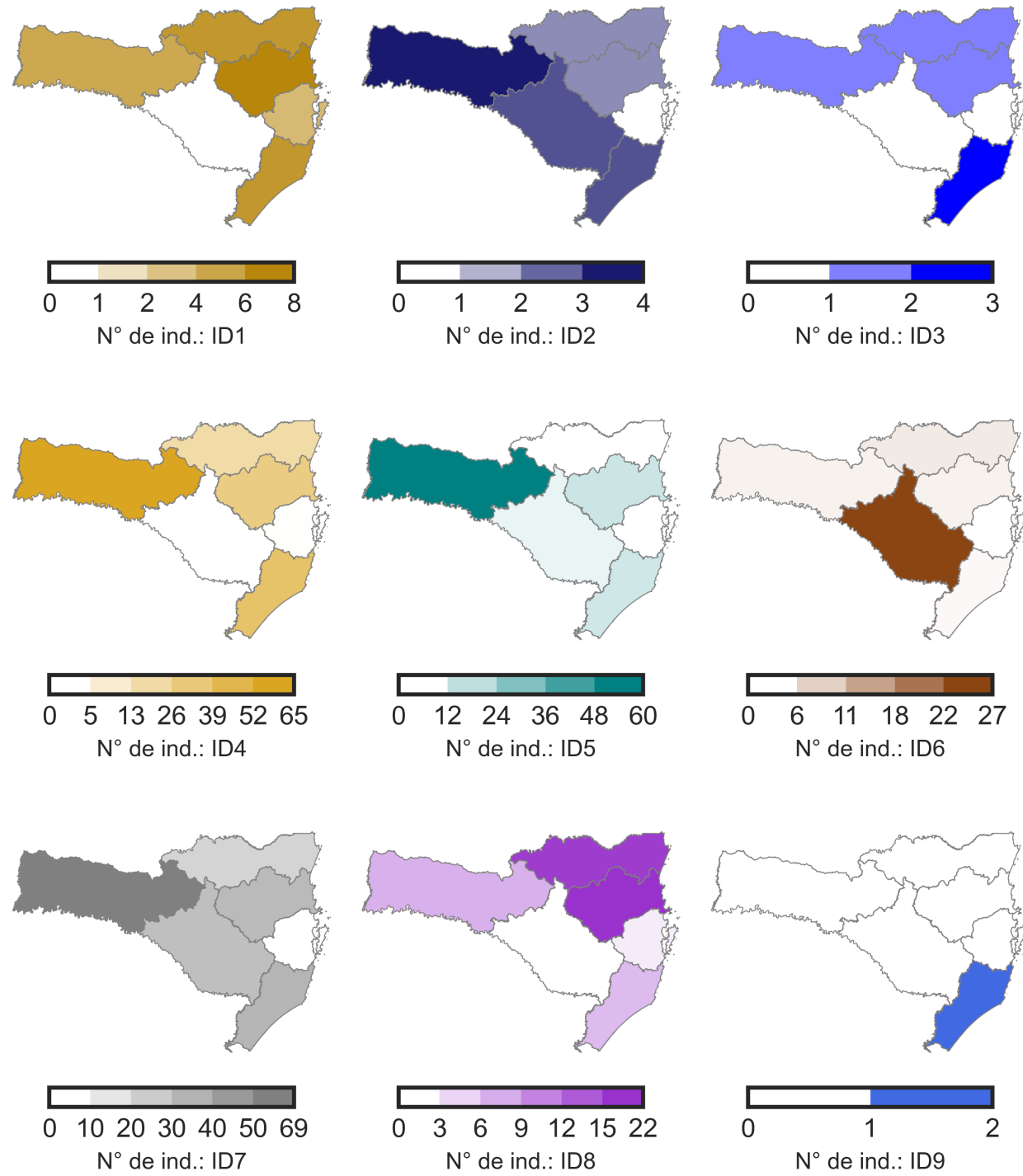


Figura 50 _ Número de indústrias de grande porte com potencial de emissão nas mesorregiões de SC.

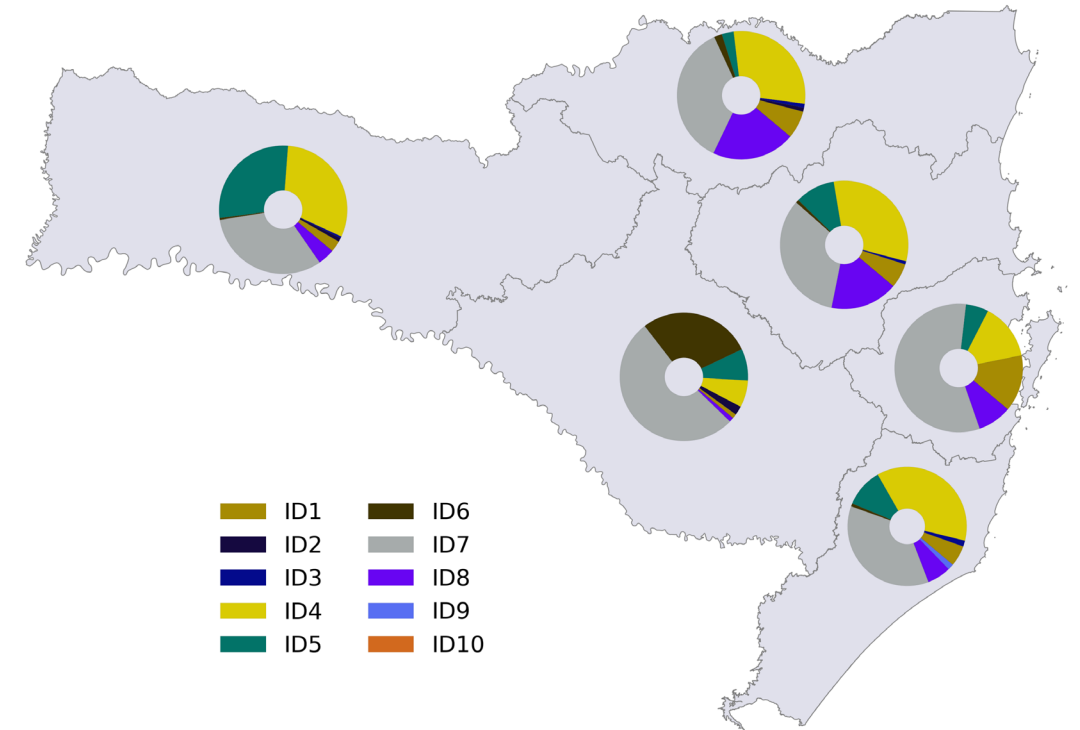


Figura 51 _ Proporção de indústrias de grande porte com potencial de emissão nas mesorregiões de SC.

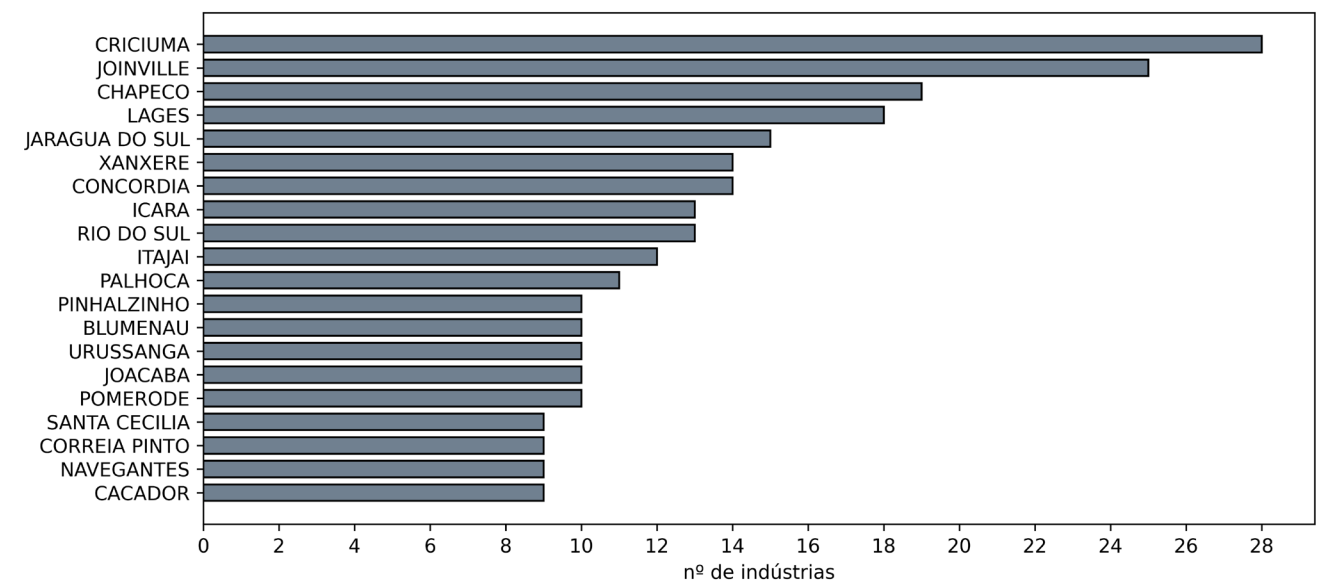


Figura 52 _ Ranking das 20 cidades com maior quantidade de indústrias com potencial de emissão de poluentes atmosféricos em SC.

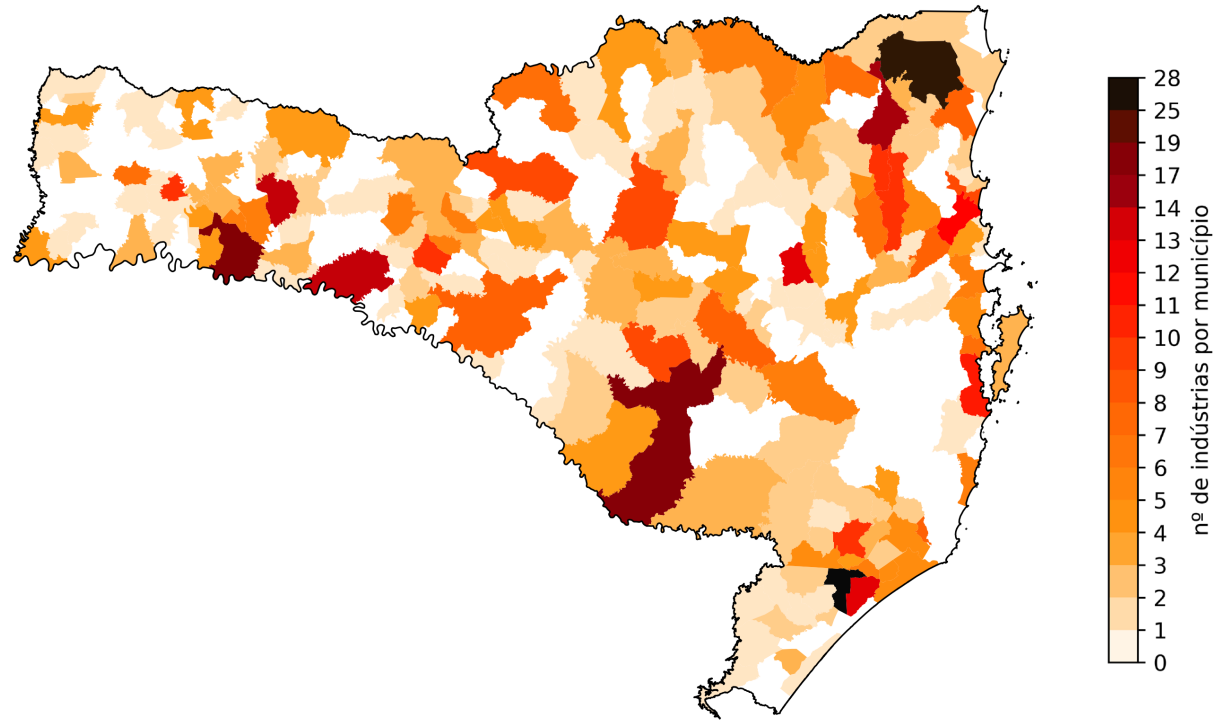


Figura 53 _ Distribuição espacial das indústrias nos municípios de SC.

MUNICÍPIO	MP	CO	NO _x	SO _x	COV
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
ABDON BATISTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ABELARDO LUZ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AGROLÂNDIA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AGRONOMICA	0,599	0,000	0,000	0,000	4,730
AGUA DOCE	5,613	34,280	0,000	0,000	0,000
ÁGUAS DE CHAPECÓ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ÁGUAS FRIAS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ÁGUAS MORNAS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ALFREDO WAGNER	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ALTO BELA VISTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ANCHIETA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ANGELINA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ANITA GARIBALDI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ANITÁPOLIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ANTÔNIO CARLOS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
APIÚNA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ARABUTÃ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ARAQUARI	22,296	785,625	517,821	0,189	14,642
ARARANGUÁ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ARMAZÉM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ARROIO TRINTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ARVOREDO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ASCURRA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ATALANTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AURORA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BALNEARIO ARROIO DO SILVA	1,325	0,000	0,000	0,000	0,000
BALNEÁRIO BARRA DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BALNEÁRIO CAMBORIÚ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BALNEÁRIO GAIVOTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BALNEÁRIO PIÇARRAS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BALNEARIORINCAO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BANDEIRANTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BARRA BONITA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BARRA VELHA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BELA VISTA DO TOLDO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BELMONTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BENEDITO NOVO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BIGUACU	0,000	0,032	3,154	0,000	0,000
BLUMENAU	0,063	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 29 _ Taxas de emissões industriais por municípios em SC.

MUNICÍPIO	MP	CO	NO _x	SO _x	COV
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
BOCAINA DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BOM JARDIM DA SERRA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BOM JESUS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BOM JESUS DO OESTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BOM RETIRO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BOMBINHAS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BOTUVERA	5,330	3,059	0,000	0,000	0,000
BRACO DO NORTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BRAÇO DO TROMBUDO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BRUNÓPOLIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BRUSQUE	42,637	337,498	1268,378	469,035	0,000
CACADOR	488,745	244,530	30,905	155,599	0,000
CAIBI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CALMON	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CAMBORIÚ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CAMPO ALEGRE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CAMPO BELO DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CAMPO ERÊ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CAMPOS NOVOS	398,331	232,641	21,129	148,062	0,000
CANELINHA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CANOINHAS	180,449	130,338	79,786	0,000	0,000
CAPÃO ALTO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CAPINZAL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CAPIVARI DE BAIXO	465852,914	5408,392	18327,462	125352,163	0,000
CATANDUVAS	22,170	89,531	3,469	0,000	0,000
CAXAMBU DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CELSO RAMOS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CERRO NEGRO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CHAPADÃO DO LAGEADO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CHAPECÓ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COCAL DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CONCÓRDIA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CORDILHEIRA ALTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CORONEL FREITAS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CORONEL MARTINS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CORREIA PINTO	1243,559	726,337	65,910	462,223	0,000
CORUPÁ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CRICIUMA	23294,792	0,189	20289,947	24002,239	0,000
CUNHA PORÃ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 29 _ Taxas de emissões industriais por municípios em SC.

MUNICÍPIO	MP	CO	NO _x	SO _x	COV
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
CUNHATAÍ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CURITIBANOS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DESCANSO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DIONÍSIO CERQUEIRA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DONA EMMA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DOUTOR PEDRINHO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ENTRE RIOS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ERMO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ERVAL VELHO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FAXINAL DOS GUEDES	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FLOR DO SERTÃO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FLORIANÓPOLIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FORMOSA DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FORQUILHINHA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FRAIBURGO	107,317	0,000	13,876	0,000	0,000
FREI ROGERIO	398,331	232,641	21,129	148,062	0,000
GALVÃO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GAROPABA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GARUVA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GASPAR	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GOVERNADOR CELSO RAMOS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GRÃO PARÁ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GRAVATAL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GUABIRUBA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GUARACIABA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GUARAMIRIM	0,221	71,997	2,838	0,000	0,578
GUARUJÁ DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GUATAMBÚ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
HERVAL D'OESTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IBIAM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IBICARÉ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IBIRAMA	0,189	2,271	4,730	0,536	0,542
ICARA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ILHOTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IMARUÍ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IMBITUBA	73779,639	1443,119	2191,121	1961,697	0,000
IMBUIA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
INDAIAL	4,541	7,127	0,000	0,000	0,000
IOMERÊ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 29 _ Taxas de emissões industriais por municípios em SC.

MUNICÍPIO	MP	CO	NO _x	SO _x	COV
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
IPIRA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IPORÃ DO OESTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IPIAÇU	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IPUMIRIM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IRACEMINHA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IRANI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IRATI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IRINEÓPOLIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ITA	294,325	572,032	101,546	0,000	0,000
ITAIÓPOLIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ITAJAI	1243,843	726,684	66,226	462,223	0,000
ITAPEMA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ITAPIRANGA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ITAPOÁ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ITUPORANGA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
JABORÁ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
JACINTO MACHADO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
JAGUARUNA	10,123	0,000	0,000	9,366	0,000
JARAGUA DO SUL	139,011	12,614	551,565	0,599	43,870
JARDINÓPOLIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
JOAÇABA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
JOINVILLE	231,569	0,000	0,000	0,000	59,146
JOSÉ BOITEUX	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
JUPIÁ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LACERDÓPOLIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LAGES	2531,363	1632,461	562,602	1083,829	0,000
LAGUNA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LAJEADO GRANDE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LAURENTINO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LAURO MULLER	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LEBON RÉGIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LEOBERTO LEAL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LINDÓIA DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LONTRAS	1,388	0,000	0,000	0,000	9,373
LUIZ ALVES	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LUZERNA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MACIEIRA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MAFRA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MAJOR GERCINO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 29 _ Taxas de emissões industriais por municípios em SC.

MUNICÍPIO	MP	CO	NO _x	SO _x	COV
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
MAJOR VIEIRA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MARACAJÁ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MARAVILHA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MAREMA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MASSARANDUBA	0,000	0,000	0,000	0,000	1,753
MATOS COSTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MELEIRO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MIRIM DOCE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MODELO	0,252	0,000	0,000	0,032	0,000
MONDAÍ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MONTE CARLO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MONTE CASTELO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MORRO DA FUMACA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MORRO GRANDE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NAVEGANTES	73772,890	1443,119	2191,121	1953,119	0,000
NOVA ERECHIM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NOVA ITABERABA	6,812	0,000	0,000	0,000	0,000
NOVA TRENTO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NOVA VENEZA	10,501	165,911	0,315	5,424	0,000
NOVO HORIZONTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ORLEANS	13,403	0,000	0,000	9,019	0,000
OTACILIO COSTA	1243,559	726,337	65,910	462,223	0,000
OURO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
OURO VERDE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PAIAL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PAINEL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PALHOÇA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PALMA SOLA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PALMEIRA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PALMITOS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PAPANDUVA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PARAÍSO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PASSO DE TORRES	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PASSOS MAIA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PAULO LOPES	12,362	0,000	0,631	16,556	0,000
PEDRAS GRANDES	8,925	0,347	0,000	0,189	0,000
PENHA	9619,237	14,727	0,631	0,000	0,000
PERITIBA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PESCARIA BRAVA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 29 _ Taxas de emissões industriais por municípios em SC.

MUNICÍPIO	MP	CO	NO _x	SO _x	COV
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
PETROLÂNDIA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PINHALZINHO	1,987	8,073	8,199	1,041	0,000
PINHEIRO PRETO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PIRATUBA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PLANALTO ALEGRE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
POMERODE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PONTE ALTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PONTE ALTA DO NORTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PONTE SERRADA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PORTO BELO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PORTO UNIAO	23906,054	0,000	0,000	0,000	0,000
POUSO REDONDO	1,009	15892,189	0,946	0,063	0,088
PRAIA GRANDE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PRESIDENTE CASTELLO BRANCO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PRESIDENTE GETÚLIO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PRESIDENTE NEREU	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PRINCESA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QUILOMBO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RANCHO QUEIMADO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RIO DAS ANTAS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RIO DO CAMPO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RIO DO OESTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RIO DO SUL	2,681	65,784	29,644	0,000	8,623
RIO DOS CEDROS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RIO FORTUNA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RIO NEGRINHO	453,614	264,839	46,043	169,758	0,000
RIO RUFINO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RIQUEZA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RODEIO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ROMELÂNDIA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SALETE	2,397	0,000	0,000	0,000	5,098
SALTINHO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SALTO VELOSO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SANGAO	2469,931	0,000	0,000	48,408	0,000
SANTA CECÍLIA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SANTA HELENA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SANTA ROSA DE LIMA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SANTA ROSA DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SANTA TEREZINHA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 29 _ Taxas de emissões industriais por municípios em SC.

MUNICÍPIO	MP	CO	NO _x	SO _x	COV
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
SANTA TEREZINHA DO PROGRESSO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SANTIAGO DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SANTO AMARO DA IMPERATRIZ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SAO BENTO DO SUL	204,637	85,589	45,412	0,000	0,000
SÃO BERNARDINO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO BONIFÁCIO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO CARLOS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SAO CRISTOVAO DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO DOMINGOS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SAO FRANCISCO DO SUL	26,396	127,216	0,000	0,000	11,914
SÃO JOÃO BATISTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO JOÃO DO ITAPERIÚ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO JOÃO DO OESTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SAO JOAO DO SUL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO JOAQUIM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SAO JOSE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO JOSÉ DO CEDRO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO JOSÉ DO CERRITO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO LOURENÇO DO OESTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SAO LUDGERO	72,817	0,000	0,000	4,478	0,000
SÃO MARTINHO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO MIGUEL DA BOA VISTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO MIGUEL DO OESTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SÃO PEDRO DE ALCÂNTARA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SAUDADES	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SCHROEDER	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SEARA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SERRA ALTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SIDEROPOLIS	10,155	0,000	0,000	41,533	0,000
SOMBRIO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SUL BRASIL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TAIO	2,901	0,000	0,000	0,000	1,576
TANGARA	79,881	132,199	26,806	0,000	0,000
TIGRINHOS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TIJUCAS	0,378	0,000	1,261	0,000	0,000
TIMBE DO SUL	9,808	62,284	10,092	0,000	0,000
TIMBO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TIMBÓ GRANDE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TRES BARRAS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 29 _ Taxas de emissões industriais por municípios em SC.

MUNICÍPIO	MP	CO	NO _x	SO _x	COV
	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)	(ton./ano)
TREVISO	11,826	0,000	4,100	12,425	0,000
TREZE DE MAIO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TREZE TÍLIAS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TROMBUDO CENTRAL	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TUBARAO	17298,474	0,000	10,407	10234,914	0,000
TUNÁPOLIS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TURVO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
UNIÃO DO OESTE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
URUBICI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
URUPEMA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
URUSSANGA	2,460	0,000	0,000	0,000	0,000
VARGEÃO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VARGEM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VARGEM BONITA	205,079	0,000	0,000	0,000	0,000
VIDAL RAMOS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VIDEIRA	2,460	0,189	0,000	0,000	0,000
VITOR MEIRELES	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
WITMARSUM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
XANXERE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
XAVANTINA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
XAXIM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ZORTÉA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 29 _ Taxas de emissões industriais por municípios em SC.

APÊNDICE G

EMISSÃO POR QUEIMA DE BIOMASSA NOS MUNICÍPIOS CATARINENSES

A queima de biomassa é um processo de combustão que pode ocorrer por razões naturais ou por iniciativa humana. Para poder determinar a potencialidade de uma biomassa como combustível, seu comportamento, compostos gerados durante a combustão, assim como, suas características químicas e térmicas devem ser conhecidas. Essas características envolvem a umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo, determinados pelo seu poder calorífico (SOARES; SANTOS, 1997).

Para que ocorra a propagação do fogo, é sempre necessário transferir quantidades adequadas de calor para os combustíveis próximos. A transferência de calor pode ser realizada de três maneiras: condução, convecção e radiação (COCHRANE; BARBER, 2009). A condução é a primeira etapa do processo de transferência de calor durante a ignição. Neste caso, o calor é transferido de molécula para molécula do combustível.

A quantificação das emissões de gases e materiais particulados associados à queima de biomassa é essencial para a investigação dos impactos na qualidade do ar. As emissões são substancialmente divididas em duas fases de combustão: a fase de chama e a de incandescência. Durante a fase de chama, o composto majoritariamente emitido é

o Dióxido de Carbono (CO₂), originado pelo consumo do combustível disponível. As emissões de CO₂ podem ter implicações importantes na compreensão do ciclo do carbono e mudanças climáticas (LANDRY; MATTHEWS, 2016).

Na fase de incandescência (sem chama) predominam as emissões parcialmente oxidadas, em que componentes químicos como Monóxido de Carbono (CO), Carbono Negro (BC), Carbono Orgânico (OC), Óxidos Nitrosos (NO_x), Compostos Orgânicos Voláteis (COV), Metano (CH₄) e Material Particulado (MP) são incorporados à atmosfera. Estes poluentes podem influenciar a qualidade do ar, o clima e a qualidade da água da chuva. Muitos destes compostos também são precursores do ozônio troposférico, ou seja, ao interagirem com radiação solar ou outras fontes de energia, acabam tendo como subproduto o ozônio, que é um poluente secundário e não está diretamente relacionado às queimadas (URBANSKI; HAO; BAKER, 2008).

Os focos de calor são detectados por satélites através da medição da Potência Radiativa do Fogo (FRP, em inglês). A FRP é definida como uma taxa em que a energia é emitida como radiação eletromagnética durante a combustão da vegetação (COSTA & FONSECA, 2017).

MUNICÍPIO	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	NH ₃	CH ₄	COV	OC	BC	MP _{2,5}	Foco	Área
ABDON BATISTA	6492,56	254,00	11,35	2,50	4,25	9,39	18,61	23,40	1,84	33,67	9	7,32
ABELARDO LUZ	35096,67	1714,36	92,84	10,14	25,07	82,51	355,85	100,09	10,45	177,14	33	26,17
AGROLANDIA	14815,54	748,72	40,80	4,09	10,78	37,77	158,21	42,78	4,45	77,71	8	6,63
AGRONOMICA	3663,39	187,63	8,83	1,28	3,60	8,64	49,68	11,88	1,27	17,71	6	5,08
ÁGUA DOCE	154427,98	8093,56	427,50	43,96	124,20	415,57	1834,18	465,37	48,53	827,25	119	102,79
ÁGUAS DE CHAPECO	852,28	29,72	2,04	0,24	0,25	0,75	4,34	1,31	0,19	2,72	2	1,37
ÁGUAS FRIAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
ÁGUAS MORNAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
ALFREDO WAGNER	51275,10	2729,28	146,45	13,82	40,49	145,09	607,19	155,23	16,01	283,03	22	21,11
ALTO BELA VISTA	1990,38	93,14	5,55	0,52	1,16	4,25	19,83	4,55	0,55	8,99	4	3,22
ANCHIETA	817,62	28,51	1,96	0,23	0,24	0,72	4,16	1,26	0,18	2,61	2	1,34
ANGELINA	96967,38	5429,00	300,24	23,63	78,37	300,31	1329,94	277,45	30,70	537,19	16	15,41
ANITA GARIBALDI	160622,53	8369,54	443,09	44,96	125,63	437,07	1779,80	497,13	49,89	885,30	54	51,23
ANITAPOLIS	225938,89	12607,57	695,90	55,45	182,33	695,65	3070,13	649,02	71,46	1251,37	36	34,86
ANTONIO CARLOS	11685,97	654,27	36,18	2,85	9,45	36,19	160,28	33,44	3,70	64,74	2	1,84
APIUNA	41951,03	2305,74	126,15	10,62	33,62	125,76	546,17	122,62	13,21	232,09	8	7,70
ARABUTA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
ARAQUARI	17580,86	1014,30	55,73	4,36	15,73	55,12	289,14	47,44	5,86	90,95	10	7,39
ARARANGUA	5609,55	267,62	15,43	1,62	4,12	10,93	79,09	11,29	1,70	20,46	12	7,98
ARMAZEM	4480,26	231,65	12,20	1,27	3,49	12,02	48,42	13,98	1,39	24,68	8	7,30
ARROIO TRINTA	38589,45	2160,54	119,49	9,40	31,19	119,51	529,27	110,41	12,22	213,78	6	5,79
ARVOREDO	2971,05	117,72	4,97	1,18	2,07	4,49	7,74	11,43	0,87	16,11	4	3,67
ASCURRA	8814,04	493,48	27,29	2,15	7,12	27,30	120,89	25,22	2,79	48,83	2	1,91
ATALANTA	5093,73	305,72	15,60	1,48	5,73	15,78	105,98	14,01	1,92	23,55	8	6,63
AURORA	2506,28	161,74	8,61	0,63	2,93	8,82	60,36	6,23	0,97	11,55	4	3,30
BALNEARIO ARROIO DO SILVA	4727,47	179,48	9,09	1,69	2,63	6,11	16,40	14,38	1,26	21,96	10	7,83
BALNEARIO CAMBORIU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
BALNEARIO BARRA DO SUL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
BALNEARIO GAIVOTA	3089,65	112,62	6,65	0,99	1,31	3,38	13,16	7,13	0,75	12,16	8	5,40
BANDEIRANTE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
BARRA BONITA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
BARRA VELHA	3495,10	121,86	8,36	0,99	1,01	3,09	17,78	5,37	0,76	11,16	12	6,77
BELA VISTA DO TOLDO	59311,35	3286,50	180,28	14,86	48,00	179,98	794,68	171,90	18,78	327,37	14	13,13
BELMONTE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
BENEDITO NOVO	56024,11	3136,67	173,47	13,65	45,28	173,51	768,39	160,30	17,74	310,37	8	7,68
BIGUACU	13279,89	709,59	39,99	3,30	9,90	37,58	168,28	35,87	4,05	69,80	6	4,52
BLUMENAU	12089,93	660,86	36,90	2,98	9,38	35,76	159,27	33,59	3,75	65,20	4	3,16
BOCAINA DO SUL	81701,02	4457,68	242,83	21,00	65,25	241,74	1041,41	240,79	25,68	451,77	24	23,28
BOMBINHAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00

Tabela 30 _ Emissão por queima de biomassa (ton./ano), foco de calor (unidade) e área queimada (km²) nos municípios de SC referente ao ano de 2020.

MUNICÍPIO	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	NH ₃	CH ₄	COV	OC	BC	MP _{2,5}	Foco	Área
BOM JARDIM DA SERRA	190297,83	9483,96	493,50	56,54	144,32	473,91	1862,94	598,95	58,17	1029,38	162	146,31
BOM JESUS	1127,19	44,66	1,88	0,45	0,79	1,70	2,94	4,34	0,33	6,11	2	1,80
BOM JESUS DO OESTE	1117,02	44,26	1,87	0,44	0,78	1,69	2,91	4,30	0,33	6,06	2	1,79
BOM RETIRO	81964,56	4461,18	242,66	21,17	65,39	241,46	1037,38	242,22	25,75	453,15	24	23,15
BOTUVERA	56137,21	3143,00	173,82	13,68	45,37	173,86	769,94	160,62	17,77	310,99	8	7,69
BRACO DO NORTE	1188,46	47,09	1,99	0,47	0,83	1,80	3,10	4,57	0,35	6,44	2	1,85
BRACO DO TROMBUDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
BRUNOPOLIS	101850,79	5489,71	297,19	26,76	80,78	294,78	1254,23	303,46	31,90	562,04	37	34,44
BRUSQUE	29603,13	1657,42	91,66	7,21	23,93	91,68	406,02	84,70	9,37	164,00	6	5,65
CACADOR	550721,91	30558,88	1681,29	136,76	443,27	1678,98	7366,71	1592,32	173,92	3048,95	101	97,13
CAIBI	5924,92	228,16	10,90	2,19	3,57	8,09	18,88	19,59	1,63	29,03	11	9,24
CALMON	164454,21	9134,96	502,90	40,75	132,43	502,30	2206,33	474,91	51,95	910,53	27	26,31
CAMBORIU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
CAPAO ALTO	183698,04	9180,84	480,80	53,96	138,36	460,79	1810,79	573,55	55,99	993,96	120	108,80
CAMPO ALEGRE	42949,72	2367,29	129,73	10,81	34,46	129,40	563,70	125,14	13,54	237,67	15	13,95
CAMPO BELO DO SUL	244692,14	12870,51	685,17	67,49	192,70	676,43	2807,19	748,90	76,28	1345,91	96	89,77
CAMPO ERE	1194,86	86,28	4,47	0,31	1,79	4,65	39,90	2,57	0,54	4,51	2	1,34
CAMPOS NOVOS	234750,75	12403,17	670,65	63,23	183,32	650,63	2808,27	691,58	72,96	1265,90	119	101,42
CANELINHA	11079,28	620,31	34,31	2,70	8,95	34,31	151,96	31,70	3,51	61,38	2	1,87
CANOINHAS	321846,21	17789,90	974,66	81,01	260,15	972,26	4284,84	934,79	101,83	1775,32	70	65,78
CAPINZAL	839,90	29,28	2,01	0,24	0,24	0,74	4,27	1,29	0,18	2,68	2	1,35
CAPIVARI DE BAIXO	1074,35	42,57	1,80	0,43	0,75	1,62	2,80	4,13	0,31	5,82	2	1,76
CATANDUVAS	72901,84	4081,62	225,73	17,76	58,92	225,78	999,87	208,59	23,08	403,87	11	10,52
CAXAMBU DO SUL	1681,90	58,64	4,02	0,48	0,49	1,49	8,56	2,59	0,37	5,37	4	2,71
CELSO RAMOS	153912,74	8411,93	458,69	39,42	123,02	456,79	1971,58	452,75	48,41	851,17	33	31,37
CERRO NEGRO	99892,31	5363,15	278,82	28,93	81,44	281,03	1168,69	312,13	31,33	566,08	34	31,86
CHAPADAO DO LAGEADO	1074,52	37,46	2,57	0,31	0,31	0,95	5,47	1,65	0,24	3,43	2	1,43
CHAPECO	11250,19	441,52	19,45	4,36	7,49	16,45	31,52	41,22	3,21	59,00	14	12,58
COCAL DO SUL	769,94	43,11	2,38	0,19	0,62	2,38	10,56	2,20	0,24	4,27	1	0,93
CONCORDIA	98690,81	5368,80	294,36	25,18	77,91	290,12	1259,38	286,28	30,86	540,92	36	30,34
CORDILHEIRA ALTA	7049,40	338,70	16,00	2,45	6,04	15,45	69,44	23,87	2,28	36,31	8	6,97
CORONEL FREITAS	2350,21	93,12	3,93	0,93	1,64	3,55	6,12	9,04	0,68	12,74	2	1,88
CORONEL MARTINS	844,08	29,43	2,02	0,24	0,24	0,75	4,29	1,30	0,18	2,69	2	1,36
CORUPA	826,00	28,80	1,98	0,23	0,24	0,73	4,20	1,27	0,18	2,64	2	1,34
CORREIA PINTO	150006,24	8337,25	459,14	37,12	120,83	458,64	2015,78	432,90	47,39	830,57	31	29,74
CRICIUMA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
CUNHA PORA	424,87	30,68	1,59	0,11	0,63	1,65	14,19	0,91	0,19	1,60	1	0,69
CUNHATAI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
CURITIBANOS	175314,43	9566,65	516,84	46,04	141,45	515,94	2231,28	520,98	55,26	971,79	57	52,76

Tabela 30 _ Emissão por queima de biomassa (ton./ano), foco de calor (unidade) e área queimada (km²) nos municípios de SC referente ao ano de 2020.

MUNICÍPIO	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	NH ₃	CH ₄	COV	OC	BC	MP _{2,5}	Foco	Área
DESCANSO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
DIONISIO CERQUEIRA	3444,44	143,54	9,02	0,93	1,57	5,50	27,10	6,76	0,86	13,60	8	5,72
DONA EMMA	13069,58	731,74	40,47	3,18	10,56	40,48	179,25	37,40	4,14	72,40	2	1,96
DOUTOR PEDRINHO	13727,76	768,59	42,51	3,34	11,10	42,52	188,28	39,28	4,35	76,05	2	1,88
ENTRE RIOS	11920,78	667,42	36,91	2,90	9,64	36,92	163,50	34,11	3,77	66,04	2	1,88
ERMO	1516,81	109,53	5,68	0,40	2,27	5,91	50,65	3,26	0,68	5,73	3	1,95
ERVAL VELHO	9739,97	380,60	17,09	3,74	6,34	14,02	28,15	34,89	2,76	50,31	16	13,80
FAXINAL DOS GUEDES	7667,94	355,84	17,35	2,55	5,70	16,63	55,29	26,37	2,31	41,95	7	6,47
FLOR DO SERTAO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
FLORIANOPOLIS	11626,18	650,92	36,00	2,83	9,40	36,01	159,46	33,27	3,68	64,41	2	1,76
FORMOSA DO SUL	4865,04	240,85	12,32	1,48	3,72	12,01	45,32	15,82	1,49	26,72	4	3,66
FORQUILHINHA	4059,06	181,41	11,15	1,13	2,46	6,81	50,88	6,89	1,13	13,58	10	6,38
FRAIBURGO	58622,88	2805,81	142,84	18,63	44,68	131,09	550,04	183,47	17,95	301,03	59	48,56
FREI ROGERIO	4072,82	157,22	7,44	1,52	2,49	5,61	12,78	13,65	1,12	20,13	6	5,00
GALVAO	2351,25	169,78	8,80	0,61	3,51	9,16	78,51	5,05	1,06	8,87	4	2,65
GAROPABA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
GARUVA	11896,74	650,46	36,32	2,93	9,23	35,21	156,79	33,06	3,69	64,17	8	6,69
GASPAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
GOVERNADOR CELSO RAMOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
GRAO PARA	3391,42	165,82	8,09	1,15	2,95	7,49	38,85	10,65	1,11	16,47	6	5,00
GRAVATAL	838,48	29,23	2,01	0,24	0,24	0,74	4,27	1,29	0,18	2,68	2	1,35
GUABIRUBA	39774,34	2226,88	123,15	9,69	32,15	123,18	545,52	113,81	12,59	220,35	8	7,51
GUARACIABA	15967,79	876,20	48,98	3,99	12,84	46,42	228,60	42,34	5,05	81,87	8	6,18
GUARAMIRIM	11872,10	664,69	36,76	2,89	9,60	36,77	162,83	33,97	3,76	65,77	8	7,10
GUARUJA DO SUL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
GUATAMBU	1676,16	58,44	4,01	0,48	0,48	1,48	8,53	2,58	0,37	5,35	4	2,71
HERVAL D'OESTE	661,02	23,05	1,58	0,19	0,19	0,58	3,36	1,02	0,14	2,11	2	1,20
IBIAM	36102,46	1961,71	106,60	9,35	28,78	106,04	454,70	106,89	11,34	199,57	12	11,43
IBICARE	1143,39	45,30	1,91	0,45	0,80	1,73	2,98	4,40	0,33	6,20	2	1,82
IBIRAMA	33981,43	1902,55	105,22	8,28	27,47	105,24	466,07	97,23	10,76	188,25	6	5,79
ICARA	9044,85	462,50	26,89	2,45	7,18	20,43	149,34	17,39	2,85	33,41	20	13,46
ILHOTA	1123,43	81,12	4,21	0,29	1,68	4,38	37,51	2,41	0,50	4,24	2	1,30
IMARUI	72267,68	3992,69	220,03	17,98	57,75	218,51	959,52	207,90	22,74	398,19	16	14,52
IMBITUBA	709,72	24,74	1,70	0,20	0,21	0,63	3,61	1,09	0,16	2,27	2	1,25
IMBUIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
INDAIAL	596,03	20,78	1,43	0,17	0,17	0,53	3,03	0,92	0,13	1,90	2	1,14
IOMERE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
IPIRA	6533,88	249,85	12,29	2,38	3,79	8,69	21,73	20,75	1,77	31,19	10	8,37
IPIORA DO OESTE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00

Tabela 30 _ Emissão por queima de biomassa (ton./ano), foco de calor (unidade) e área queimada (km²) nos municípios de SC referente ao ano de 2020.

MUNICÍPIO	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	NH ₃	CH ₄	COV	OC	BC	MP _{2,5}	Foco	Área
IPUACU	7105,60	307,88	16,17	2,37	4,85	11,95	61,26	19,41	2,07	30,87	12	9,08
IPUMIRIM	236442,57	13085,59	718,85	59,04	190,08	717,52	3139,47	685,70	74,62	1308,76	44	41,75
IRACEMINHA	2181,40	85,13	3,84	0,83	1,41	3,13	6,36	7,76	0,62	11,22	4	3,40
IRANI	27342,01	1450,87	77,70	7,41	21,56	76,94	320,73	83,05	8,53	150,89	10	9,30
IRATI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
IRINEOPOLIS	72433,61	4012,86	220,76	18,07	58,46	219,46	975,63	208,19	22,91	397,89	19	17,09
ITA	1095,87	43,42	1,83	0,43	0,77	1,66	2,85	4,22	0,32	5,94	2	1,77
ITAIOPOLIS	319207,46	17624,45	965,85	80,31	257,09	963,63	4221,45	928,58	100,81	1764,12	70	66,40
ITAJAI	3286,60	213,19	11,37	0,84	3,96	11,39	83,73	7,69	1,29	14,14	8	4,90
ITAPEMA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
ITAPIRANGA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
ITAPOA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
ITUPORANGA	2233,31	119,33	6,77	0,58	1,79	5,92	34,05	5,27	0,71	10,17	4	3,30
JABORA	32145,13	1748,60	95,08	8,31	25,64	94,60	406,17	95,06	10,10	177,71	11	10,37
JACINTO MACHADO	49269,68	2681,21	145,04	12,90	39,90	144,31	632,21	145,90	15,59	270,44	24	21,18
JAGUARUNA	14672,52	677,08	37,14	4,55	10,59	27,74	168,31	35,70	4,40	60,25	32	22,83
JARAGUA DO SUL	648,52	22,61	1,55	0,18	0,19	0,57	3,30	1,00	0,14	2,07	2	1,19
JARDINOPOLIS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
JOACABA	53307,47	2930,29	160,33	13,50	42,72	159,84	694,28	155,80	16,79	294,92	13	12,30
JOINVILLE	7086,00	367,88	20,98	1,78	5,02	18,92	85,40	18,47	2,11	36,05	8	6,13
JOSE BOITEUX	63772,90	3570,51	197,46	15,54	51,54	197,51	874,66	182,47	20,19	353,30	10	9,67
JUPIA	2212,87	124,28	6,03	0,72	2,44	6,02	40,35	6,60	0,82	10,15	4	3,06
LACERDOPOLIS	1947,55	89,09	4,29	0,66	1,44	4,10	13,17	6,77	0,59	10,64	3	2,78
LAGES	737198,71	37732,83	2006,91	208,86	562,50	1928,65	7932,22	2237,87	226,22	3977,44	469	417,61
LAGUNA	5975,68	334,57	18,50	1,46	4,83	18,51	81,96	17,10	1,89	33,10	1	0,92
LAJEADO GRANDE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
LAURENTINO	2320,19	91,93	3,88	0,92	1,62	3,51	6,04	8,93	0,68	12,58	2	1,92
LAURO MULLER	11769,63	647,11	36,05	2,89	9,22	35,21	156,59	32,93	3,67	63,89	4	3,46
LEBON REGIS	249541,59	13594,76	740,40	64,28	199,13	735,92	3174,71	734,89	78,42	1377,30	67	62,47
LEOBERTO LEAL	79118,14	4386,31	241,20	19,68	63,66	240,83	1055,70	228,99	24,98	437,99	16	15,27
LINDOIA DO SUL	21254,33	1127,25	60,35	5,77	16,76	59,75	248,92	64,59	6,63	117,29	10	9,33
LONTRAS	9085,12	508,66	28,13	2,21	7,34	28,14	124,61	25,99	2,88	50,33	2	1,89
LUIZ ALVES	9734,86	545,03	30,14	2,37	7,87	30,15	133,52	27,85	3,08	53,93	2	1,91
LUZERNA	8868,54	484,92	26,45	2,27	7,09	26,34	113,75	26,07	2,79	49,05	6	5,53
MACIEIRA	145605,13	8152,12	450,84	35,48	117,69	450,94	1997,02	416,62	46,09	806,64	22	21,13
MAFRA	303089,03	16715,37	918,61	76,08	243,36	911,43	4028,65	873,46	95,59	1664,08	87	79,21
MAJOR GERCINO	26803,47	1500,67	82,99	6,53	21,66	83,01	367,62	76,69	8,49	148,49	4	3,85
MAJOR VIEIRA	74927,28	4061,07	224,06	18,99	58,42	218,53	955,46	213,93	23,30	406,91	24	20,99
MARACAJA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00

Tabela 30 _ Emissão por queima de biomassa (ton./ano), foco de calor (unidade) e área queimada (km²) nos municípios de SC referente ao ano de 2020.

MUNICÍPIO	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	NH ₃	CH ₄	COV	OC	BC	MP _{2,5}	Foco	Área
MARAVILHA	1631,24	87,56	5,01	0,44	1,46	3,92	31,56	3,01	0,55	5,69	3	2,01
MAREMA	1243,23	89,77	4,65	0,32	1,86	4,84	41,51	2,67	0,56	4,69	2	1,36
MASSARANDUBA	3357,24	160,27	8,51	1,03	2,48	7,29	34,73	9,50	1,01	16,08	7	5,54
MATOS COSTA	107447,78	5894,36	322,13	27,32	86,03	321,01	1391,26	314,75	33,83	594,37	20	19,35
MELEIRO	15234,16	1006,43	53,41	3,92	19,10	53,79	408,83	35,02	6,14	63,95	24	16,16
MIRIM DOCE	41129,65	2304,40	127,54	10,08	33,63	126,45	580,74	115,67	13,10	223,67	10	8,59
MODELO	815,75	28,44	1,95	0,23	0,24	0,72	4,15	1,25	0,18	2,60	2	1,34
MONDAI	1190,89	47,19	1,99	0,47	0,83	1,80	3,10	4,58	0,35	6,46	2	1,85
MONTE CARLO	9910,50	392,67	16,57	3,93	6,92	14,98	25,82	38,13	2,89	53,72	12	10,98
MONTE CASTELO	34718,06	1888,71	103,64	8,85	27,38	102,05	443,47	100,52	10,85	190,13	10	8,95
MORRO DA FUMACA	2792,15	141,65	8,28	0,76	2,24	6,04	47,78	5,02	0,88	9,60	6	3,98
MORRO GRANDE	38048,32	2096,62	114,88	9,59	30,53	114,58	499,02	110,89	11,99	210,54	10	9,07
NAVEGANTES	726,50	25,33	1,74	0,21	0,21	0,64	3,70	1,12	0,16	2,32	2	1,26
NOVA ERECHIM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
NOVA ITABERABA	12498,60	699,77	38,70	3,05	10,10	38,71	171,42	35,76	3,96	69,24	2	1,90
NOVA TRENTO	39955,25	2237,01	123,71	9,74	32,29	123,74	548,00	114,32	12,65	221,35	6	5,83
NOVA VENEZA	18668,18	1060,34	57,65	4,81	16,68	56,75	297,73	51,26	6,21	95,95	14	10,60
NOVO HORIZONTE	3275,07	125,04	6,19	1,19	1,88	4,33	11,00	10,30	0,88	15,54	6	4,99
ORLEANS	84207,22	4600,00	252,89	21,29	66,58	249,38	1087,88	242,96	26,36	461,54	28	25,36
OTACILIO COSTA	43797,67	2397,56	130,86	11,18	35,03	130,36	563,65	128,60	13,78	242,24	12	11,40
OURO	10383,30	564,00	31,57	2,56	7,97	30,34	135,33	28,62	3,21	55,60	4	3,18
OURO VERDE	1912,02	71,81	3,79	0,66	1,00	2,37	7,04	5,44	0,50	8,52	4	3,11
PAIAL	12685,41	710,23	39,28	3,09	10,25	39,29	173,98	36,30	4,02	70,28	2	1,94
PAINEL	118790,06	5989,69	312,18	34,86	90,93	303,58	1190,03	375,35	36,48	649,59	88	80,67
PALHOCA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
PALMA SOLA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
PALMEIRA	156110,41	8628,55	473,64	39,08	125,43	472,66	2065,24	453,40	49,25	864,02	30	28,98
PALMITOS	5126,15	190,43	10,49	1,73	2,49	6,08	19,97	13,56	1,30	21,85	10	7,94
PAPANDUVA	85187,64	4527,20	242,68	23,02	67,22	240,36	1003,90	258,34	26,60	470,17	27	26,03
PARAISO	1246,20	49,38	2,08	0,49	0,87	1,88	3,25	4,79	0,36	6,76	2	1,90
PASSO DE TORRES	4214,60	280,16	12,37	1,71	5,64	13,83	92,57	13,67	1,66	23,77	8	6,10
PASSOS MAIA	112712,43	6015,27	324,57	30,05	88,69	320,29	1351,86	337,37	35,15	619,80	45	40,82
PAULO LOPES	10089,90	547,57	30,66	2,49	7,73	29,43	131,30	27,78	3,11	53,97	4	3,18
PEDRAS GRANDES	19074,85	1067,96	59,06	4,65	15,42	59,08	261,62	54,58	6,04	105,67	6	5,61
PENHA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
PERITIBA	4428,25	189,90	9,67	1,48	2,85	7,95	26,41	13,86	1,25	22,16	8	6,96
PETROLANDIA	12051,90	653,76	35,49	3,13	9,60	35,29	151,04	35,75	3,78	66,61	4	3,87
PICARRAS	1182,46	66,20	3,66	0,29	0,96	3,66	16,22	3,38	0,37	6,55	2	1,88
PINHALZINHO	1497,12	52,20	3,58	0,43	0,43	1,32	7,62	2,30	0,33	4,78	4	2,55

Tabela 30 _ Emissão por queima de biomassa (ton./ano), foco de calor (unidade) e área queimada (km²) nos municípios de SC referente ao ano de 2020.

MUNICÍPIO	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	NH ₃	CH ₄	COV	OC	BC	MP _{2,5}	Foco	Área
PINHEIRO PRETO	2061,56	77,70	4,05	0,72	1,10	2,59	7,45	6,00	0,54	9,31	4	3,23
PIRATUBA	3434,58	194,17	9,87	1,02	3,49	9,88	58,90	10,03	1,22	16,75	6	4,96
PLANALTO ALEGRE	2169,57	124,19	6,95	0,59	2,19	5,83	47,83	4,13	0,77	7,68	4	2,77
POMERODE	1134,72	44,96	1,90	0,45	0,79	1,72	2,96	4,37	0,33	6,15	2	1,80
PONTE ALTA	126063,80	6894,71	376,12	32,24	100,79	374,60	1618,12	370,54	39,66	697,19	27	26,02
PONTE ALTA DO NORTE	464450,62	25975,77	1435,67	113,43	375,21	1435,73	6351,19	1330,59	146,99	2572,81	70	67,75
PONTE SERRADA	123413,36	6820,14	374,34	30,91	99,15	373,55	1631,88	358,51	38,93	683,05	22	21,31
PORTO BELO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
PORTO UNIAO	243788,19	13642,69	754,28	59,46	197,00	754,39	3339,22	697,93	77,17	1350,52	38	36,76
POUSO REDONDO	22930,92	1268,06	68,67	5,95	19,15	68,52	314,60	66,89	7,37	124,57	8	7,06
PRAIA GRANDE	17400,52	935,36	49,65	4,79	14,44	49,27	221,88	52,42	5,57	94,03	18	15,53
PRESIDENTE CASTELO BRANCO	10813,23	585,94	31,79	2,82	8,61	31,60	135,09	32,11	3,39	59,76	4	3,76
PRESIDENTE GETULIO	23473,19	1314,21	72,68	5,72	18,97	72,70	321,94	67,16	7,43	130,04	6	5,71
PRESIDENTE NEREU	10331,12	578,42	31,99	2,52	8,35	32,00	141,69	29,56	3,27	57,23	4	3,69
PRINCESA	1102,69	43,69	1,84	0,44	0,77	1,67	2,87	4,24	0,32	5,98	2	1,78
QUILOMBO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
RANCHO QUEIMADO	11649,59	652,24	36,07	2,84	9,42	36,08	159,78	33,33	3,69	64,54	2	1,93
RIO DAS ANTAS	89679,51	4968,88	273,14	22,34	72,13	272,70	1194,62	259,73	28,31	496,44	24	22,59
RIO DO CAMPO	75870,49	4096,45	219,57	20,38	61,95	218,11	962,47	226,95	24,09	413,86	32	29,05
RIO DO OESTE	28587,28	1564,03	87,30	7,04	22,21	84,71	377,17	79,51	8,88	154,31	8	6,66
RIO DOS CEDROS	42637,52	2387,18	132,02	10,39	34,46	132,05	584,79	122,00	13,50	236,21	6	5,72
RIO DO SUL	20286,31	1135,79	62,81	4,94	16,40	62,83	278,23	58,04	6,42	112,38	4	3,83
RIO FORTUNA	101486,85	5682,03	314,24	24,73	82,03	314,31	1391,92	290,38	32,13	562,23	23	21,56
RIO NEGRINHO	52407,87	2895,72	158,92	13,13	42,10	158,58	692,66	152,27	16,53	290,05	12	11,29
RIO RUFINO	69133,87	3806,55	209,43	17,31	55,13	207,76	909,43	199,51	21,73	380,70	19	17,72
RIQUEZA	6952,43	348,86	18,33	2,03	5,24	17,57	69,52	21,61	2,12	37,61	5	4,40
RODEIO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
ROMELANDIA	2122,84	81,29	3,98	0,78	1,24	2,84	7,00	6,80	0,58	10,19	4	3,42
SALETE	13142,07	735,80	40,69	3,20	10,62	40,70	180,25	37,60	4,16	72,81	4	3,85
SALTINHO	2208,19	87,49	3,69	0,88	1,54	3,34	5,75	8,49	0,64	11,97	4	3,57
SALTO VELOSO	11817,53	570,60	28,67	3,73	8,94	27,78	100,28	39,30	3,60	64,81	6	5,67
SANGAO	4641,65	216,12	12,40	1,33	3,09	9,21	52,56	10,60	1,34	19,33	10	7,25
SANTA CECILIA	513856,75	28474,18	1565,35	127,97	413,34	1562,81	6847,05	1488,09	162,22	2844,57	96	91,67
SANTA HELENA	1197,60	47,45	2,00	0,47	0,84	1,81	3,12	4,61	0,35	6,49	2	1,86
SANTA ROSA DE LIMA	200518,15	11226,58	620,87	48,86	162,07	621,01	2750,16	573,74	63,48	1110,85	36	34,09
SANTA ROSA DO SUL	10564,48	572,94	31,10	2,75	8,41	30,92	132,31	31,34	3,32	58,39	6	5,51
SANTA TEREZINHA	150722,97	8320,92	457,50	37,68	120,68	455,24	1992,60	435,93	47,47	832,09	32	30,45
SANTA TEREZINHA DO PROGRESSO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
SANTIAGO DO SUL	9586,89	536,75	29,68	2,34	7,75	29,69	131,49	27,43	3,03	53,11	2	1,87

Tabela 30 _ Emissão por queima de biomassa (ton./ano), foco de calor (unidade) e área queimada (km²) nos municípios de SC referente ao ano de 2020.

MUNICÍPIO	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	NH ₃	CH ₄	COV	OC	BC	MP _{2,5}	Foco	Área
SANTO AMARO DA IMPERATRIZ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
SAO BERNARDINO	4462,83	176,83	7,46	1,77	3,12	6,75	11,63	17,17	1,30	24,19	8	7,16
SAO BENTO DO SUL	57178,79	3168,95	175,96	13,99	45,42	173,69	771,00	161,57	17,95	313,17	18	15,89
SAO BONIFACIO	66445,62	3720,15	205,74	16,19	53,70	205,78	911,32	190,12	21,03	368,10	10	9,65
SAO CARLOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
SAO CRISTOVAO DO SUL	43673,67	2373,50	128,99	11,31	34,82	128,31	550,33	129,28	13,72	241,43	9	8,73
SAO DOMINGOS	937,72	39,19	2,48	0,26	0,48	1,35	9,69	1,55	0,25	3,09	4	1,80
SAO FRANCISCO DO SUL	11484,24	642,98	35,56	2,80	9,28	35,57	157,51	32,86	3,64	63,62	2	1,88
SAO JOAO DO OESTE	2598,59	90,60	6,21	0,74	0,75	2,30	13,22	3,99	0,57	8,30	6	4,13
SAO JOAO BATISTA	17760,32	994,36	54,99	4,33	14,35	55,00	243,59	50,82	5,62	98,39	4	3,73
SAO JOAO DO ITAPERIU	12933,43	738,51	40,74	3,22	11,38	39,75	209,45	34,44	4,28	66,09	9	7,11
SAO JOAO DO SUL	17127,14	878,25	47,42	4,87	13,52	43,12	214,12	47,44	5,35	84,35	19	14,50
SAO JOAQUIM	335578,07	17755,29	920,84	99,23	269,89	915,95	3767,56	1050,25	104,41	1888,91	224	205,31
SAO JOSE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
SAO JOSE DO CEDRO	861,84	30,05	2,06	0,24	0,25	0,76	4,38	1,32	0,19	2,75	2	1,37
SAO JOSE DO CERRITO	277098,83	14568,32	777,57	76,09	216,97	766,28	3167,96	845,47	86,16	1524,54	94	87,69
SAO LOURENCO DO OESTE	18334,75	805,35	35,67	6,94	14,73	33,49	122,30	66,42	5,73	95,40	28	24,51
SAO LUDGERO	43667,58	2417,07	132,79	10,90	35,11	132,55	580,05	126,62	13,78	241,71	11	10,36
SAO MARTINHO	57208,78	3192,04	176,82	13,98	46,09	175,66	785,58	162,28	18,08	314,23	16	14,21
SAO MIGUEL DA BOA VISTA	809,24	28,21	1,94	0,23	0,23	0,72	4,12	1,24	0,18	2,58	2	1,33
SAO MIGUEL D'OESTE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
SAO PEDRO DE ALCANTARA	9759,21	546,40	30,22	2,38	7,89	30,22	133,85	27,92	3,09	54,07	2	1,89
SAUDADES	4788,76	270,35	13,13	1,56	5,31	13,13	88,63	14,22	1,79	21,89	8	6,36
SCHROEDER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
SEARA	32972,47	1693,35	89,79	9,32	25,30	87,18	353,52	101,28	10,15	179,64	16	14,57
SERRA ALTA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
SIDEROPOLIS	57177,73	3201,26	177,04	13,93	46,21	177,08	784,21	163,60	18,10	316,76	10	9,38
SOMBRIO	9711,14	479,74	26,38	2,92	7,92	20,50	143,08	22,12	3,09	37,91	20	14,13
SUL BRASIL	1005,31	81,21	2,18	0,73	1,64	3,73	17,28	5,06	0,37	9,99	2	1,81
TAIO	32435,53	1836,33	100,31	8,13	27,78	100,51	480,06	92,23	10,56	175,19	14	12,10
TANGARA	80767,30	4333,15	233,33	21,52	64,25	231,52	983,19	242,58	25,32	445,28	29	27,38
TIGRINHOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
TIJUCAS	16430,81	921,62	51,05	4,05	13,64	50,06	240,63	45,19	5,27	87,23	6	4,50
TIMBE DO SUL	72331,26	3874,14	210,35	19,03	56,73	206,77	881,28	213,71	22,53	396,20	30	26,58
TIMBO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
TIMBO GRANDE	265165,28	14846,04	821,04	64,61	214,32	821,23	3636,82	758,71	83,94	1468,99	39	37,57
TRES BARRAS	37007,36	2052,52	112,90	9,20	29,78	112,73	494,37	107,06	11,69	204,88	12	11,30
TREVISÓ	9214,77	515,92	28,53	2,25	7,45	28,54	126,38	26,37	2,92	51,05	2	1,84
TREZE DE MAIO	25170,14	1391,01	77,33	6,17	19,90	76,05	337,78	70,88	7,88	137,42	14	12,49

Tabela 30 _ Emissão por queima de biomassa (ton./ano), foco de calor (unidade) e área queimada (km²) nos municípios de SC referente ao ano de 2020.

MUNICÍPIO	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	NH ₃	CH ₄	COV	OC	BC	MP _{2,5}	Foco	Área
TREZE TILIAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
TROMBUDO CENTRAL	1245,19	63,57	2,99	0,43	1,22	2,92	16,69	4,05	0,43	6,03	2	1,63
TUBARAO	1139,18	63,78	3,53	0,28	0,92	3,53	15,62	3,26	0,36	6,31	2	1,85
TUNAPOLIS	1159,48	64,92	3,59	0,28	0,94	3,59	15,90	3,32	0,37	6,42	2	1,87
TURVO	6388,07	441,62	22,66	1,75	9,06	23,44	194,74	14,74	2,77	25,10	12	7,81
UNIAO DO OESTE	852,42	29,72	2,04	0,24	0,25	0,75	4,34	1,31	0,19	2,72	2	1,36
URUBICI	220381,35	12110,91	661,58	56,04	177,32	659,49	2878,92	644,62	69,55	1216,86	52	49,55
URUPEMA	21694,96	1161,67	59,16	6,57	17,91	60,08	246,82	69,32	6,80	124,46	18	16,93
URUSSANGA	3762,74	210,67	11,65	0,92	3,04	11,65	51,61	10,77	1,19	20,85	1	0,94
VARGEAO	43708,77	2372,86	131,84	10,93	33,84	127,73	564,02	122,73	13,55	235,85	14	11,68
VARGEM	131913,43	7011,15	375,86	35,64	104,10	372,27	1555,06	399,99	41,18	728,06	40	37,54
VARGEM BONITA	30841,78	1629,97	89,03	8,15	23,63	85,85	367,16	89,59	9,50	166,37	14	12,12
VIDAL RAMOS	15404,66	862,47	47,70	3,75	12,45	47,71	211,28	44,08	4,88	85,34	6	5,73
VIDEIRA	46840,79	2562,91	140,84	11,83	37,13	139,15	606,99	135,33	14,68	257,13	14	12,83
VITOR MEIRELES	68750,65	3812,86	209,71	17,09	55,32	209,40	918,26	198,90	21,71	380,61	11	10,68
WITMARSUM	24349,24	1324,68	72,04	6,29	19,42	71,67	307,77	71,99	7,65	134,61	6	5,79
XANXERE	22052,17	1161,63	63,78	5,80	16,72	60,95	262,22	63,25	6,76	118,04	10	8,29
XAVANTINA	10548,42	572,06	31,05	2,74	8,40	30,87	132,10	31,30	3,31	58,30	4	3,64
XAXIM	5007,95	191,64	9,40	1,83	2,91	6,68	16,58	15,97	1,36	23,97	10	8,05
ZORTEA	23131,95	1295,11	71,62	5,64	18,70	71,64	317,26	66,19	7,32	128,15	4	3,68

Tabela 30 _ Emissão por queima de biomassa (ton./ano), foco de calor (unidade) e área queimada (km²) nos municípios de SC referente ao ano de 2020.

APÊNDICE H

FIGURAS APRESENTANDO AS EMISSÕES POR QUEIMA DE BIOMASSA NOS MUNICÍPIOS DE SC NOS ANOS DE 2015 A 2018

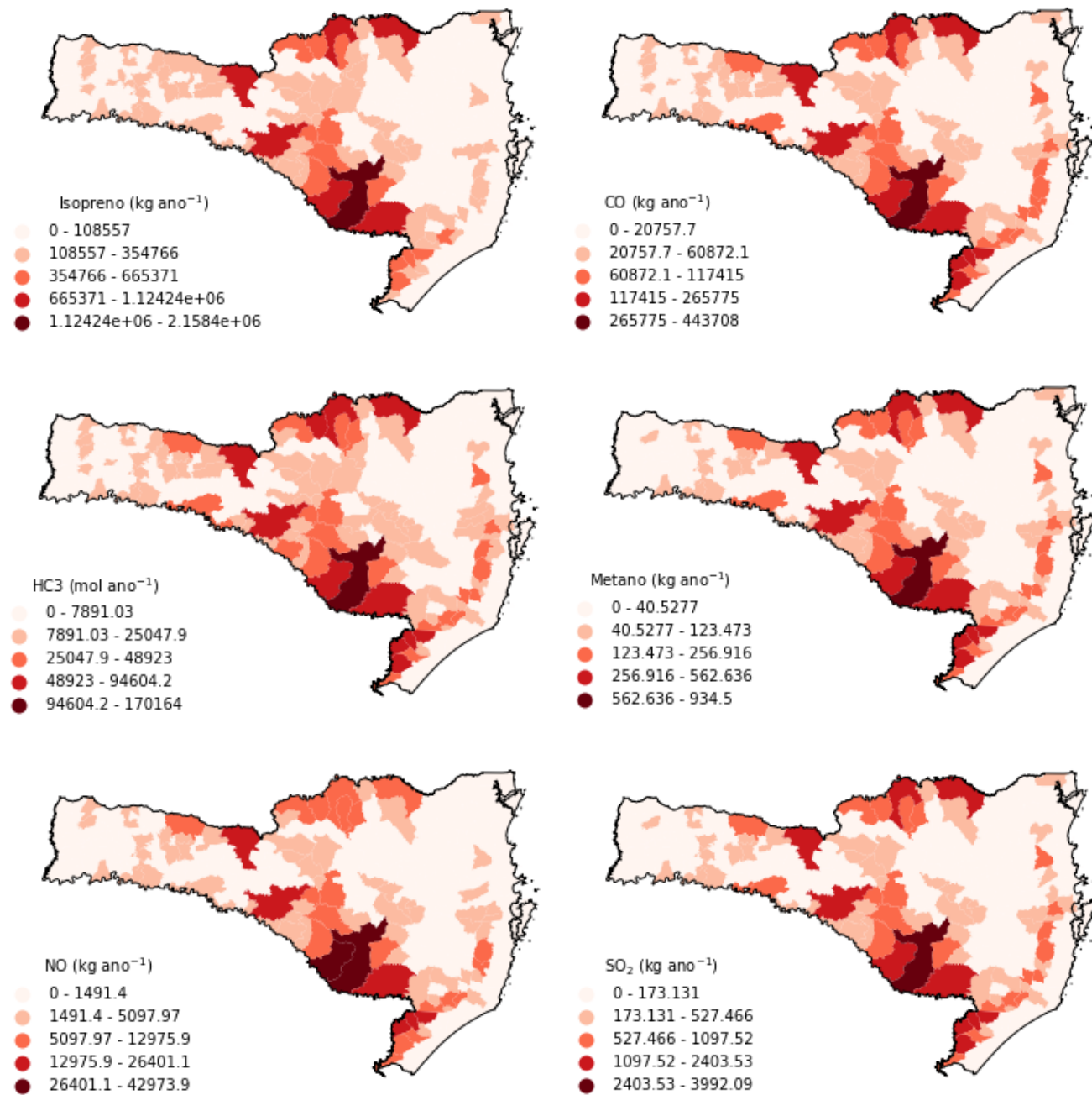


Figura 54 _ Emissões biogênicas nos municípios de SC referente ao ano de 2019.

ANEXO A

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO MODELO WRF

ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF THE WRF MODEL IN MEDIAN LATITUDE REGION OF THE SOUTHERN HEMISPHERE

Robson Will*

Laboratório de Controle da Qualidade do Ar
Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brazil

Leonardo Hoinaski

Laboratório de Controle da Qualidade do Ar
Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brazil

1. INTRODUCTION

This study analyzes the performance of the microphysics and boundary layer parameterizations of the WRF model in three cities in the south of Brazil, with different geographical conditions: one with high altitude (Lages), one in the coastal region (Chapecó), and one in the middle of the continental region (Florianópolis). The use of mesoscale meteorological models such as WRF is essential to enable exposure-response studies between atmospheric conditions and air quality-related diseases. The absence of local meteorological data makes it impossible to carry out assessments on the relations between air pollution, climate, meteorology, and hospital admissions. So, it was necessary to establish which parameterization has the best results considering the local conditions.

Meteorological modeling then serves as a

relevant tool to support the search for understanding meteorological relationships and factors that affect health, being used in past studies such as (Sahu et al, 2020; de Almeida Albuquerque et al, 2018).

However, it is common for these studies to adopt a parameterization without reporting the process of choosing these parameters or even if another parameterization would present better results (Huang and Gao 2018; Ramos et al, 2013). Even in sensitivity analysis studies, the model is usually concentrated in the northern hemisphere. Thus, the search for a parameterization that presents a better correlation with the measured results would be able to reduce the errors produced in health analyzes, especially in the southern region of the globe.

2. METHODOLOGIC

In this work, we chose to focus on the state of Santa Catarina, located in the center of the southern region of Brazil. This region has average cardiorespiratory morbidity above the rest of the country as shown in Figure 1.

The state presents an important meteorological variation between its regions and temperature

variance between the relevant regions. Presenting the lowest temperatures in Brazil, Fig 2 shows the average temperature for the state, owing the temperature difference between e regions, and how it is linked to the terrain altimetry.

For the sensitivity analysis and comparison of the results, parameterizations referring to

cloud microphysics (WSM6, Thompson, Morrison), planetary/superficial boundary layer (YSU / MM5, AMC2 / Pleim-XU), ground cover models

(NOAH) were used) short/longwave radiation (RRTM / RRTM) and Atmospheric Turbulence (Tiedtke, kain-Fritch), Summarized in Table 1.

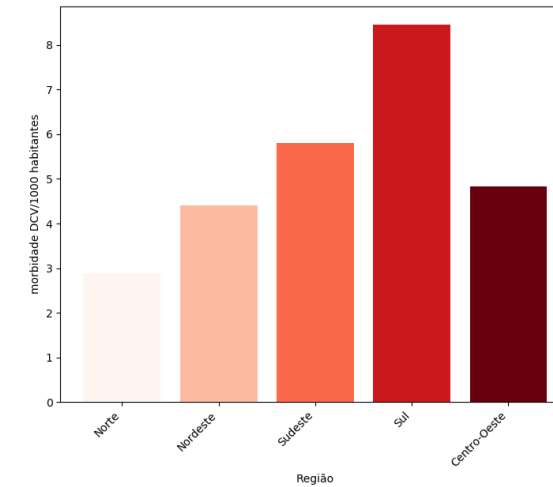


Figure 1 _ Number of hospitalizations per 1000 inhabitants in each of the 5 Brazilian regions.

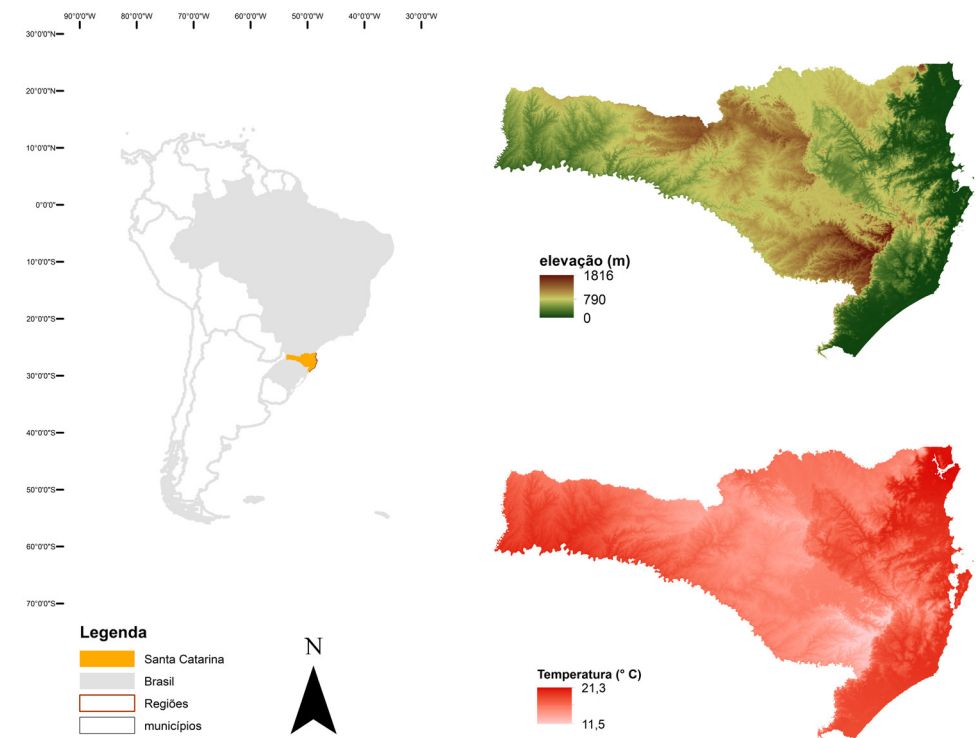


Figure 2 _ Location map of Santa Catarina with elevation map and average temperatures.

Simulation number	microphysics option	boundary-layer option
1	6 - WSM 6-class graupel scheme	7 - ACM2 (Pleim) scheme
2	8 - Thompson graupel scheme	1 - YSU scheme
3	6 - WSM 6-class graupel scheme	1 - YSU scheme
4	8 - Thompson graupel scheme	7 - ACM2 (Pleim) scheme
5	10 - Morrison 2-moment scheme	7 - ACM2 (Pleim) scheme
6	10 - Morrison 2-moment scheme	1 - YSU scheme

Table 1 _ Parameterizations used in the WRF namelist in the 6 tests performed.

These vestments were tested in rounds containing 1 year (2018), for the cities of Chapecó, Lages, and Florianópolis, these being located in the west, highlands, and east of the state respectively. The tests were performed using data from the final analysis, GFSanl, provided by NOAA, for the year 2018, with a spatial resolution of 0.5 degrees. Subsequently, the modeled data were compared with data from INMET, the Center for Weather Forecast and

Climate Studies CPTEC, and data collected at airports, to choose a specific configuration to be applied to the rest of the work, to find the WRF configuration.

The tests were done with two nested domains, with a reduced rate of 1/3, the largest domain, which involved the entire state, had a spatial resolution of 45 km x 45 km, thus generating resolutions of 15 km x 15 km in the smaller domains represented in Figure 3.



Figure 3 _ Modeling domains of the WRF.

The results were analyzed in terms of errors and correlation, for this, the spermann correlation metrics, Bias, RMSE, and

D-Pielke were used. In addition to the application of the factor of Two in the scatter-plot analysis.

3. RESULTS

The results found are ranked using a simple system. A point was assigned to the parameterization that obtained the best result within a given metric. For example, when analyzing the temperature results, we notice that a given parameterization presented the smallest BIAS, in this case, that parameterization gains a point.

After all, points were awarded, these were added up and we reached a result. Also, the percentage difference between the best result and the others was measured. In the end, this percentage difference was also added up, reaching

an accumulated percentage of deviation. This was also analyzed, to test the consistency of the results and served as a second decision factor.

Thus, it is possible to note that the best WRF result for each of the cities evaluated was different. However, the accumulated percentage variation between the parameterizations used varies between 1% and 4% comparing the best option and the second-best option, so it can be conveniently chosen to work with the second-best configuration when necessary, saving computational work, without significant loss of quality in the data generated.

City	Simulation	Score	Accumulated percent-age difference
FLORIANÓPOLIS	1	3	30%
	2	5	33%
	3	3	19%
	4	1	47%
	5	1	39%
	6	7	17%
LAGES	1	4	20%
	2	2	46%
	3	4	23%
	4	4	34%
	5	2	16%
	6	4	20%
CHAPECÓ	1	9	6%
	2	2	13%
	3	0	10%
	4	1	19%
	5	4	7%
	6	4	7%

Table 2 _ Score and the accumulated percentage difference between configurations for each of the cities.

3.1 ANALYSIS

Analyzing the scatterplots and boxplots, we were able to assess the sensitivity of the modeling about the measured data, for this, we present here the graphs generated for the parameters analyzed in the city of Florianópolis for the best result found.

ent here the graphs generated for the parameters analyzed in the city of Florianópolis for the best result found.

3.1.1 TEMPERATURE

For temperature, the results show correlations between 0.46 and 0.65, with bias below one degree Celsius. Pilke's D presented

results below two for the cities of Chapecó and Florianópolis, and close to two for the city of Lages.

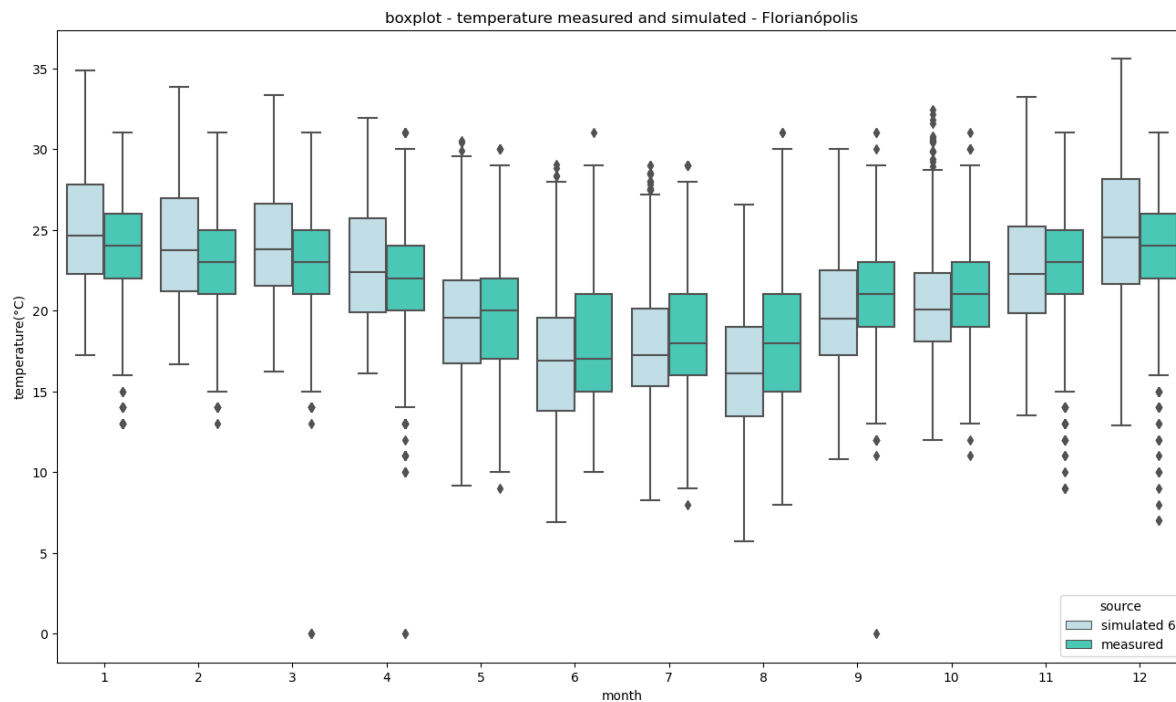


Figure 4 _ Simulated and measured temperature boxplot in Florianópolis for 2018.

Looking at the boxplot chart, we can see that the WRF tends to underestimate average temperatures in the coldest months (April to

September) and overestimate them in the hot months (October to March). The result was similar for all the cities analyzed.

The scatterplot analysis shows a combined increase in simulated and measured temperatures, highlighting that more than

95% of the data are within the factor two range. These results were repeated for the other cities analyzed.

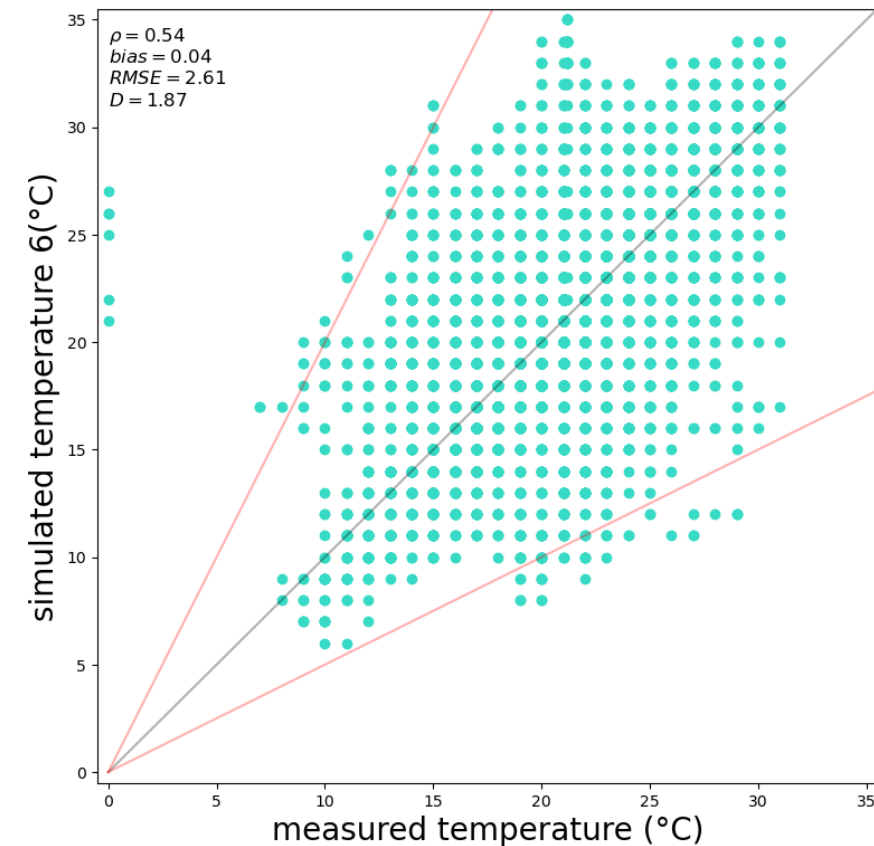


Figure 5 _ Simulated and measured temperature scatterplot in Florianópolis for 2018, with the factor of two lines.

3.1.2 RELATIVE HUMIDITY

As for relative humidity, the results of the correlations are 0.59 for Chapecó, For the cities of Lages and Florianópolis, these values were between 0.07 and 0.12. The bias was low for the cities of Chapecó and Lages, only in the city of Florianópolis, it appears in 4%. The Pielke-D shown is less than 2 for the cities of Chapecó and Lages and close to 2 for Florianópolis, although greater

than 2. The boxplot graphs show the difference between cities. In Chapecó, WRF underestimated data in the hot months and overestimated in the cold months. For Lages, the WRF is overestimated every month, while in Florianópolis it is underestimated every month (Figure 6). However, the analysis with a factor of 2 in the scatter plots shows the adequacy of most data (Figure 7).

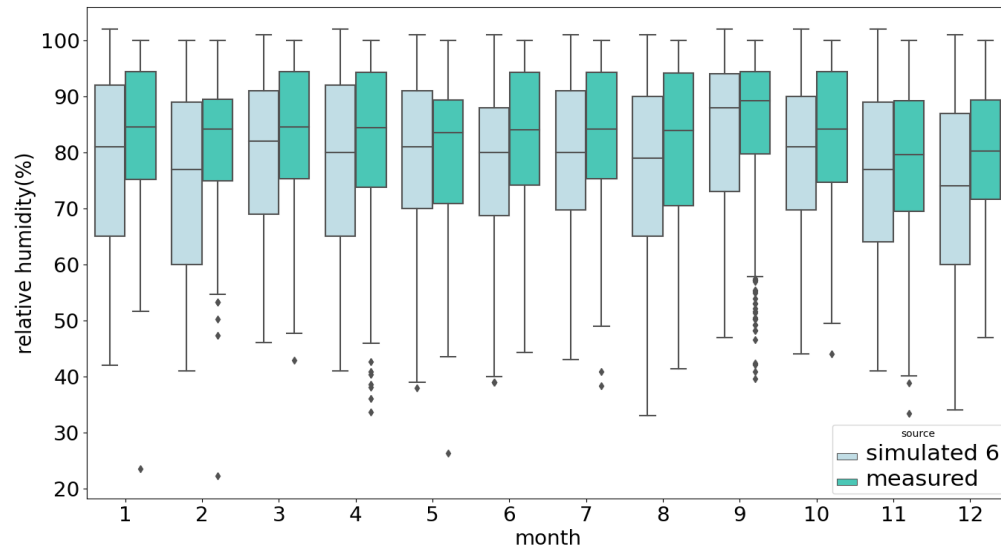


Figure 6 _ Simulated and measured relative humidity boxplot in Florianópolis for 2018.

However, the analysis with a factor of 2 in the scatter plots shows the adequacy of most data, (FIG3535). However, it is notable

that the measured values are limited to present ranges of values. This being a data source problem.

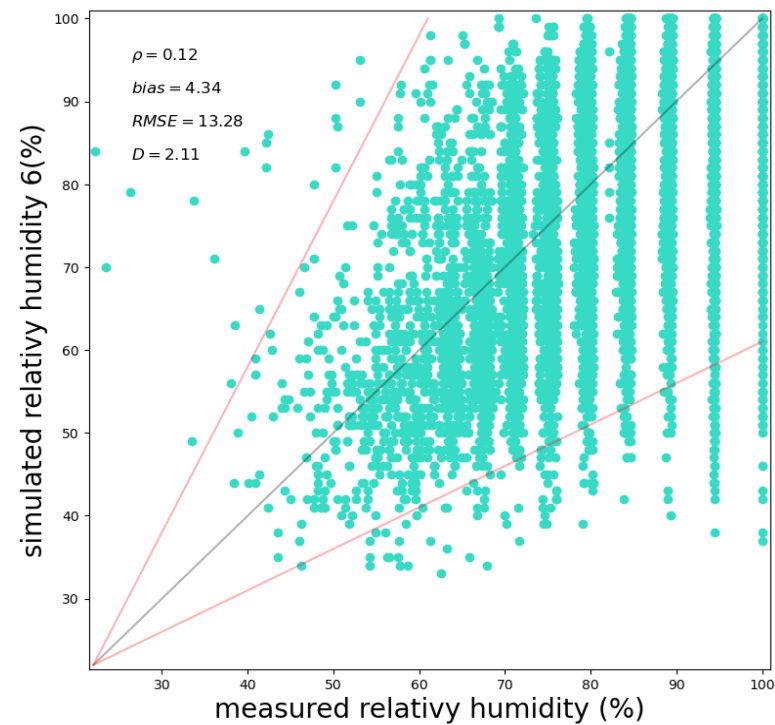


Figure 7 _ Simulated and measured relative humidity scatterplot in Florianópolis for 2018, with the factor of two lines.

3.1.3 WIND SPEED

The analysis of wind speed shows the worst results, with correlations between 0.13 and 0.38, and a bias that reached 15% of the maximum value. The D was all about 2, between 2.4 and 2.7. The best results were for Florianópolis, where the BIAS was 0.6 m/s.

Boxplot analysis shows that the values are often underestimated (Figure 8), unlike other study done on the wind in the state (Oliveira, 2017). The low resolution used may have affected this analysis more seriously.

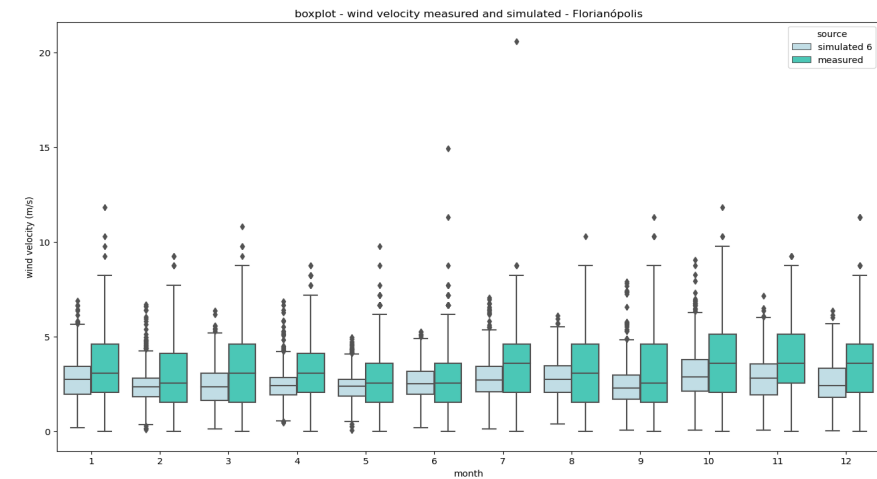


Figure 8 _ Simulated and measured wind speed boxplot in Florianópolis for 2018.

The dispersion graph highlights the poor results mainly for Chapecó and Lages, where factor 2 shows the inadequacy

of most data. For Florianópolis the results of the factor of two display that the results present poor adequacy.

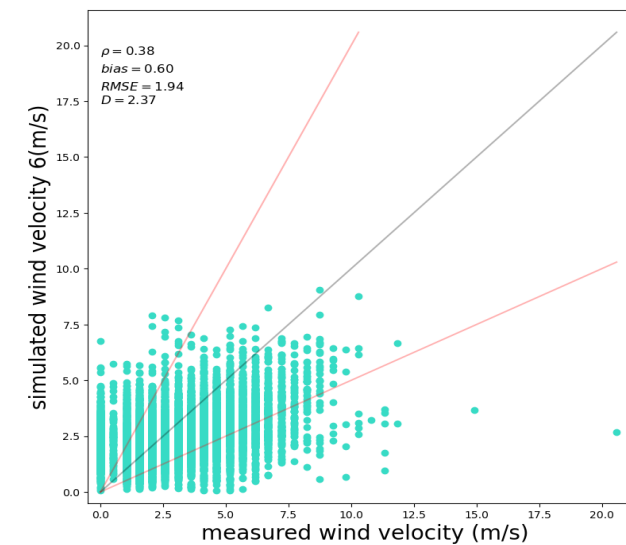


Figure 9 _ Simulated and measured wind speed scatterplot in Florianópolis for 2018, with a factor of two lines.

3.1.4 ATMOSPHERIC PRESSURE

The results for atmospheric pressure are interesting. Two cities had high BIAS, Chapecó, and Florianópolis, but the results of the correlation show a good adjustment for them, standing at 0.73, while the city of Lages showed a correlation of 0.63. We believe that this BIAS is due to the difference

in altitude between the measurement point and the grid point used for comparison. The OD presented above two for the cities of Florianópolis and Chapecó, and below 2 for Lages. The analysis of the boxplot shows a close variation in the three cities, even with the impaired analysis by BIAS.

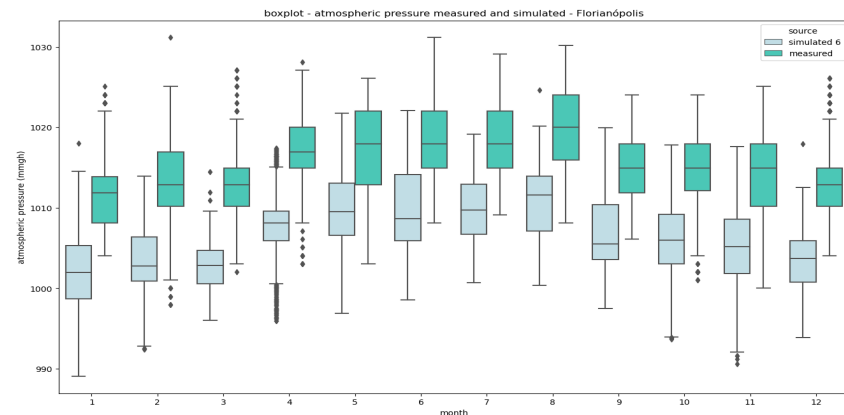


Figure 10 _ Simulated and measured atmospheric pressure boxplot in Florianópolis for 2018.

Due to the BIAS, the analysis of factor 2 ends up being impaired, however, it is possible to observe the adequacy of the data in the

scatter plot.

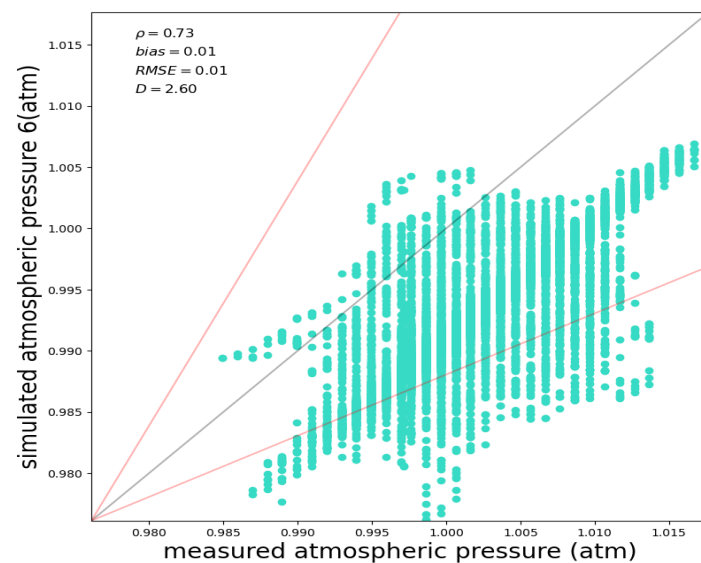


Figure 11 _ Simulated and measured atmospheric pressure boxplot scatterplot in Florianópolis for 2018, with the factor of two lines.

4. CONCLUSION

The WRF can be used as a tool to support research that relates to meteorological factors and health. To ensure better results, it is necessary to know the best configuration for the study site, seeking better results in the modeling. In this study, I learned 3 cities to analyze the sensitivity of 6 combinations of different configurations and we showed that there are relevant percentage variations between the results achieved with each of them.

Thus, for the study situation, it was decided to carry out two different simulations, with different configurations that best suit each region.

We emphasize that the idea would be to use

specific configurations for each type of data, but due to the necessary computational work and the long time required for modeling, this is not a viable reality. Another idea would be to make several rounds with different configurations and use the average of the results, thus guaranteeing a better adjustment, analysis of known assets. However, this would greatly increase the computational work. We emphasize that the results presented here were made with a resolution of 15x15 km, but the final data will be made with a higher resolution of 3x3, so we hope to obtain better results, mainly for the wind speed.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

This work is part of the project “EVALUATION OF THE IMPACT OF VEHICLE EMISSIONS, BURNS, INDUSTRIAL AND NATURAL IN AIR QUALITY IN SANTA CATARINA” contemplated in the Spontaneous Demand Notice of the Research and Innovation Foun-

dation of the State of Santa Catarina (FAPESC), according to the 2018TR499 grant term. The project has the support of the Board Climate Change (DMUC) of the State Secretariat for Sustainable Economic Development (SDS) of Santa Catarina.

6. REFERENCES

Brasil. DATASUS, 2020. Departamento de Informática do SUS. DATASUS: TABNET. Morbidade hospitalar. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/niuf.def>. Acesso em: 15 jan, 2020.

de Almeida Albuquerque, T, T., M. de Fátima Andrade, R. Y. Ynoue, D. M. Moreira, W. L. Andreão, F. S. dos Santos, and E. G. S. Nascimento, 2018: WRF-SMOKE-CMAQ modeling system for air quality evaluation in São Paulo megacity with a 2008 experimental campaign data. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 25, 36555–36569. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3583-9>.

Huang, D., and S. Gao, 2018: Impact of different reanalysis data on WRF dynamical downscaling over China, *Atmos. Res.*, 200, 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.09.017>.

Olivera. André Felipe Spengler, 2017: AVALIAÇÃO DO MODELO WRF NA PREVISIBILIDADE DO VENTO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NA REGIÃO DE LAGUNA - SC / André Felipe Spengler Olivera; orientador, Mário Francisco Leal de Quadro, 42 p.

Ramos, D, N, da S., R, F, da F, Lyra, and R. S, da Silva Júnior, 2013: Previsão do vento utilizando o modelo atmosférico WRF para o Estado de Alagoas. Rev. Bras. Meteorol., <https://doi.org/10.1590/S0102-77862013000200005>.

Sahu, S. K., and Coauthors, 2020: Estimating ground level PM_{2,5} concentrations and associated health risk in India using satellite based AOD and WRF predicted meteorological parameters. Chemosphere, 255, 126969. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126969>.



LABORATÓRIO DE CONTROLE DA QUALIDADE DO AR