

20

25

**ESTUDO DE DISPERSÃO DE  
POLUENTES ATMOSFÉRICOS  
ZURICH AIRPORT BRASIL –  
AEROPORTO DE FLORIANÓPOLIS / SC**



**ENGEAR**  
consultoria

**ESTUDO DE DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS  
REALIZADO EM JANEIRO DE 2025**

Código do relatório: ENGTC\_24169\_CONS\_R.2\_Zurich – FlorianópolisSC

Revisão 00  
Belo Horizonte/MG

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Limites da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis .....	11
Figura 2: Mapa da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis .....	12
Figura 3: Registros Fotográficos dos Geradores do Empreendimento .....	20
Figura 4: Localização do Geradores .....	20
Figura 5: Atividades das Aeronaves no Empreendimento .....	23
Figura 6: Vias do Empreendimento .....	30
Figura 7: Registros Fotográficos das Vias e Veículos no Empreendimento .....	31
Figura 8: Operações de GSEs no Empreendimento .....	51
Figura 9: Caminhão Tanque de combustível operando no empreendimento .....	52
Figura 10: Localização da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) .....	54
Figura 11: Relação entre a quantidade de pousos e decolagens, por aeronave, e a emissão de poluentes atmosféricos .....	55
Figura 12: Relação entre a quantidade de LTO e porcentagem de emissões de poluentes gerados pelas aeronaves mais utilizadas na Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis.....	56
Figura 13: Emissão percentual por poluente para geradores - Zurich Airport Brasil - Aeroporto de Florianópolis .....	57
Figura 14: Quantidade e tipo de veículos que transitam, por hora, por cada via de tráfego na Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis.....	58
Figura 15: Relação de emissão por poluente nas vias de tráfego, por exaustão de veículos automotores da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis .....	59
Figura 16: Relação percentual de emissão por aeronaves de curta duração e de longa duração pela Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis .....	59
Figura 17: Emissão por poluentes do uso de equipamentos de suporte do solo – Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis .....	60
Figura 14: Porcentagem comparativa para a emissão de VOC na Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis devido abastecimento de aeronaves e ETE.....	61
Figura 19: Contribuição percentual das emissões de poluentes atmosféricos por fonte emissora – Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis.....	62
Figura 20: Contribuição de cada tipo de poluente – Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis/SC.....	63
Figura 21: Quadrado 10x10 km para determinação do Albedo e Razão de Bowen e círculo de raio de 1 km para determinação da Rugosidade de Superfície da região próxima à Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis .....	65

Figura 22: Frequência de distribuição .....	68
Figura 23: Rosa dos ventos.....	69
Figura 24: Hipsometria da região .....	70
Figura 25: Receptores Sensíveis próximos à Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis .....	72
Figura 26: Pluma de Dispersão de PTS diária.....	75
Figura 27: Pluma de Dispersão de PTS Anual .....	76
Figura 28: Pluma de dispersão de PM <sub>10</sub> diária .....	77
Figura 29: Pluma de dispersão de PM <sub>10</sub> Anual .....	78
Figura 30: Pluma de dispersão de PM <sub>2,5</sub> diária .....	79
Figura 31: Pluma de dispersão de PM <sub>2,5</sub> Anual.....	80
Figura 32: Pluma de Dispersão de SO <sub>2</sub> diária .....	81
Figura 33: Pluma de Dispersão de SO <sub>2</sub> Anual.....	82
Figura 34: Pluma de Dispersão de NO <sub>2</sub> horária .....	84
Figura 35: Pluma de Dispersão de NO <sub>2</sub> Anual .....	85
Figura 36: Pluma de Dispersão de CO para 8 horas.....	86
Figura 37: Pluma de Dispersão de HC horária .....	88
Figura 38: Pluma de Dispersão de HC anual.....	88
Figura 39: Pluma de Dispersão de VOC horária .....	90
Figura 40: Pluma de Dispersão de VOC anual.....	90
Figura 41: Porcentagem de contribuição das emissões de NO <sub>2</sub> decorrente das operações .....	92
Figura A- I: Circulação geral da atmosfera .....	101
Figura A- II: Rosa dos ventos para a cidade de Florianópolis/SC através dos dados da estação do REDEMET .....	106
Figura A- III: Distribuição de frequência de velocidade do vento para a estação do REDEMET .....	106
Figura A- IV: Variação da velocidade média mensal e direção média mensal do vento .....	107
Figura A- V: Variação da cobertura de nuvens média mensal em décimos e da radiação solar média mensal em W/m <sup>2</sup> .....	107
Figura A- VI: Variação da temperatura média mensal e da precipitação acumulada média mensal.....	108
Figura A- VII: Variação da densidade média mensal do ar e da frequência de calmarias.....	108
Figura A- VIII: Frequência de ocorrência das classes de estabilidade – período diurno .....	110
Figura A- IX: Frequência de ocorrência das classes de estabilidade – período noturno.....	111

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Padrões de Qualidade do Ar .....	18
Tabela 2: Fatores de emissão das constantes para cálculo da combustão dos geradores .....	21
Tabela 3: Características do óleo diesel utilizado nos geradores do Aeroporto de Florianópolis .....	21
Tabela 4: Características dos geradores e condições do fluxo de emissão.....	21
Tabela 5: Inventário de Emissões por Aeronaves .....	24
Tabela 6: Valores das constantes para cálculo da emissão de vias pavimentadas .....	32
Tabela 7: Inventário de Emissão das Vias Pavimentadas.....	34
Tabela 8: Inventário de Emissão dos Veículos nas vias pavimentadas.....	37
Tabela 9: Tempos padrão de operação da APU .....	38
Tabela 10: Fatores de Emissão por Fluxo de Combustível .....	39
Tabela 11: Inventário de Emissão das APUs.....	40
Tabela 12: Fatores de Emissão para as operações em solo dos veículos e equipamentos de apoio (GSE).....	47
Tabela 13: Inventário de Emissão dos Equipamentos de Suporte em Solo.....	48
Tabela 14: Fatores de Emissão de VOC durante o abastecimento, dependente do tipo de combustível.....	52
Tabela 15: Inventário de Emissão durante o abastecimento de aeronaves.....	53
Tabela 16: Inventário de Emissão da ETE em 2023 .....	53
Tabela 17: Emissão total (em toneladas) por fonte emissora e tipo de poluente decorrente das atividades da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis.....	62
Tabela 18: Determinações da cobertura do solo.....	65
Tabela 19: Valores de albedo para cada quadrante e a média aritmética final.....	66
Tabela 20: Valores de Razão de Bowen para cada setor e a média geométrica final .....	67
Tabela 21: Coeficiente de Rugosidade para cada quadrante e a média geométrica final.....	67
Tabela 22: Receptores Sensíveis .....	72
Tabela 23: Concentrações de PTS diário e anual .....	74
Tabela 24: Concentrações de PM <sub>10</sub> Diário e Anual.....	76
Tabela 25: Concentrações de PM <sub>2,5</sub> Diário e Anual .....	78
Tabela 26: Concentrações de SO <sub>2</sub> diário e anual.....	80
Tabela 27: Concentrações de NO <sub>2</sub> horário e anual.....	82
Tabela 28: Concentrações de Monóxido de Carbono para 8 horas .....	86
Tabela 29: Concentrações de HC horário e anual .....	87

Tabela 30: Concentrações de VOC horário e anual .....	89
Tabela A- I: Valores definidos para validade dos dados dos parâmetros básicos do AERMOD .....	102
Tabela A- II: Valores definidos para validade dos dados dos demais parâmetros fornecidos pelo INMET .....	103
Tabela A- III: Controle de qualidade dos dados da estação meteorológica para o período mencionado sem o método da interpolação.....	103
Tabela A- IV: Controle de qualidade dos dados da estação meteorológica para período mencionado com o método da interpolação .....	103
Tabela A- V: Validação da qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2021 a 31/12/2021).....	104
Tabela A- VI: Validação da qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2022 a 31/12/2022).....	104
Tabela A- VII: Validação da qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2023 a 31/12/2023).....	104
Tabela A- VIII: Controle de qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2021 a 31/12/2021).....	104
Tabela A- IX: Controle de qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2022 a 31/12/2022).....	105
Tabela A- X: Controle de qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2023 a 31/12/2023).....	105
Tabela A- XI: Classificação da estabilidade atmosférica de Turner .....	109

## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1 DADOS DO EMPREENDIMENTO.....	10
1.2 DADOS DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA .....	10
1.3 EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA.....	10
<b>2 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>11</b>
2.1 PROCESSO PRODUTIVO.....	12
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
3.1 DISPERSÃO DE POLUENTES NA ATMOSFERA.....	14
3.2 MODELO DE DISPERSÃO AERMOD <i>VIEW</i> .....	15
<b>4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>17</b>
<b>5 INVENTÁRIO DAS FONTES DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS .....</b>	<b>19</b>
5.1 FONTES ESTACIONÁRIAS.....	19
5.1.1 <i>Geradores à Diesel</i> .....	19
5.2 FONTES NÃO ESTACIONÁRIAS .....	22
5.2.1 <i>Aeronaves</i> .....	22
5.2.2 <i>Vias de Tráfego de Veículos</i> .....	30
5.2.3 <i>Unidade Auxiliar de Energia - APU</i> .....	38
5.2.4 <i>Equipamentos de Apoio no “Lado Ar”</i> .....	46
5.2.5 <i>Estação de Tratamento de Efluente - ETE</i> .....	53
<b>6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DO INVENTÁRIO .....</b>	<b>55</b>
6.1 AERONAVES.....	55
6.2 GERADORES .....	56
6.3 VEÍCULOS AUTOMOTORES (LADO TERRA).....	57
6.4 UNIDADE AUXILIAR DE ENERGIA – APU .....	59
6.5 EQUIPAMENTOS DE APOIO - “LADO AR” .....	60
6.5.1 <i>Emissões dos Equipamentos de Suporte em Solo – GSE</i> .....	60
6.5.2 <i>Abastecimento de Aeronaves e Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)</i> .....	60
6.6 EMISSÕES TOTAIS E CONTRIBUIÇÃO DAS FONTES .....	61
<b>7 DADOS METEOROLÓGICOS.....</b>	<b>64</b>

7.1 ALBEDO .....	66
7.2 RAZÃO DE BOWEN .....	66
7.3 RUGOSIDADE.....	67
<b>8 MODELAGEM DA DISPERSÃO ATMOSFÉRICA .....</b>	<b>68</b>
8.1 PROCESSAMENTO DOS DADOS METEOROLÓGICOS (AERMET) .....	68
8.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS TOPOGRÁFICOS (AERMAP) .....	69
8.3 PROCESSAMENTO DO MODELO DE DISPERSÃO AERMOD .....	70
8.3.1 Controle .....	70
8.3.2 Fontes de Emissão .....	71
8.3.3 Receptores Sensíveis .....	72
8.3.4 Efeito Downwash .....	73
8.3.5 Meteorologia.....	73
8.3.6 Saída.....	73
<b>9 RESULTADOS DA MODELAGEM DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA .....</b>	<b>74</b>
9.1 PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO (PTS).....	74
9.2 CONCENTRAÇÃO DE PARTÍCULAS INALÁVEIS (PM <sub>10</sub> ) .....	76
9.3 CONCENTRAÇÃO DE PARTÍCULAS RESPIRÁVEIS (PM <sub>2,5</sub> ) .....	78
9.4 DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO <sub>2</sub> ).....	80
9.5 DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO <sub>2</sub> ) .....	82
9.6 MONÓXIDO DE CARBONO (CO) .....	85
9.6 HIDROCARBONETOS (HC).....	87
9.6 COMPOSTOS ORGÂNICO VOLÁTEIS (VOC) .....	89
<b>10 PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....</b>	<b>91</b>
<b>11 CONCLUSÕES.....</b>	<b>93</b>
<b>12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE – VALIDAÇÃO METEOROLÓGICA .....</b>	<b>99</b>

## 1 APRESENTAÇÃO

O Estudo de Dispersão de Poluentes Atmosféricos (EDA) é uma análise técnica que avalia o impacto potencial das emissões atmosféricas na qualidade do ar das áreas ao redor de um empreendimento, considerando as características específicas de cada operação. Por isso, a Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis solicitou a elaboração deste estudo de forma a determinar o impacto na qualidade do ar causado pela emissão dos poluentes proveniente de suas atividades. Os poluentes considerados no estudo são: as três frações de material particulado (PTS, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) e Hidrocarbonetos (HC).

A simulação foi realizada com o software AERMOD *View* e seus pré-processadores meteorológico e topográfico, recomendado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) e órgãos ambientais em todo o Brasil. As concentrações estimadas na modelagem foram comparadas com os limites de concentração estabelecidos pela legislação de qualidade do ar vigente, CONAMA 506/2024, além dos valores recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Ademais, foi realizada uma análise crítica do comportamento das plumas de dispersão dos poluentes oriundas do processo produtivo em questão.

### 1.1 Dados do empreendimento

<b>Razão Social</b>	Aeroporto Internacional de Florianópolis S.A.
<b>CNPJ</b>	27.884.178/0001-75
<b>Endereço</b>	Via TR-VP-003, 6200 – Novo Terminal do Aeroporto, Florianópolis – SC. CEP: 88.047-902
<b>Contato</b>	luana.hencker@zurichairportbrasil.com

### 1.2 Dados da empresa responsável pelo Estudo de Dispersão Atmosférica

<b>Razão Social</b>	ENGEAR Consultoria LTDA
<b>CNPJ</b>	32.998.954/0001-21
<b>Endereço</b>	Rua Suzana Maria, 191, Bairro Paquetá, Belo Horizonte - MG.
<b>Registro no CREA</b>	81513
<b>Contato</b>	Raisa Sant'Ana / contato@engearconsultoria.com.br

### 1.3 Equipe técnica responsável pelo Estudo de Dispersão Atmosférica

Nome	Formação	Conselho de Classe	CTF	Atribuição
Rafael M. Frenhe	Meteorologia	CREA SP 5069259772	6264036	Responsável Técnico
Raisa H. S. Cesar	Engenharia Química	CREA MG 242749/D	7353958	Responsável Técnico
Heloísa C. Barbosa	Engenharia Química	-	8038539	Análise Crítica do Relatório
Victor P. O. M. Nunes	Graduando em Engenharia Ambiental	-	8755512	Elaboração do Relatório

## 2 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Aeroporto Internacional de Florianópolis, oficialmente denominado Aeroporto Hercílio Luz, é um dos principais polos de conexão aérea da região sul do Brasil. Além de ser uma das principais portas de entrada para o estado, desempenha um papel estratégico no transporte aéreo doméstico e internacional, tanto de passageiros quanto de carga.

Localizado no município de Florianópolis, Santa Catarina, o aeroporto está situado a aproximadamente 15 km do centro da capital, nas coordenadas UTM Sirgas 2000, zona 22 J, longitude 742420 m E e latitude 6936825 m S, conforme ilustrado na Figura 1.

**Figura 1: Limites da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis**



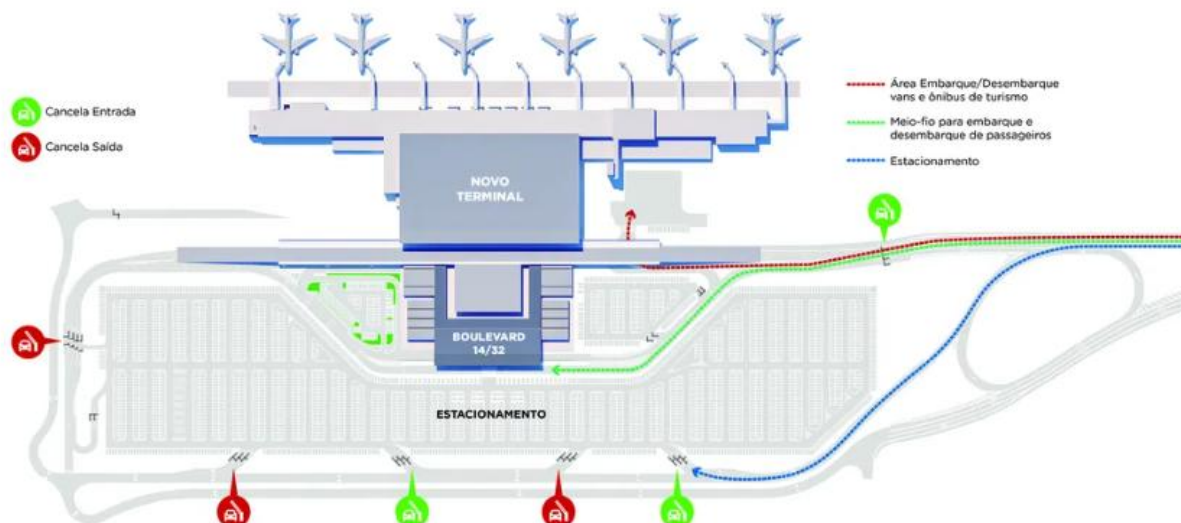
Fonte: Autores (2025)

Desde 2018, a gestão do aeroporto está sob responsabilidade da Zurich Airport Brasil, subsidiária do grupo internacional Zurich Airport, que detém 100% da operação dos aeroportos de Florianópolis, Macaé, Natal e Vitória por meio de contratos de concessão com duração de 30 anos. Como parte do plano de outorga da concessão, foi construído um novo terminal de passageiros, com capacidade para 8 milhões de usuários por ano. O terminal foi inaugurado em 28 de setembro de 2019 e entrou em operação regular em 1º de outubro do mesmo ano (ZURICH AIRPORT BRASIL, 2025).

## 2.1 Processo Produtivo

O processo produtivo da Zurich Airport Brasil - Aeroporto de Florianópolis é estruturado para atender às demandas nacionais e internacionais de passageiros e cargas na região. O novo terminal, inaugurado em 2019, possui 49 mil m<sup>2</sup> e capacidade para 8 milhões de passageiros por ano, conforme ilustrado no mapa da Figura 2 (FLORIAPA AIRPORT , 2025).

**Figura 2: Mapa da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis**



Fonte: Aeroporto Florianópolis (2025)

Além disso, a gestão internacional do aeroporto garante um ambiente que vai além do embarque e desembarque de passageiros. Com espaços de convivência, áreas para exposições culturais, ampla oferta de serviços, e opções gastronômicas, o local se tornou um ponto estratégico tanto para encontros de negócios quanto para atividades cotidianas. Para isso, conta com cerca de 5 mil m<sup>2</sup> de área comercial, incluindo uma praça de alimentação (FLORIAPA AIRPORT , 2025).

A Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis tem investido fortemente em infraestrutura para consolidar o aeroporto como um hub logístico da região Sul do país, tornando-se uma referência nacional no transporte aéreo de cargas. Atualmente, opera 3 (três) rotas cargueiras regulares entre Miami e Florianópolis e 2 (duas) rotas semanais para Europa. Em breve, será iniciada uma nova rota comercial para Lisboa, com expectativa de movimentação de 300 toneladas de carga por mês (FLORIAPA AIRPORT , 2025).

Entretanto, as operações da Zurich Airport Brasil - Aeroporto de Florianópolis estão associadas a diversas fontes de emissão de poluentes atmosféricos, que podem impactar a qualidade do ar na região. Entre as principais fontes estão as Unidades Auxiliares de Energia

(APU), responsáveis pela geração de poluentes durante o funcionamento das aeronaves em solo. Além disso, os Equipamentos de Suporte em Solo (GSE), utilizados para logística de abastecimento, manutenção e reboque de aeronaves, também contribuem significativamente para emissões atmosféricas.

O abastecimento de geradores e aeronaves libera compostos voláteis e outros gases na atmosfera, enquanto o tráfego de veículos nas vias internas e externas do aeroporto provoca emissões por exaustão e pela ressuspensão de partículas no ambiente. A movimentação de aeronaves em baixa altitude, inferior a 3.000 pés (914 metros), também é uma importante fonte de emissões por exaustão, que pode impactar diretamente a qualidade do ar nos limites do empreendimento.

Adicionalmente, a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) presente no aeroporto contribui para as emissões de poluentes em decorrência dos diferentes processos e operações realizados em sua unidade.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Dispersão de poluentes na atmosfera

A concentração de um poluente na atmosfera é influenciada diretamente pelas condições naturais do meio e condições físicas de emissão. Ou seja, a efetividade de uma dispersão de poluente na atmosfera varia em função de alguns fatores determinantes, como a intensidade de emissões do empreendimento, fenômenos de transporte, condições meteorológicas e topográficas locais, bem como as propriedades químicas e físicas do poluente.

No processo de dispersão de um poluente na atmosfera há três momentos distintos que são: a emissão, o transporte e a imissão. A emissão é o momento que o poluente é lançado na atmosfera por uma determinada fonte. O transporte é o processo de deslocamento e movimentação desse poluente na atmosfera. Por sua vez, a imissão é a chegada do poluente em um receptor (RAMASWAMI, MILFORD e SMALL, 2005).

O conceito denominado camada de mistura ou camada limite é definida como a região mais baixa da atmosfera, com altura típica de 1 km, onde acontecem os efeitos oriundos da superfície, através de trocas verticais de momento, calor e mistura de massas de ar. Nesta camada os processos atmosféricos são influenciados por uma região de turbulência que gera mistura do ar, difusão e transporte dos poluentes, sofrendo influência dos seguintes parâmetros meteorológicos: velocidade do vento, direção, radiação solar, estabilidade atmosférica e precipitação (LIU e LIPTÁK, 1997).

Alguns fatores influenciam diretamente no transporte e, conseqüentemente, na dispersão dos poluentes pela atmosfera. Destacam-se os fatores que dependem da fonte emissora, tais como: taxa de emissão, velocidade de saída do gás, temperatura do gás, altura da chaminé. Outros fatores importantes são as condições meteorológicas e por fim, as propriedades químicas e físicas do efluente atmosférico (RAMASWAMI, MILFORD e SMALL, 2005).

As condições meteorológicas, especificamente, têm um papel determinante no deslocamento do poluente entre a fonte e o receptor. Visto que os poluentes, após serem emitidos por uma fonte, passam a comportar-se conforme os parâmetros meteorológicos locais. Essas condições naturais, encontradas durante o transporte na atmosfera, podem influenciar no sentido de deslocamento, provocar movimentos verticais, movimentos horizontais, turbulência atmosférica, dentre outros fenômenos. O movimento horizontal é governado principalmente pelos ventos dominantes, ou seja, pelos ventos ativos ou que possuem força suficiente para não permitirem que os poluentes se acumulem, os dispersando. O movimento vertical, por outro,

acontece em menor escala e é provocado pelo processo convectivo da atmosfera, sendo responsável pela formação de nuvens e chuva.

Na condição em que a atmosfera está instável, a dispersão de poluentes é mais efetiva e isso ocorre devido ao forte aquecimento da superfície que gera correntes ascendentes quentes e descendentes frias, impactando na oscilação do vento. Ademais, condições atmosféricas instáveis são caracterizadas pelo aumento de turbulência e pela extensão do movimento vertical da pluma, diminuindo a concentração no centro da pluma e afetando áreas mais próximas das fontes emissoras. A condição de atmosfera neutra, por sua vez, permite também a dispersão de poluentes, mas com uma menor efetividade que as condições instáveis. Já uma atmosfera estável dificulta o movimento de massas de ar, uma vez que essas situações ocorrem principalmente à noite ou momentos com pouco vento, quando a variação vertical da temperatura é baixa (LIU e LIPTÁK, 1997).

A topografia influencia principalmente na meteorologia, alterando a circulação atmosférica de pequena escala e local, contribuindo com a estabilidade atmosférica, transporte e dispersão de poluentes. Isso ocorre devido à resistência ao movimento do vento provocado pela rugosidade da superfície. Uma topografia irregular com presenças de serras, picos ou vales, provoca a diminuição da velocidade dos ventos, limitando assim a movimentação horizontal dos poluentes, e, então, a dispersão passa a depender do movimento vertical do ar. Ademais, grandes obstáculos como serras ou prédios altos podem provocar o efeito *downwash*, que se refere ao abaixamento da pluma devido às mudanças dos padrões do vento (LIU e LIPTÁK, 1997).

### 3.2 Modelo de Dispersão AERMOD View

Os modelos numéricos de dispersão atmosférica permitem estimar a concentrações de poluentes, identificação de áreas críticas e previsão de cenários futuros. Porém, os resultados obtidos por estes programas dependem do detalhamento e precisão dos dados de entrada, como inventário de emissões, dados meteorológicos e topográficos da área de estudo (FEAM, 2015).

Diversos modelos de simulação são utilizados para estimar a concentração de poluentes na atmosfera. A US-EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) recomenda o AERMOD para simulação do comportamento dos poluentes na atmosfera para distâncias de até 50 km do local de estudo. Além disso, em 2015, a US-EPA substituiu o modelo CALINE pelo software AERMOD como modelo oficial para simulação de fontes móveis porque o AERMOD possui melhor desempenho, precisão, aplicabilidade para outros tipos de projetos e por possuir dados meteorológicos mais representativos (EPA, 2017a). No Brasil, órgãos ambientais

estaduais sugerem a utilização do modelo AERMOD desenvolvido pela USEPA para Avaliação de Impacto Ambiental dos empreendimentos, como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) do estado de São Paulo (CETESB, 2024), Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) em Minas Gerais (FEAM, 2015; FEAM, 2019a; FEAM, 2019b) e Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) no estado do Rio Grande do Sul (EPA, 2017a).

O software AERMOD é desenvolvido pela Sociedade Americana de Meteorologia (MAS) e Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, o qual é composto por dois pré-processadores (AERMET e AERMAP) e o modelo de dispersão AERMOD. O AERMET utiliza os dados meteorológicos representativos para o domínio simulado e características de superfície com base nos cálculos de Albedo, Razão de Bowen e Rugosidade que consideram o uso e ocupação do solo local. Esses parâmetros auxiliam o software a determinação da camada limite planetária (velocidade de fricção, altura de mistura, dentre outros) e caracterização adequada da capacidade dispersiva da atmosfera (EPA, 2016; EPA, 2018).

O AERMAP caracteriza o terreno e gera a malha receptora para o modelo de dispersão a fim de calcular a influência da altura do terreno associado a cada malha receptora e aos receptores discretos determinados (EPA, 2016). Entende-se por receptores discretos (ou sensíveis) locais que merecem atenção quanto à qualidade do ar, como: escolas, hospitais e núcleos de grande contingente populacional.

O modelo de pluma do AERMOD segue um estado estacionário (considerando um volume de controle arbitrário em um sistema de coordenadas fixas em relação ao solo, lidando com precisão e eficiência em problemas envolvendo dispersão) e a distribuição da concentração segue uma distribuição gaussiana (normal), tanto na horizontal, quanto na vertical (MOREIRA e TIRABASSI, 2004). O algoritmo do modelo é aplicado para alcance de até 50 km de distância da fonte emissora, com características do tipo pontual, de área ou volumétrica, além do lançamento ser do tipo constante ou variável. O AERMOD é aplicado para áreas urbanas e rurais, terrenos complexos e planos, bem como lançamentos elevados ou de superfície. Na saída do programa é gerado um resumo de concentrações médias por receptor e por fonte para os períodos considerados na modelagem (EPA, 2016).

#### 4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A Política Nacional de Qualidade do Ar, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação é disposta pela Lei N° 14.850, sancionada em 02 de maio de 2024, pelo Congresso Nacional. Dessa forma, segundo o artigo 1 da norma, a Política Nacional de Qualidade do Ar dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão da qualidade do ar no território nacional.

Para promover a melhoria da qualidade do ar, os órgãos ambientais estabelecem padrões de emissões e imissões por fontes poluidoras, utilizando o monitoramento da qualidade do ar como uma ferramenta para acompanhar os níveis de poluição e compará-los aos padrões máximos estabelecidos. Esses limites visam proteger a saúde, segurança e o bem-estar da população, além de evitar danos à fauna e flora. Nesse sentido, a Resolução N° 506, de 05 de julho de 2024, emitida pelo Ministério do Meio Ambiente e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelece os padrões de qualidade do ar (Tabela 1) previstos no PRONAR (Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar) e os divide em duas categorias:

a) Padrões de qualidade do ar intermediários (PI): padrões estabelecidos como valores temporários a serem cumpridos de forma progressiva;

b) Padrão de qualidade do ar final (PF): valores guia definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2021.

Os Padrões de Qualidade do Ar são implementados e exigidos em cinco fases sequenciais, conforme estabelecido na CONAMA 506/2024. A data de vigência do presente estudo refere-se ao Padrão da Qualidade do Ar Intermediário PI-2.

No entanto, para os poluentes monóxido de carbono (CO), partículas totais em suspensão (PTS) e Chumbo (Pb), o padrão final já foi adotado a partir da publicação da Resolução CONAMA n° 506/2024. Os demais poluentes – Material Particulado (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Ozônio (O<sub>3</sub>) e Fumaça - seguem atualmente o padrão PI-2, que se tornou vigente até o início de 2025.

**Tabela 1: Padrões de Qualidade do Ar**

Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PF	
		$\mu\text{g.m}^{-3}$	$\mu\text{g.m}^{-3}$	$\mu\text{g.m}^{-3}$	$\mu\text{g.m}^{-3}$	$\mu\text{g.m}^{-3}$	ppm
Material Particulado - PM <sub>10</sub>	24 horas	120	100	75	50	45	-
	Anual <sup>1</sup>	40	35	30	20	15	-
Material Particulado - PM <sub>2,5</sub>	24 horas	60	50	37	25	15	-
	Anual <sup>1</sup>	20	17	15	10	5	-
Dióxido de Enxofre - SO <sub>2</sub>	24 horas	125	50	40	40	40	-
	Anual <sup>1</sup>	40	30	20	20	20	-
Dióxido de Nitrogênio - NO <sub>2</sub>	1 hora <sup>2</sup>	260	240	220	200	200	-
	Anual <sup>1</sup>	60	50	45	40	10	-
Ozônio - O <sub>3</sub>	8 hora <sup>3</sup>	140	130	120	100	100	-
Fumaça	24 horas	120	100	75	50	45	-
	Anual <sup>1</sup>	40	35	30	20	15	-
Monóxido de Carbono - CO	8 horas <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	9
Partículas Totais em Suspensão – PTS	24 horas	-	-	-	-	240	-
	Anual <sup>4</sup>	-	-	-	-	80	-
Chumbo – Pb <sup>5</sup>	Anual <sup>1</sup>	-	-	-	-	0,5	-

Fonte: MMA (2024)

<sup>1</sup> Média aritmética anual

<sup>2</sup> Média horária

<sup>3</sup> Máxima média móvel obtida no dia

<sup>4</sup> Média geométrica anual

<sup>5</sup> Medido nas partículas totais em suspensão

## 5 INVENTÁRIO DAS FONTES DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

Para elaboração do inventário de emissões da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis/SC utilizou-se como base as informações relativas à sua operação, fornecidas pela equipe técnica da empresa. A partir dessas informações, foram adotados metodologias e fatores de emissões disponíveis na literatura técnica mundial como as diretrizes da ICAO (Organização Internacional da Aviação Civil), EMEP/EEA (Agência Ambiental da Europa), AP42 USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos), CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente) e NPI (*National Pollutant Inventory – Government Australian*).

Os poluentes abordados referem-se aos de impacto local na qualidade do ar, como: os materiais particulados em suas diferentes granulometrias (PTS, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) e Hidrocarbonetos (HC).

Ressalta-se que, no estudo em questão, as emissões de ozônio (O<sub>3</sub>) e chumbo (Pb) não foram contempladas devido às limitações metodológicas e à natureza das fontes emissoras do aeroporto. O ozônio é um poluente secundário, formado a partir de reações fotoquímicas entre precursores, como NO<sub>x</sub> e VOC, na presença da radiação solar. Dito isso, não há na literatura uma metodologia específica para quantificar o O<sub>3</sub> nesse contexto. Ademais, o software regulatório AERMOD não é capaz de estimar as emissões de origem secundária. Quanto ao chumbo, sua exclusão se deve à ausência de fatores específicos para sua estimativa nas metodologias de referência disponíveis. Conforme CONAMA 506/2024, o chumbo é um parâmetro a ser monitorado em áreas específicas, em função da tipologia das fontes de emissões atmosféricas e a critério do órgão ambiental competente. Setor aéreo não é uma fonte de emissão característica deste poluente.

### 5.1 Fontes Estacionárias

#### 5.1.1 Geradores à Diesel

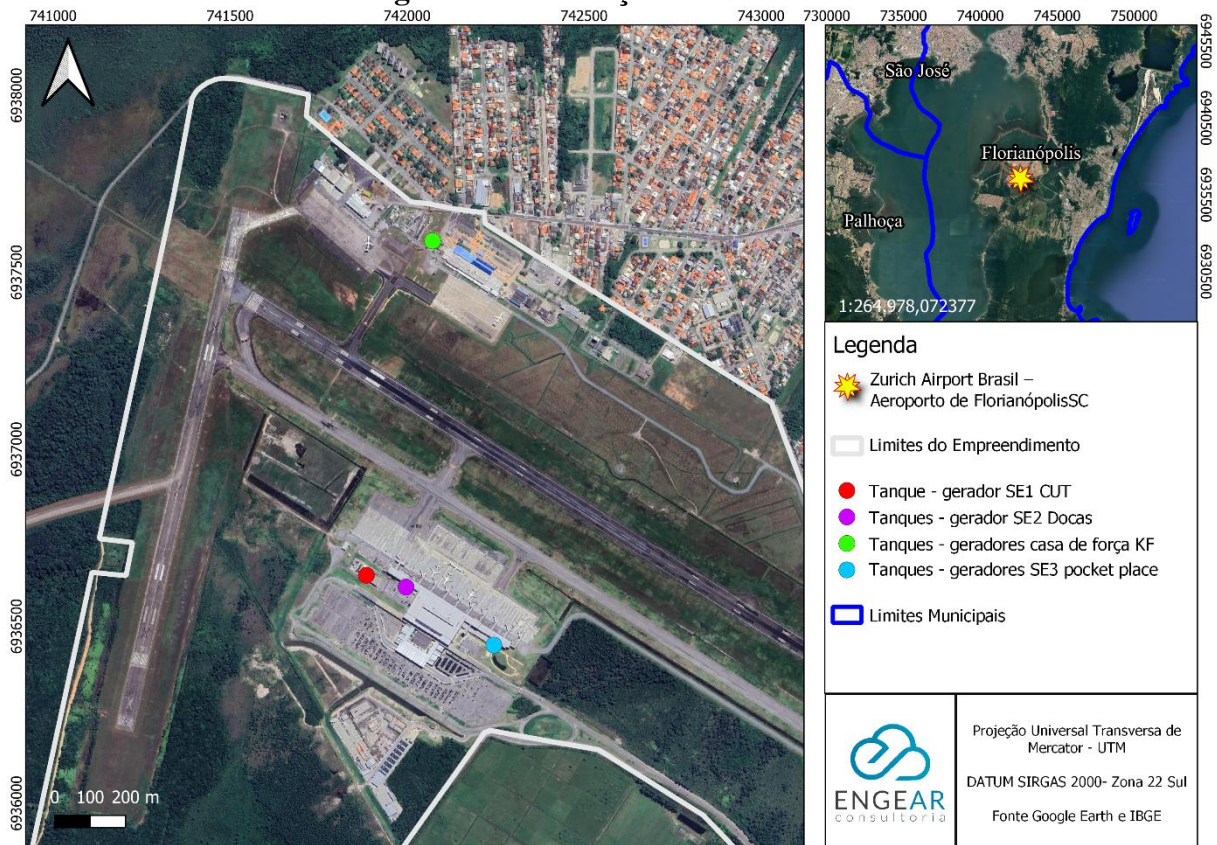
Conforme dados fornecidos pela Zurich Airport Brasil – Aeroporto De Florianópolis, os geradores do empreendimento foram utilizados de forma pontual nos meses de janeiro, março, maio, agosto e setembro. Durante o ano o consumo total de diesel destinado ao funcionamento e à manutenção desses equipamentos foi de aproximadamente 23.650,00 litros. A Figura 3 apresenta registros fotográficos de alguns desses equipamentos no empreendimento, enquanto a Figura 4 a localização desses equipamentos.

**Figura 3: Registros Fotográficos dos Geradores do Empreendimento**



Fonte: Autores (2025)

**Figura 4: Localização do Geradores**



Fonte: Autores (2025)

O processo de compressão e combustão do diesel nesses geradores resulta na liberação de poluentes de escape diretamente para a atmosfera, contribuindo para as emissões do empreendimento. Como os geradores possuem potência inferior a 600 hp, foi utilizada a

metodologia descrita na AP42, volume 1, subitem 3.3 da EPA (1996), para determinação dos fatores de emissão associados a esses equipamentos, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2: Fatores de emissão das constantes para cálculo da combustão dos geradores**

Poluentes	Fatores de Emissão (lb/MMBtu)	Fatores de Emissão (g/kcal)
NO <sub>x</sub>	4,41	7,93E-03
CO	0,95	1,71E-03
SO <sub>2</sub>	0,29	5,22E-04
MP <sub>10</sub>	0,31	5,58E-04
HC	0,35	6,30E-04

Fonte: EPA (1996)

Contudo, para o emprego de tais fatores é necessário um conhecimento prévio das características físico-químicas do combustível utilizado. As características específicas do diesel consumido no empreendimento são apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3: Características do óleo diesel utilizado nos geradores do Aeroporto de Florianópolis**

Densidade diesel (kg/l)	0,8414
%S diesel S-500 (mg/kg)	500
PCI diesel com 7% de biodiesel (kcal/kg)	9.663

Fonte: ANP (2018) e PETROBRÁS (2020)

Definidos os fatores de emissão, a taxa de emissão de poluentes é calculada conforme Equação 1, proposta por EPA (1996).

$$E = A * EF$$

Equação 1

Onde: E = taxa de emissão (t.ano<sup>-1</sup>); A = atividade: consumo de combustível pelos geradores por tempo (L.mês<sup>-1</sup>) e EF = fator de emissão (kg.L<sup>-1</sup>).

A Tabela 4 apresenta as emissões obtidas da estimativa de uso dos gerados utilizados nas dependências do Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis.

**Tabela 4: Características dos geradores e condições do fluxo de emissão**

Volume de diesel consumido (L) por ano	23.650,0
Massa de diesel consumido (kg) por ano	19.899,1
Energia gerada (kcal) por ano	192.285.099,9
Taxa de Emissão de NO <sub>x</sub> (t/ano)	1,53E+00
Taxa de Emissão de CO (t/ano)	3,29E-01
Taxa de Emissão de SO <sub>2</sub> (t/ano)	1,00E-01
Taxa de Emissão de PM <sub>10</sub> (t/ano)	1,07E-01
Taxa de Emissão de HC (t/ano)	1,21E-01

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

## 5.2 Fontes Não Estacionárias

### 5.2.1 Aeronaves

Os fatores de emissões são estabelecidos com base nas operações das aeronaves em altitudes inferiores a 3.000 pés (914 metros) acima do solo, abrangendo o ciclo de pousos e decolagens - *Landing and Take-Off* (LTO). Esse ciclo é composto pelas etapas de partida e chegada, conforme descrito a seguir (EEA, 1999):

- Partida: inclui o taxi de partida (*Taxi out*), a decolagem (*Take off*) e o início da subida para cruzeiro (*Climb out*).
- Chegada: abrange a aproximação final (*Final approach*), o toque e a corrida de desaceleração (*Landing*) e o taxi de chegada (*Taxi in*).

Para o cálculo das emissões exaustivas, foi levantado o total de ciclos LTO de cada modelo de aeronave, tanto transportadora de cargas quanto de passageiros, que transitaram na Zurich Airport Brasil - Aeroporto de Florianópolis durante o período estipulado. Inicialmente, os fatores de emissão foram definidos com base nos valores disponibilizados pela EMEP/EEA (2023). Para aeronaves do tipo helicóptero, foram utilizados os fatores fornecidos por FOCA (2015). No caso das demais categorias de aeronaves, os valores foram obtidos na literatura da NPI *Airports* (2008).

Ressalta-se que, na metodologia da NPI (2008), os fatores de emissão são apresentados para "Total VOC" (Compostos Orgânicos Voláteis Totais) em vez de HC (Hidrocarbonetos). No entanto, a norma fornece fatores de conversão entre essas duas categorias. Com base nessas informações, foram aplicados os fatores de conversão para determinar o fator de emissão de HC. Para isso, os fatores de emissão de VOC foram divididos por 1,1046 para aeronaves militares, 0,9649 para aeronaves a pistão e 1,0631 para aeronaves a jato e turbina.

Ademais, para as aeronaves denominadas como "172", "2JB", "A19", "A2", "AS5", "AY3" e "CCT", foram adotados os fatores de emissão referentes a aeronaves civis leves de transporte de passageiros com turbina. Para a aeronave "APH", considerou-se os fatores de emissão de aeronaves civis de grande porte com motor a turboélice. Por fim, para as aeronaves denominadas como "XX", adotou-se os fatores de emissão de aeronaves civis pesadas de transporte de passageiros a jato.

Após a determinação do fator de emissão é definida a emissão conforme a Equação 2. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 5.

$$E = A * EF$$

Equação 2

Onde: E = taxa de emissão ( $t.ano^{-1}$ ); A = atividade: taxa de pousos e decolagens realizados por cada tipo de aeronave ( $LTO.mês^{-1}$ ) e EF = fator de emissão ( $kg.LTO^{-1}$ ).

Dessa forma, os fatores de emissões utilizados no presente estudo, bem como a quantidade de LTO realizadas por tipo de aeronave e suas respectivas taxas de emissão, estão listados na Tabela 5. Além disso, a Figura 5 ilustra as aeronaves no empreendimento.

**Figura 5: Atividades das Aeronaves no Empreendimento**



Fonte: Autores (2025)

**Tabela 5: Inventário de Emissões por Aeronaves**

Aeronave	Tipo	LTO	Fatores de Emissão (kg/LTO)					Fonte	Taxa de Emissão (t/ano)				
			NOx	SOx	CO	HC	MP		NOx	SOx	CO	HC	MP
119	Helicóptero (A119)	503	0,211	-	0,289	0,087	0,012	FOCA (2015)	1,06E-01	0,00E+00	1,45E-01	4,39E-02	5,83E-03
172	Civil: Leve e Turbo	597	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	5,77E-01	3,91E-02	3,93E+00	1,88E-01	4,17E-02
206B	Helicóptero (B06)	126	0,085	-	0,458	0,355	0,003	FOCA (2015)	1,07E-02	0,00E+00	5,77E-02	4,47E-02	3,78E-04
295	Comercial	3.045	6,432	0,547	12,129	1,136	0,058	EMEP/EEA (2023)	1,96E+01	1,67E+00	3,69E+01	3,46E+00	1,78E-01
2JB	Civil: Leve e Turbo	171	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	1,65E-01	1,12E-02	1,13E+00	5,37E-02	1,19E-02
319	Comercial (A319)	2.150	7,463	0,579	9,486	1,960	0,061	EMEP/EEA (2023)	1,60E+01	1,24E+00	2,04E+01	4,21E+00	1,31E-01
320	Comercial (A320)	5.650	11,282	0,686	8,245	1,636	0,074	EMEP/EEA (2023)	6,37E+01	3,87E+00	4,66E+01	9,24E+00	4,16E-01
321	Comercial (A320)	2.372	16,751	0,903	5,110	0,074	0,242	EMEP/EEA (2023)	3,97E+01	2,14E+00	1,21E+01	1,75E-01	5,75E-01
330	Comercial (A330)	2	18,098	1,376	14,003	0,451	0,105	EMEP/EEA (2023)	3,62E-02	2,75E-03	2,80E-02	9,02E-04	2,11E-04
332	Comercial (A332)	28	35,322	1,821	21,190	2,097	0,223	EMEP/EEA (2023)	9,89E-01	5,10E-02	5,93E-01	5,87E-02	6,23E-03
429	Helicóptero (B429)	30	0,150	-	0,672	0,244	0,006	FOCA (2015)	4,51E-03	0,00E+00	2,02E-02	7,31E-03	1,68E-04
44R	Helicóptero (R44)	18	0,019	-	8,450	0,111	0,001	FOCA (2015)	3,42E-04	0,00E+00	1,52E-01	1,99E-03	2,16E-05
500	Jato (C500)	4	0,526	0,119	10,611	3,733	0,046	EMEP/EEA (2023)	2,10E-03	4,75E-04	4,24E-02	1,49E-02	1,86E-04
501	Jato (C501)	2	0,526	0,119	10,611	3,733	0,046	EMEP/EEA (2023)	1,05E-03	2,38E-04	2,12E-02	7,47E-03	9,30E-05
510	Jato (C510)	100	0,495	0,068	2,835	1,817	0,020	EMEP/EEA (2023)	4,95E-02	6,79E-03	2,84E-01	1,82E-01	1,98E-03
550	Jato (C550)	34	0,736	0,151	11,362	6,693	0,061	EMEP/EEA (2023)	2,50E-02	5,13E-03	3,86E-01	2,28E-01	2,06E-03
560	Jato (C560)	10	0,961	0,157	12,284	11,429	0,121	EMEP/EEA (2023)	9,61E-03	1,57E-03	1,23E-01	1,14E-01	1,21E-03
650	Jato (C650)	18	1,690	0,154	4,508	0,787	0,033	EMEP/EEA (2023)	3,04E-02	2,78E-03	8,11E-02	1,42E-02	5,96E-04
680	Jato (C680)	12	2,994	0,231	5,354	0,574	0,023	EMEP/EEA (2023)	3,59E-02	2,77E-03	6,42E-02	6,89E-03	2,73E-04
722	Comercial (B722)	407	12,648	1,241	12,732	0,000	0,137	EMEP/EEA (2023)	5,15E+00	5,05E-01	5,18E+00	6,01E-05	5,57E-02
733	Comercial (B733)	32	7,190	0,658	13,035	0,836	0,062	EMEP/EEA (2023)	2,30E-01	2,11E-02	4,17E-01	2,67E-02	2,00E-03
734	Comercial (B734)	83	9,621	0,753	11,182	0,574	0,076	EMEP/EEA (2023)	7,99E-01	6,25E-02	9,28E-01	4,76E-02	6,29E-03
738	Comercial (B738)	7.332	10,297	0,693	7,997	0,865	0,075	EMEP/EEA (2023)	7,55E+01	5,08E+00	5,86E+01	6,34E+00	5,54E-01
73G	Comercial (B737)	1.177	10,297	0,693	7,997	0,865	0,075	EMEP/EEA (2023)	1,21E+01	8,15E-01	9,41E+00	1,02E+00	8,89E-02
750	Comercial (C750)	8	2,525	0,232	4,777	0,778	0,022	EMEP/EEA (2023)	2,02E-02	1,85E-03	3,82E-02	6,22E-03	1,78E-04
763	Comercial (B763)	202	26,668	1,453	29,645	7,558	0,177	EMEP/EEA (2023)	5,39E+00	2,94E-01	5,99E+00	1,53E+00	3,57E-02
7M8	Comercial (B737)	2.820	10,297	0,693	7,997	0,865	0,075	EMEP/EEA (2023)	2,90E+01	1,95E+00	2,26E+01	2,44E+00	2,13E-01
A139	Helicóptero (A139)	2	0,313	-	0,690	0,250	0,013	FOCA (2015)	6,26E-04	0,00E+00	1,38E-03	5,00E-04	2,54E-05
A19	Civil: Leve e Turbo	66	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	6,38E-02	4,32E-03	4,35E-01	2,07E-02	4,61E-03

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

**Tabela 5 (Continuação): Inventário de Emissões por Aeronaves**

Aeronave	Tipo	LTO	Fatores de Emissão (kg/LTO)					Fonte	Taxa de Emissão (t/ano)				
			NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	CO	HC	MP		NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	CO	HC	MP
A2	Civil: Leve e Turbo	552	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	5,34E-01	3,62E-02	3,64E+00	1,73E-01	3,85E-02
A20N	Comercial (A20N)	1.466	7,069	0,555	6,518	0,092	0,034	EMEP/EEA (2023)	1,04E+01	8,14E-01	9,55E+00	1,35E-01	5,05E-02
A21N	Comercial (A21N)	41	9,472	0,629	7,945	0,096	0,073	EMEP/EEA (2023)	3,88E-01	2,58E-02	3,26E-01	3,92E-03	2,99E-03
A29	Militar: Combate, Leve e Turbo	42	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	1,58E-01	1,06E-02	3,52E-02	1,05E-02	1,13E-02
A30	Comercial	10	23,768	1,291	13,726	1,577	0,160	EMEP/EEA (2023)	2,38E-01	1,29E-02	1,37E-01	1,58E-02	1,60E-03
A31	Militar: Treinamento, Leve e Turbo	20	3,697	0,247	0,811	0,245	0,264	NPI (2008)	7,39E-02	4,94E-03	1,62E-02	4,91E-03	5,28E-03
A32	Civil: Passageiro, Leve e Turbo	6	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	5,80E-03	3,93E-04	3,95E-02	1,89E-03	4,19E-04
A34	Militar: Combate, Leve e Pistão	1.240	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	4,66E+00	3,12E-01	1,04E+00	3,10E-01	3,34E-01
A65	Bimotor (BE65)	14	0,080	0,028	26,436	0,355	-	EMEP/EEA (2023)	1,11E-03	3,97E-04	3,70E-01	4,97E-03	0,00E+00
AB11	Civil: Leve e Pistão	14	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	1,43E-02	9,91E-04	7,56E-02	4,16E-03	1,04E-03
AC50	Utilitário (AC50)	12	0,040	0,011	10,962	0,690	-	EMEP/EEA (2023)	4,84E-04	1,29E-04	1,32E-01	8,28E-03	0,00E+00
AC95	Utilitário (AC95)	2	0,486	0,058	1,996	0,188	-	EMEP/EEA (2023)	9,73E-04	1,16E-04	3,99E-03	3,75E-04	0,00E+00
AF1	Militar: combate, pesado e turbo	4	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	1,50E-02	1,01E-03	3,35E-03	9,99E-04	1,08E-03
AF4	Militar: combate, pesado e turbo	4	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	1,50E-02	1,01E-03	3,35E-03	9,99E-04	1,08E-03
APH	Civil: Grande e Turbo	26	0,811	0,058	7,344	0,332	0,060	NPI (2008)	2,11E-02	1,51E-03	1,91E-01	8,63E-03	1,56E-03
AS5	Civil: Leve e Turbo	1.683	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	1,63E+00	1,10E-01	1,11E+01	5,29E-01	1,17E-01
AT7	Comercial (AT76)	307	1,859	0,167	2,336	0,000	-	EMEP/EEA (2023)	5,71E-01	5,14E-02	7,17E-01	6,12E-06	0,00E+00
AY3	Civil: Leve e Turbo	14	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	1,35E-02	9,17E-04	9,22E-02	4,40E-03	9,77E-04
B01	Helicóptero (206B)	238	0,085	-	0,458	0,355	0,003	FOCA (2015)	2,03E-02	0,00E+00	1,09E-01	8,44E-02	7,14E-04
B20	Civil: Passageiro, Leve e Pistão	60	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	6,11E-02	4,25E-03	3,24E-01	1,78E-02	4,46E-03
B35	Civil: Passageiro, Leve e Pistão	62	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	6,32E-02	4,39E-03	3,35E-01	1,84E-02	4,61E-03
B36	Civil: Passageiro, Leve e Pistão	18	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	1,83E-02	1,27E-03	9,72E-02	5,35E-03	1,34E-03
B47	Militar: Combate, Pesado e Jato	52	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	1,96E-01	1,31E-02	4,36E-02	1,30E-02	1,40E-02
B505	Helicóptero (B505)	64	0,082	-	0,470	0,364	0,003	FOCA (2015)	5,23E-03	0,00E+00	3,01E-02	2,33E-02	1,86E-04
B55	Bimotor	79	0,040	0,011	10,962	0,690	-	EMEP/EEA (2023)	3,19E-03	8,48E-04	8,66E-01	5,45E-02	0,00E+00
B58	Bimotor	85	0,080	0,028	26,436	0,355	-	EMEP/EEA (2023)	6,76E-03	2,41E-03	2,25E+00	3,02E-02	0,00E+00
B90	Bimotor	2	0,416	0,052	5,259	8,384	-	EMEP/EEA (2023)	8,32E-04	1,03E-04	1,05E-02	1,68E-02	0,00E+00
B91	Bimotor	4	0,416	0,052	5,259	8,384	-	EMEP/EEA (2023)	1,66E-03	2,06E-04	2,10E-02	3,35E-02	0,00E+00
B92	Bimotor	8	0,416	0,052	5,259	8,384	-	EMEP/EEA (2023)	3,33E-03	4,13E-04	4,21E-02	6,71E-02	0,00E+00

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

**Tabela 5 (Continuação): Inventário de Emissões por Aeronaves**

Aeronave	Tipo	LTO	Fatores de Emissão (kg/LTO)					Fonte	Taxa de Emissão (t/ano)				
			NOx	SOx	CO	HC	MP		NOx	SOx	CO	HC	MP
B9L	Turboélice (BE9L)	1.076	0,232	0,044	1,604	0,134	-	EMEP/EEA (2023)	2,50E-01	4,75E-02	1,73E+00	1,44E-01	0,00E+00
BE1	Militar: Leve e Pistão	2	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	7,52E-03	5,04E-04	1,68E-03	5,00E-04	5,38E-04
BE2	Militar: Leve e Pistão	2	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	7,52E-03	5,04E-04	1,68E-03	5,00E-04	5,38E-04
BE3	Militar: Leve e Pistão	4	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	1,50E-02	1,01E-03	3,35E-03	9,99E-04	1,08E-03
BE30	Utilitário	15	0,318	0,072	7,064	1,112	-	EMEP/EEA (2023)	4,77E-03	1,08E-03	1,06E-01	1,67E-02	0,00E+00
BE9	Utilitário	44	0,232	0,044	1,604	0,134	-	EMEP/EEA (2023)	1,02E-02	1,94E-03	7,06E-02	5,88E-03	0,00E+00
C02	Bimotor (C402)	4	0,080	0,028	26,436	0,355	-	EMEP/EEA (2023)	3,18E-04	1,14E-04	1,06E-01	1,42E-03	0,00E+00
C150	Civil: Leve e Pistão	8	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	8,15E-03	5,66E-04	4,32E-02	2,38E-03	5,94E-04
C152	Civil: Leve e Pistão	3.193	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	3,25E+00	2,26E-01	1,72E+01	9,50E-01	2,37E-01
C20	Civil: Médio e Pistão	96	0,584	0,051	0,233	0,056	0,048	NPI (2008)	5,61E-02	4,91E-03	2,24E-02	5,33E-03	4,63E-03
C2X	Civil: Médio e Pistão	96	0,584	0,051	0,233	0,056	0,048	NPI (2008)	5,61E-02	4,91E-03	2,24E-02	5,33E-03	4,63E-03
C45	Militar: Carga, Médio e Pistão	5	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	1,88E-02	1,26E-03	4,19E-03	1,25E-03	1,35E-03
C56	Bimotor	85	0,736	0,151	11,362	6,693	0,061	EMEP/EEA (2023)	6,25E-02	1,28E-02	9,66E-01	5,69E-01	5,15E-03
C95	Bimotor	108	0,486	0,058	1,996	0,188	-	EMEP/EEA (2023)	5,25E-02	6,24E-03	2,16E-01	2,03E-02	0,00E+00
CCJ	Jato (C525)	8	1,261	0,143	5,224	1,645	0,041	EMEP/EEA (2023)	1,01E-02	1,14E-03	4,18E-02	1,32E-02	3,29E-04
CCT	Civil: Leve e Turbo	2	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	1,93E-03	1,31E-04	1,32E-02	6,28E-04	1,40E-04
CCX	Jato (C750)	23	2,525	0,232	4,777	0,778	0,022	EMEP/EEA (2023)	5,81E-02	5,33E-03	1,10E-01	1,79E-02	5,12E-04
CJ1	Jato (C525)	327	1,261	0,143	5,224	1,645	0,041	EMEP/EEA (2023)	4,12E-01	4,67E-02	1,71E+00	5,38E-01	1,35E-02
CJ2	Jato (C25A)	100	1,261	0,143	5,224	1,645	0,041	EMEP/EEA (2023)	1,26E-01	1,43E-02	5,22E-01	1,65E-01	4,12E-03
CJ3	Jato (C25B)	80	1,261	0,143	5,224	1,645	0,041	EMEP/EEA (2023)	1,01E-01	1,14E-02	4,18E-01	1,32E-01	3,29E-03
CL30	Jato (CL30)	4	2,777	0,256	5,356	0,201	0,067	EMEP/EEA (2023)	1,11E-02	1,02E-03	2,14E-02	8,03E-04	2,69E-04
CN1	Turboélice (C208)	20	0,139	0,026	1,102	0,113	-	EMEP/EEA (2023)	2,77E-03	5,22E-04	2,20E-02	2,26E-03	0,00E+00
CN2	Turboélice (C208B)	2	0,139	0,026	1,102	0,113	-	EMEP/EEA (2023)	2,77E-04	5,22E-05	2,20E-03	2,26E-04	0,00E+00
CR2	Jato (CRJ2)	38	2,155	0,276	7,365	0,729	0,039	EMEP/EEA (2023)	8,19E-02	1,05E-02	2,80E-01	2,77E-02	1,48E-03
D90	Comercial (MD90)	68	10,764	0,734	5,529	0,064	0,249	EMEP/EEA (2023)	7,32E-01	4,99E-02	3,76E-01	4,37E-03	1,70E-02
DA42	Pistão (DA42)	2	0,075	0,003	0,055	0,015	-	EMEP/EEA (2023)	1,51E-04	6,75E-06	1,10E-04	3,06E-05	0,00E+00
DA6	Turboélice (DH6)	22	0,380	0,061	0,841	0,056	-	EMEP/EEA (2023)	8,35E-03	1,35E-03	1,85E-02	1,24E-03	0,00E+00
DF9	Civil: Médio e Turbo	4	0,811	0,058	7,344	0,332	0,060	NPI (2008)	3,24E-03	2,32E-04	2,94E-02	1,33E-03	2,40E-04
DV20	Civil: Leve e Pistão	12	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	1,22E-02	8,50E-04	6,48E-02	3,57E-03	8,92E-04

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

**Tabela 5 (Continuação): Inventário de Emissões por Aeronaves**

Aeronave	Tipo	LTO	Fatores de Emissão (kg/LTO)					Fonte	Taxa de Emissão (t/ano)				
			NOx	SOx	CO	HC	MP		NOx	SOx	CO	HC	MP
E21	Civil: Leve e Turbo	6	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	5,80E-03	3,93E-04	3,95E-02	1,89E-03	4,19E-04
E30	Civil: Leve e Turbo	88	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	8,51E-02	5,76E-03	5,80E-01	2,76E-02	6,14E-03
E35	Civil: Leve e Turbo	4	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	3,87E-03	2,62E-04	2,64E-02	1,26E-03	2,79E-04
E50	Jato (E50P)	305	0,495	0,068	2,835	1,817	0,020	EMEP/EEA (2023)	1,51E-01	2,07E-02	8,65E-01	5,54E-01	6,05E-03
E55	Jato (E55P)	321	0,736	0,151	11,362	6,693	0,061	EMEP/EEA (2023)	2,36E-01	4,84E-02	3,65E+00	2,15E+00	1,95E-02
E75S	Jato (E75S)	14	4,440	0,405	4,107	0,035	0,027	EMEP/EEA (2023)	6,22E-02	5,66E-03	5,75E-02	4,91E-04	3,83E-04
E90	Turboélice (BE9L)	2	0,232	0,044	1,604	0,134	-	EMEP/EEA (2023)	4,64E-04	8,84E-05	3,21E-03	2,67E-04	0,00E+00
E95	Comercial (E195)	3162	6,432	0,547	12,129	1,136	0,058	EMEP/EEA (2023)	2,03E+01	1,73E+00	3,84E+01	3,59E+00	1,84E-01
EC2	Helicóptero (EC120 / EC20)	72	0,082	-	0,470	0,364	0,003	FOCA (2015)	5,88E-03	0,00E+00	3,38E-02	2,62E-02	2,09E-04
EC5	Helicóptero (EC135 / EC35)	2	0,207	-	1,000	0,769	0,007	FOCA (2015)	4,14E-04	0,00E+00	2,00E-03	1,54E-03	1,40E-05
EM2	Comercial (E120)	80	1,049	0,130	3,452	0,000	-	EMEP/EEA (2023)	8,39E-02	1,04E-02	2,76E-01	1,24E-06	0,00E+00
EM4	Jato regional (E145)	6	3,126	0,272	2,937	0,452	0,027	EMEP/EEA (2023)	1,88E-02	1,63E-03	1,76E-02	2,71E-03	1,64E-04
EM5	Jato regional (E75S)	134	4,440	0,405	4,107	0,035	0,027	EMEP/EEA (2023)	5,95E-01	5,42E-02	5,50E-01	4,70E-03	3,67E-03
EMB	Comercial	170	0,290	0,051	1,429	0,102	-	EMEP/EEA (2023)	4,93E-02	8,72E-03	2,43E-01	1,74E-02	0,00E+00
EMB111	Militar: Leve e Pistão	60	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	2,26E-01	1,51E-02	5,03E-02	1,50E-02	1,61E-02
EMB312	Militar: Combate, Leve e Turbo	126	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	4,74E-01	3,18E-02	1,06E-01	3,15E-02	3,39E-02
EMB312TUCA	Militar: Combate, Leve e Turbo	2	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	7,52E-03	5,04E-04	1,68E-03	5,00E-04	5,38E-04
ER3	Comercial (E135)	26	2,463	0,252	6,221	0,578	0,027	EMEP/EEA (2023)	6,40E-02	6,56E-03	1,62E-01	1,50E-02	7,11E-04
ER4	Comercial (E145)	34	3,126	0,272	2,937	0,452	0,027	EMEP/EEA (2023)	1,06E-01	9,25E-03	9,99E-02	1,54E-02	9,30E-04
F5E	Militar: Combate, Médio e Jato	4	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	1,50E-02	1,01E-03	3,35E-03	9,99E-04	1,08E-03
F7X	Jato (FA7X)	18	3,664	0,360	7,876	0,410	0,101	EMEP/EEA (2023)	6,60E-02	6,48E-03	1,42E-01	7,38E-03	1,82E-03
F8X	Jato (FA8X)	2	4,178	0,379	5,992	0,162	0,099	EMEP/EEA (2023)	8,36E-03	7,57E-04	1,20E-02	3,25E-04	1,97E-04
G55	Civil: Executivo, Pesado e Jato	26	1,282	0,089	13,548	0,607	0,094	NPI (2008)	3,33E-02	2,30E-03	3,52E-01	1,58E-02	2,44E-03
GAL	Bimotor (GALX)	12	2,994	0,231	5,354	0,574	0,023	EMEP/EEA (2023)	3,59E-02	2,77E-03	6,42E-02	6,89E-03	2,73E-04
GRJ	Comercial (G280)	4	2,979	0,266	5,038	0,164	0,059	EMEP/EEA (2023)	1,19E-02	1,06E-03	2,02E-02	6,56E-04	2,37E-04
GRT	Civil: Executivo, Pesado e Jato	6	1,282	0,089	13,548	0,607	0,094	NPI (2008)	7,69E-03	5,32E-04	8,13E-02	3,64E-03	5,62E-04
H2B	Helicóptero (R22)	30	0,017	-	6,970	0,099	0,001	FOCA (2015)	5,16E-04	0,00E+00	2,09E-01	2,98E-03	1,50E-05
H60	Helicóptero (H60)	210	0,575	-	0,725	0,571	0,017	FOCA (2015)	1,21E-01	0,00E+00	1,52E-01	1,20E-01	3,55E-03
HA420	Jato (HDJT)	16	1,261	0,143	5,224	1,645	0,041	EMEP/EEA (2023)	2,02E-02	2,28E-03	8,36E-02	2,63E-02	6,59E-04

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

**Tabela 5 (Continuação): Inventário de Emissões por Aeronaves**

Aeronave	Tipo	LTO	Fatores de Emissão (kg/LTO)					Fonte	Taxa de Emissão (t/ano)				
			NOx	SOx	CO	HC	MP		NOx	SOx	CO	HC	MP
J2J	Jato (JS31)	6	0,486	0,058	1,996	0,188	-	EMEP/EEA (2023)	2,92E-03	3,47E-04	1,20E-02	1,13E-03	0,00E+00
J31	Jato (JS31)	4	0,486	0,058	1,996	0,188		EMEP/EEA (2023)	1,95E-03	2,31E-04	7,99E-03	7,50E-04	0,00E+00
KC39	Militar: Carga, Médio e Turbo	60	2,476	0,168	2,595	0,241	0,178	NPI (2008)	1,49E-01	1,01E-02	1,56E-01	1,44E-02	1,07E-02
L1T	Monomotor (PC12)	8	0,189	0,042	5,014	1,687	-	EMEP/EEA (2023)	1,51E-03	3,36E-04	4,01E-02	1,35E-02	0,00E+00
L2C	Jato (LJ25)	6	1,690	0,154	4,508	0,787	0,033	EMEP/EEA (2023)	1,01E-02	9,26E-04	2,70E-02	4,72E-03	1,99E-04
L2J	Jato (LJ25)	2	1,690	0,154	4,508	0,787	0,033	EMEP/EEA (2023)	3,38E-03	3,09E-04	9,02E-03	1,57E-03	6,62E-05
L31	Jato (LJ31)	20	1,261	0,143	5,224	1,645	0,041	EMEP/EEA (2023)	2,52E-02	2,85E-03	1,04E-01	3,29E-02	8,23E-04
L35	Jato (LJ35)	14	1,261	0,143	5,224	1,645	0,041	EMEP/EEA (2023)	1,77E-02	2,00E-03	7,31E-02	2,30E-02	5,76E-04
L39	Militar: Combate, Leve e Turbo	2	3,761	0,252	0,838	0,250	0,269	NPI (2008)	7,52E-03	5,04E-04	1,68E-03	5,00E-04	5,38E-04
L3J	Jato (LJ25)	1	1,690	0,154	4,508	0,787	0,033	EMEP/EEA (2023)	1,69E-03	1,54E-04	4,51E-03	7,87E-04	3,31E-05
L40	Jato (LJ40)	94	1,690	0,154	4,508	0,787	0,033	EMEP/EEA (2023)	1,59E-01	1,45E-02	4,24E-01	7,40E-02	3,11E-03
L45	Jato (LJ45)	120	1,690	0,154	4,508	0,787	0,033	EMEP/EEA (2023)	2,03E-01	1,85E-02	5,41E-01	9,44E-02	3,97E-03
L60	Jato (LJ60)	24	2,309	0,242	4,756	0,403	0,030	EMEP/EEA (2023)	5,54E-02	5,81E-03	1,14E-01	9,67E-03	7,25E-04
LOH	Helicóptero (EC135 / EC35)	22	0,207	-	1,000	0,769	0,007	FOCA (2015)	4,55E-03	0,00E+00	2,20E-02	1,69E-02	1,54E-04
M20P	Civil: Leve e Pistão	2	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	2,04E-03	1,42E-04	1,08E-02	5,95E-04	1,49E-04
P2008	Civil: Leve e Pistão	32	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	3,26E-02	2,27E-03	1,73E-01	9,52E-03	2,38E-03
P28	Civil: Leve e Pistão	5	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	5,10E-03	3,54E-04	2,70E-02	1,49E-03	3,72E-04
P28B	Civil: Leve e Pistão	2	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	2,04E-03	1,42E-04	1,08E-02	5,95E-04	1,49E-04
P28R	Civil: Leve e Pistão	168	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	1,71E-01	1,19E-02	9,07E-01	5,00E-02	1,25E-02
P2A	Civil: Leve e Pistão	86	1,019	0,071	5,398	0,297	0,074	NPI (2008)	8,76E-02	6,09E-03	4,64E-01	2,56E-02	6,39E-03
P3	Civil: Médio e Pistão	16	0,584	0,051	0,233	0,056	0,048	NPI (2008)	9,34E-03	8,18E-04	3,73E-03	8,89E-04	7,71E-04
P32	Monomotor (PA32 / P32)	2	0,145	0,026	0,714	0,051	-	EMEP/EEA (2023)	2,90E-04	5,13E-05	1,43E-03	1,02E-04	0,00E+00
P46	Monomotor (PA46)	173	0,145	0,026	0,714	0,051	-	EMEP/EEA (2023)	2,51E-02	4,43E-03	1,24E-01	8,84E-03	0,00E+00
P95A	Bimotor (PA31)	2	0,015	0,021	34,466	0,907	-	EMEP/EEA (2023)	2,97E-05	4,29E-05	6,89E-02	1,81E-03	0,00E+00
PA1	Civil: Leve e Pistão	22	0,584	0,051	0,233	0,056	0,048	NPI (2008)	1,28E-02	1,12E-03	5,13E-03	1,22E-03	1,06E-03
PA32	Monomotor (PA32 / P32)	2	0,145	0,026	0,714	0,051	-	EMEP/EEA (2023)	2,90E-04	5,13E-05	1,43E-03	1,02E-04	0,00E+00
PA35	Bimotor (PA30)	2	0,024	0,007	7,032	0,171	-	EMEP/EEA (2023)	4,88E-05	1,41E-05	1,41E-02	3,42E-04	0,00E+00
PA46	Monomotor (PA46)	66	0,145	0,026	0,714	0,051	-	EMEP/EEA (2023)	9,58E-03	1,69E-03	4,72E-02	3,37E-03	0,00E+00

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

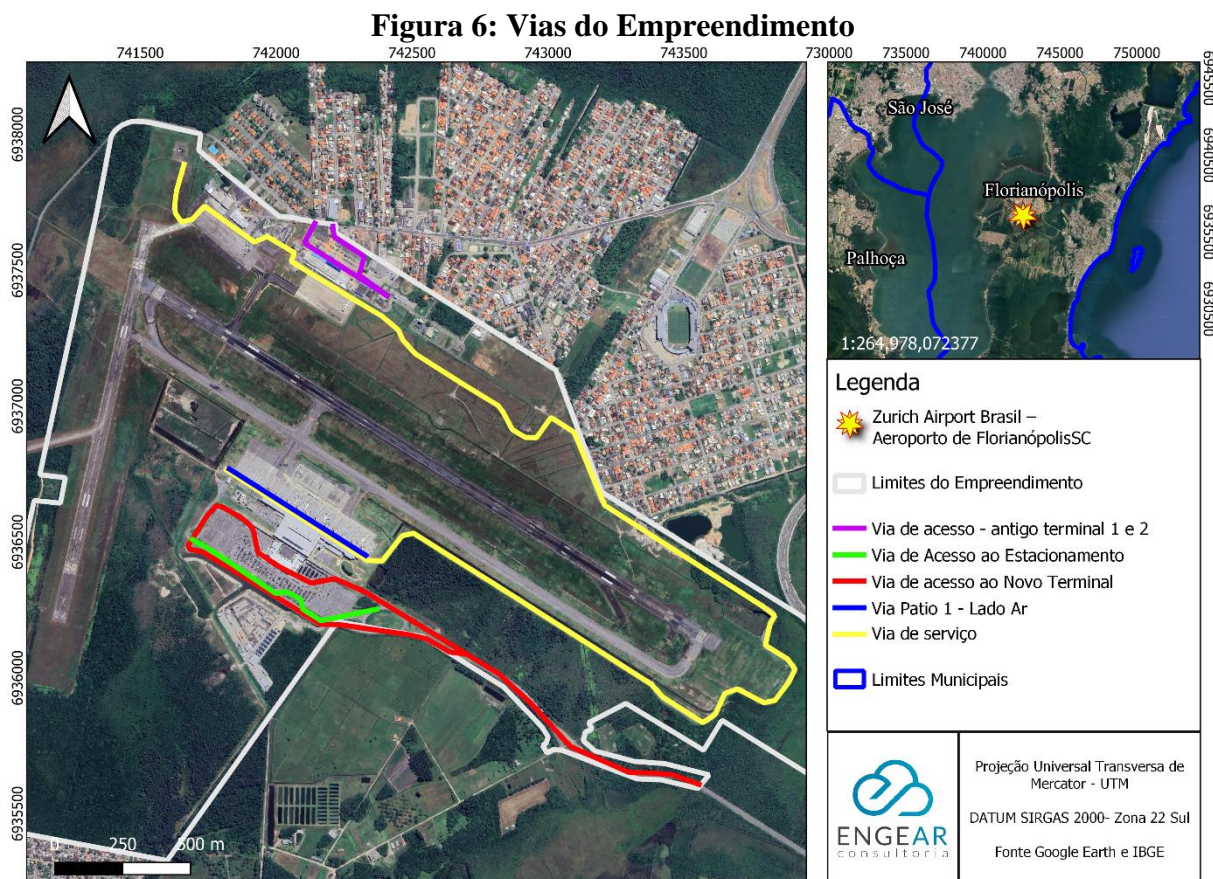
**Tabela 5 (Continuação): Inventário de Emissões por Aeronaves**

Aeronave	Tipo	LTO	Fatores de Emissão (kg/LTO)					Fonte	Taxa de Emissão (t/ano)				
			NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	CO	HC	MP		NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	CO	HC	MP
PAT4	Bimotor (B350)	216	0,318	0,072	7,064	1,112	-	EMEP/EEA (2023)	6,87E-02	1,56E-02	1,53E+00	2,40E-01	0,00E+00
PAY2	Turbohélice (PAY2)	154	0,380	0,061	0,841	0,056	-	EMEP/EEA (2023)	5,85E-02	9,45E-03	1,30E-01	8,67E-03	0,00E+00
PC-24	Jato (PC24)	102	1,261	0,143	5,224	1,645	0,041	EMEP/EEA (2023)	1,29E-01	1,46E-02	5,33E-01	1,68E-01	4,20E-03
PL2	Civil: Executivo, Pesado e Jato	140	1,282	0,089	13,548	0,607	0,094	NPI (2008)	1,79E-01	1,24E-02	1,90E+00	8,49E-02	1,31E-02
PN6	Utilitário (P68)	2	0,016	0,009	13,662	0,337	-	EMEP/EEA (2023)	3,13E-05	1,90E-05	2,73E-02	6,73E-04	0,00E+00
PR1	Jato (PMR1)	26	1,261	0,143	5,224	1,645	0,041	EMEP/EEA (2023)	3,28E-02	3,71E-03	1,36E-01	4,28E-02	1,07E-03
R66	Helicóptero (R66)	130	0,082	-	0,470	0,364	0,003	FOCA (2015)	1,06E-02	0,00E+00	6,11E-02	4,73E-02	3,77E-04
RR2	Civil: Leve e Turbo	4	0,967	0,066	6,588	0,314	0,070	NPI (2008)	3,87E-03	2,62E-04	2,64E-02	1,26E-03	2,79E-04
RV1	Civil: Leve e Pistão	13	0,584	0,051	0,233	0,056	0,048	NPI (2008)	7,59E-03	6,64E-04	3,03E-03	7,22E-04	6,27E-04
RV8	Civil: Leve e Pistão	2	0,584	0,051	0,233	0,056	0,048	NPI (2008)	1,17E-03	1,02E-04	4,66E-04	1,11E-04	9,64E-05
S22	Civil: Executivo, Pesado e Jato	459	1,282	0,089	13,548	0,607	0,094	NPI (2008)	5,88E-01	4,07E-02	6,22E+00	2,78E-01	4,30E-02
SF50	Jato (SF50)	16	0,630	0,071	2,612	0,823	0,021	EMEP/EEA (2023)	1,01E-02	1,14E-03	4,18E-02	1,32E-02	3,29E-04
SR20	Civil: Leve e Pistão	32	0,584	0,051	0,233	0,056	0,048	NPI (2008)	1,87E-02	1,64E-03	7,46E-03	1,78E-03	1,54E-03
WWP	Jato (WW24)	2	1,690	0,154	4,508	0,787	0,033	EMEP/EEA (2023)	3,38E-03	3,09E-04	9,02E-03	1,57E-03	6,62E-05
XX	Civil: Pesada e Jato	202	4,058	0,302	20,801	1,082	0,307	NPI (2008)	8,20E-01	6,10E-02	4,20E+00	2,19E-01	6,20E-02
<b>TOTAL</b>									<b>3,20E+02</b>	<b>2,19E+01</b>	<b>3,47E+02</b>	<b>4,18E+01</b>	<b>3,68E+00</b>

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

### 5.2.2 Vias de Tráfego de Veículos

A Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis possui 5 (cinco) vias de movimentação de veículos em seu interior: a “Via de Acesso ao Antigo Terminal 1 e 2”, “Via de Acesso ao Estacionamento”, “Via de Acesso ao Novo Terminal”, “Via de Serviço” e “Via Pátio 1 – Lado Ar”, conforme representado na Figura 6.



Fonte: Autores (2025)

A “Via Pátio 1 – Lado Ar” está localizada dentro do aeroporto e é utilizada exclusivamente para a circulação de veículos de apoio operacional, como carrinhos de reboque e carrinhos de serviço. Com uma extensão de aproximadamente 0,59 km, essa via desempenha um papel fundamental no suporte às operações aeroportuárias.

A “Via de Serviço” abrange a área do Pátio 1, porém possui uma extensão maior, conectando diferentes setores do aeroporto até a saída. Nessa via circulam veículos comerciais, caminhões de abastecimento e alguns carros de apoio. Como essa via possui um fluxo mais amplo e variado de veículos, foi considerada separadamente do Pátio 1. Sua extensão total é de aproximadamente 5,97 km.

A “Via do Terminal Antigo 1 e 2” está situada na parte externa do aeroporto (Lado Terra) e dá acesso às instalações das empresas de carga, como Latam, Gol e Azul. Por ser uma

via de menor fluxo, a movimentação de veículos nessa área é reduzida. Sua extensão total é de aproximadamente 0,83 km.

A “Via de Acesso ao Novo Terminal” é a principal rota de entrada e saída de veículos com acesso livre ao aeroporto. Nela transitam diferentes tipos de veículos, como ônibus, vans, táxis, carros de passeio, motocicletas e serviços de transporte por aplicativo. Devido ao seu alto volume de tráfego, essa via é a mais movimentada do empreendimento, com uma extensão total de aproximadamente 3,45 km.

Por fim, a “Via de Acesso ao Estacionamento” conecta os veículos que ingressam e saem do estacionamento do aeroporto. Nessa via, circulam principalmente automóveis que permanecem estacionados por períodos prolongados. Devido à sua função específica, a movimentação é menor em comparação com outras vias de acesso. Sua extensão total é de aproximadamente 0,79 km. A Figura 7 exibe registros fotográficos de algumas dessas vias.

**Figura 7: Registros Fotográficos das Vias e Veículos no Empreendimento**



Fonte: Autores (2025)

Dessa forma, sabe-se que as emissões de partículas e poluentes estão diretamente associadas ao tráfego de veículos em superfícies pavimentadas. Essas emissões podem ocorrer de forma direta, como na exaustão dos motores ou no desgaste dos freios e pneus, e de forma

indireta, devido à suspensão de materiais particulados acumulados sobre a superfície da estrada. Essas partículas em suspensão, somadas às emissões diretas, contribuem significativamente para a degradação da qualidade do ar local.

### 5.2.2.1 Vias Pavimentadas

Para suspensão do material oriundo das vias foi utilizada a referência a AP 42, volume 1, subitem 13.2.1 (EPA, 2011), de acordo com a Equação 3. Nesta equação é considerada a medida de mitigação natural provocada pela chuva, fato que implica numa emissão inversamente proporcional ao número de dias com precipitação superior a 0,254 mm.

$$EF = [k(sL)^{0,91}(W)^{1,02}] * (1 - \frac{P}{4N}) \quad \text{Equação 3}$$

Em que: EF = fator de emissão (g.km<sup>-1</sup>); sL = porcentagem de silte contidos na superfície (g/m<sup>2</sup>); W = peso médio dos veículos (t); P = número de dias no ano com precipitação superior a 0,254 mm e N = número de dias considerados no estudo e “k” é uma constante empírica baseadas nos tamanhos aerodinâmicos das partículas, conforme apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6: Valores das constantes para cálculo da emissão de vias pavimentadas**

CONSTANTE	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PMP <sub>30</sub> <sup>(a)</sup>
k (g/km)	0,15	0,62	3,23

Fonte: EPA (2011)

(a) Supondo equivalente ao total de partículas em suspensão (PTS) conforme descrito na EPA (2011)

Definido o fator de emissão (EF), a equação de determinação da emissão de poluentes será conforme metodologia proposta pela EPA (1995) e apresentado na Equação 4.

$$E = A * EF * (1 - \frac{ER}{100}) \quad \text{Equação 4}$$

Em que: E = taxa de emissão (t.ano<sup>-1</sup>); A = atividade: distância percorrida pelos veículos por tempo (km.h<sup>-1</sup>); EF = fator de emissão (kg.km<sup>-1</sup>) e ER = eficiência global de redução de emissões.

A Tabela 7 apresenta a estimativa de emissão das vias pavimentadas da empresa, sendo que para sua determinação foram consideradas as seguintes premissas:

- O número de dias no ano com precipitação superior a 0,254 mm foi obtido dos dados meteorológicos utilizados neste estudo (P = 486 dias). Ressalta-se que foram utilizados dados referentes a três anos: de janeiro de 2021 a dezembro de 2023, ou seja, total de 1095 dias;
- Em virtude da ausência de dados reais de *silte loading*, foi considerada a média de referência da AP-42 para vias pavimentadas, referente às estradas de fábricas de moagem úmida

de milho, conforme a EPA (2011). Ressalta-se que os dados utilizados correspondem a esse tipo de indústria devido à inexistência, na literatura, de valores específicos de silte para pátios aeroportuários. Assim, optou-se por adotar o valor de menor carga de silte disponível (1,10 g/m<sup>2</sup>);

- Como o empreendimento não adota nenhuma medida mitigatória para o controle de poeira em suas vias de tráfego, foi considerada uma eficiência de redução nula (ER = 0);

- Considerou-se que para as categorias "automóveis leves" e "motos" o combustível utilizado é a gasolina, e para os demais veículos (ônibus, comerciais e caminhões) foi considerado o diesel;

- A quantidade de veículos foi determinada com base nas medições realizadas em campo durante o mês de outubro de 2024. Essas medições foram realizadas ao longo de 1 hora, em cada uma das vias principais do empreendimento;

- Para os fins de cálculo e simulação, foram adotados pesos médios estimados para cada categoria de veículo. Esses valores representam aproximações gerais e podem variar de acordo com as especificações específicas de cada modelo. Considerou-se um peso médio de 1,8 toneladas para automóveis leves, 3,5 toneladas para veículos comerciais, 0,35 toneladas para motos, 12 toneladas para caminhões médios e 14 toneladas para ônibus urbanos.

**Tabela 7: Inventário de Emissão das Vias Pavimentadas**

Via Pátio 1 – Lado Ar												
Extensão da Via	Qtd veículos por hora	Tipo de Veículo	Combustível	Qtd viagens / hora	Peso médio veículos (W)	Quilometragem percorrida total por categoria	Fator de Emissão (g/km)			Taxa de Emissão (t/ano)		
							metros	ida/volta	tonelada	km/dia	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>
594	8	Automóveis Leves	Gasolina	1	1,8	114,0	2,65E-01	1,09E+00	5,70E+00	1,10E-02	4,56E-02	2,37E-01
594	8	Carro de Apoio ao Solo	Diesel	1	5,0	114,0	7,51E-01	3,10E+00	1,62E+01	3,13E-02	1,29E-01	6,73E-01
594	70	Reboque	Diesel	1	3,0	997,9	4,46E-01	1,84E+00	9,60E+00	1,62E-01	6,71E-01	3,50E+00
594	1	Comerciais Leves	Diesel	1	3,5	14,3	5,22E-01	2,16E+00	1,12E+01	2,72E-03	1,12E-02	5,85E-02
594	12	Caminhões	Diesel	1	12,0	171,1	1,83E+00	7,58E+00	3,95E+01	1,15E-01	4,73E-01	2,47E+00
<b>TOTAL</b>										<b>2,05E-01</b>	<b>8,46E-01</b>	<b>4,41E+00</b>
Via Serviço – Lado Ar												
Extensão da Via	Qtd veículos por hora	Tipo de Veículo	Combustível	Qtd viagens / hora	Peso médio veículos (W)	Quilometragem percorrida total por categoria	Fator de Emissão (g/km)			Taxa de Emissão (t/ano)		
							metros	ida/volta	tonelada	km/dia	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>
5.967	5	Automóveis Leves	Gasolina	1	1,8	716,0	2,65E-01	1,09E+00	5,70E+00	6,92E-02	2,86E-01	1,49E+00
5.967	20	Reboque	Diesel	1	3,0	2.864,2	4,46E-01	1,84E+00	9,60E+00	4,66E-01	1,93E+00	1,00E+01
5.967	5	Comerciais Leves	Diesel	1	3,5	716,0	5,22E-01	2,16E+00	1,12E+01	1,36E-01	5,64E-01	2,94E+00
5.967	5	Caminhões	Diesel	1	12,0	716,0	1,83E+00	7,58E+00	3,95E+01	4,79E-01	1,98E+00	1,03E+01
<b>TOTAL</b>										<b>5,35E-01</b>	<b>2,21E+00</b>	<b>1,15E+01</b>
Via de Acesso ao Novo Terminal												
Extensão da Via	Qtd veículos por hora	Tipo de Veículo	Combustível	Qtd viagens / hora	Peso médio veículos (W)	Quilometragem percorrida total por categoria	Fator de Emissão (g/km)			Taxa de Emissão (t/ano)		
							metros	ida/volta	tonelada	km/dia	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>
3.445	711	Automóveis Leves	Gasolina	1	1,8	2.449,4	2,65E-01	1,09E+00	5,70E+00	2,37E-01	9,79E-01	5,10E+00
3.445	35	Motos	Gasolina	1	0,4	120,6	4,98E-02	2,06E-01	1,07E+00	2,19E-03	9,07E-03	4,72E-02
3.445	10	Ônibus	Diesel	1	14,0	34,5	2,15E+00	8,87E+00	4,62E+01	2,70E-02	1,12E-01	5,81E-01
3.445	66	Comerciais Leves	Diesel	1	3,5	227,4	5,22E-01	2,16E+00	1,12E+01	4,33E-02	1,79E-01	9,33E-01
3.445	3	Caminhões	Diesel	1	12,0	10,3	1,83E+00	7,58E+00	3,95E+01	6,92E-03	2,86E-02	1,49E-01
<b>TOTAL</b>										<b>2,66E-01</b>	<b>1,10E+00</b>	<b>5,73E+00</b>

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

**Tabela 7 (Continuação): Inventário de Emissão das Vias Pavimentadas**

Via Acesso ao Estacionamento												
Extensão da Via	Qtd veículos por hora	Tipo de Veículo	Combustível	Qtd viagens / hora	Peso médio veículos (W)	Quilometragem percorrida total por categoria	Fator de Emissão (g/km)			Taxa de Emissão (t/ano)		
				ida/volta	tonelada	km/dia	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PTS	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PTS
790	61	Automóveis Leves	Gasolina	1	1,8	48,2	2,65E-01	1,09E+00	5,70E+00	4,66E-03	1,93E-02	1,00E-01
790	4	Motos	Gasolina	1	0,4	3,2	4,98E-02	2,06E-01	1,07E+00	5,75E-05	2,38E-04	1,24E-03
790	2	Comerciais Leves	Diesel	1	3,5	1,6	5,22E-01	2,16E+00	1,12E+01	3,01E-04	1,24E-03	6,48E-03
<b>TOTAL</b>										<b>4,72E-03</b>	<b>1,95E-02</b>	<b>1,02E-01</b>
Via de Acesso ao Antigo Terminal 1 e 2												
Extensão da Via	Qtd veículos por hora	Tipo de Veículo	Combustível	Qtd viagens / hora	Peso médio veículos (W)	Quilometragem percorrida total por categoria	Fator de Emissão (g/km)			Taxa de Emissão (t/ano)		
				ida/volta	tonelada	km/dia	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PTS	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PTS
833	38	Automóveis Leves	Gasolina	1	1,8	31,7	2,65E-01	1,09E+00	5,70E+00	3,06E-03	1,26E-02	6,59E-02
833	12	Motos	Gasolina	1	0,4	10,0	4,98E-02	2,06E-01	1,07E+00	1,82E-04	7,52E-04	3,92E-03
833	6	Comerciais Leves	Diesel	1	3,5	5,0	5,22E-01	2,16E+00	1,12E+01	9,52E-04	3,94E-03	2,05E-02
833	14	Caminhões	Diesel	1	12,0	11,7	1,83E+00	7,58E+00	3,95E+01	7,81E-03	3,23E-02	1,68E-01
<b>TOTAL</b>										<b>3,24E-03</b>	<b>1,34E-02</b>	<b>6,98E-02</b>

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

### 5.2.2.2 Veículos Automotores

A quantidade de veículos foi determinada com base nas medições realizadas em campo durante o mês de outubro de 2024. Essas medições foram realizadas ao longo de 1 hora, em cada uma das vias principais do empreendimento.

A metodologia adotada para estimativa da emissão atmosférica de veículos automotores é a publicada pela CETESB (2022) e definida pela Equação 5.

$$EF = lu * Fe * Fr \quad \text{Equação 5}$$

Onde: EF = taxa de emissão, massa de poluente emitida por tempo (t.ano<sup>-1</sup>); lu = Intensidade de uso ou quilometragem média percorrida pelo veículo (km.dia<sup>-1</sup>); Fe = Fator de Emissão (g.km<sup>-1</sup>) e Fr = número de veículos circulantes.

A Tabela 8 apresenta as estimativas de emissão dos veículos automotores por via, mas para isso foram consideradas algumas premissas:

- Os fatores de emissão utilizados foram aqueles disponibilizados pela CETESB (2024), e, para o SO<sub>x</sub>, foram adotados os fatores fornecidos pela FEAM (2017);
- Considerou-se o ano médio de 2011 como referência para a frota, com base nos dados disponibilizados pela CETESB (2024) para os fatores de emissão;
- A "Via Pátio 1 - Lado Ar" e "Via Serviço – Lado Ar" como estão localizadas no "Lado Ar", ou seja, na área de pátio e na região de operação das aeronaves, não foram incluídas nas estimativas das emissões provenientes da combustão e exaustão dos veículos, uma vez que suas emissões já estão contempladas no cálculo dos equipamentos de apoio;
- Considerou-se que para as categorias "automóveis leves" e "motos" o combustível utilizado é a gasolina, e para os demais veículos (comerciais e caminhões) foi considerado o diesel;
- Para os fins de cálculo e simulação, foram adotados os fatores de emissão para motocicletas > 150 cc para as motos, ônibus urbanos para os ônibus, e caminhões de porte médio para os caminhões, conforme os dados disponibilizados pela CETESB (2024);
- Como os carrinhos elétricos não emitem poluentes decorrentes da combustão, uma vez que não utilizam combustíveis fósseis para seu funcionamento, foi considerado um fator de emissão nulo.

**Tabela 8: Inventário de Emissão dos Veículos nas vias pavimentadas**

Via de Acesso ao Novo Terminal														
Tipo de Veículo	Idade da frota	Combustível	Quilometragem da Via (km)	Qtd veículos por hora	Fator de Emissão (FE) g/km					Taxa de Emissão (E) t/ano				
					PTS	CO	NOx	SOx	HC	PTS	CO	NOx	SOx	HC
Automóveis Leves	2011	Gasolina	3,45	711	0,001	0,299	0,017	0,046	0,032	2,36E-02	6,42E+00	3,65E-01	9,87E-01	6,87E-01
Motos	2011	Gasolina	3,45	35	0,004	1,030	0,090	0,019	0,110	3,70E-03	1,09E+00	9,51E-02	2,01E-02	1,16E-01
Ônibus	2011	Diesel	3,45	10	0,150	1,672	8,471	0,130	0,212	4,53E-02	5,05E-01	2,56E+00	3,92E-02	6,40E-02
Comerciais Leves	2011	Diesel	3,45	66	0,052	0,153	0,624	0,046	0,047	1,04E-01	3,05E-01	1,24E+00	9,16E-02	9,36E-02
Caminhões	2011	Diesel	3,45	3	0,057	0,515	3,066	0,130	0,114	5,12E-03	4,66E-02	2,78E-01	1,18E-02	1,03E-02
<b>Emissão total na via</b>										<b>1,81E-01</b>	<b>8,36E+00</b>	<b>4,54E+00</b>	<b>1,15E+00</b>	<b>9,71E-01</b>
Via Acesso ao Estacionamento														
Tipo de Veículo	Idade da frota	Combustível	Quilometragem da Via (km)	Qtd veículos por hora	Fator de Emissão (FE) g/km					Taxa de Emissão (E) t/ano				
					PTS	CO	NOx	SOx	HC	PTS	CO	NOx	SOx	HC
Automóveis Leves	2011	Gasolina	0,79	61	0,001	0,299	0,017	0,046	0,032	4,64E-04	1,26E-01	7,18E-03	1,94E-02	1,35E-02
Motos	2011	Gasolina	0,79	4	0,004	1,030	0,090	0,019	0,110	9,69E-05	2,85E-02	2,49E-03	5,26E-04	3,04E-03
Comerciais Leves	2011	Diesel	0,79	2	0,052	0,153	0,624	0,046	0,047	7,20E-04	2,12E-03	8,64E-03	6,37E-04	6,51E-04
<b>Emissão total na via</b>										<b>1,28E-03</b>	<b>1,57E-01</b>	<b>1,83E-02</b>	<b>2,06E-02</b>	<b>1,72E-02</b>
Via de Acesso ao Antigo Terminal 1 e 2														
Tipo de Veículo	Idade da frota	Combustível	Quilometragem da Via (km)	Qtd veículos por hora	Fator de Emissão (FE) g/km					Taxa de Emissão (E) t/ano				
					PTS	CO	NOx	SOx	HC	PTS	CO	NOx	SOx	HC
Automóveis Leves	2011	Gasolina	0,83	38	0,001	0,299	0,017	0,046	0,032	3,05E-04	8,29E-02	4,71E-03	1,28E-02	8,87E-03
Motos	2011	Gasolina	0,83	12	0,004	1,030	0,090	0,019	0,110	3,06E-04	9,02E-02	7,88E-03	1,66E-03	9,63E-03
Comerciais Leves	2011	Diesel	0,83	6	0,052	0,153	0,624	0,046	0,047	2,28E-03	6,70E-03	2,73E-02	2,01E-03	2,06E-03
Caminhões	2011	Diesel	0,83	14	0,057	0,515	3,066	0,130	0,114	5,77E-03	5,26E-02	3,13E-01	1,33E-02	1,16E-02
<b>Emissão total na via</b>										<b>8,66E-03</b>	<b>2,32E-01</b>	<b>3,53E-01</b>	<b>2,97E-02</b>	<b>3,22E-02</b>

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

### 5.2.3 Unidade Auxiliar de Energia - APU

A Unidade Auxiliar de Energia (APU) é um gerador auxiliar responsável por fornecer energia elétrica e pneumática aos sistemas da aeronave quando os motores principais não estão em funcionamento, sendo normalmente utilizado em solo ou como *backup* durante o voo. Durante sua operação, a APU consome combustível para desempenhar suas funções, e a queima desse material resulta na emissão de gases e particulados para atmosfera.

Segundo a ICAO (2020b), no DOC 9889, o uso da APU é dividido em quatro fases distintas, correspondendo ao seu funcionamento durante cada ciclo de pouso e decolagem (LTO) da aeronave. As são as seguintes:

- Partida da APU: a unidade opera sem carga.
- Gate-out: a APU funciona normalmente no modo *Environmental Control System* (ECS) para o embarque de passageiros.
- Main Engine Start (MES): estágio carga máxima, utilizado para a partida dos motores principais, exigindo a potência total da unidade.
- Gate-in: funcionamento normal da APU no modo ECS para o desembarque de passageiros.

Dessa forma, a estimativa das taxas de emissão de poluentes geradas pelas APUs são depende do número de ciclos LTO realizados por cada tipo de aeronave e da duração do período de pouso.

O tempo que cada aeronave permanece no portão de embarque e desembarque pode variar significativamente em função do modelo da aeronave, das características do aeródromo e da quantidade de combustível necessária para a próxima operação. O DOC 9889 estabelece valores de referência para essas durações, considerando o número de motores de cada aeronave. Para a elaboração do inventário, esses tempos-padrão foram adotados como representativos das condições operacionais dos aeródromos brasileiros, conforme apresentado na Tabela 9 (ICAO, 2020b).

**Tabela 9: Tempos padrão de operação da APU**

Fase APU	Aeronaves de dois motores	Aeronaves de quatro motores
Partida da APU	3 min	3 min
<i>Gate-out</i>	3,6 min	5,3 min
Main Engine Start (MES)	35 seg	140 segundos
<i>Gate-in</i>	15 min	15 min
<b>TOTAL (aproximado) - min/LTO</b>	<b>22,18</b>	<b>25,63</b>
<b>TOTAL (aproximado) - hora/LTO</b>	<b>0,37</b>	<b>0,43</b>

Fonte: ICAO (2020b)

Já em relação aos fatores de emissão das APUs, estes dependem do tipo de aeronave e do regime de potência em que está operando, uma vez que cada fase apresenta um regime específico que pode variar conforme a temperatura ambiente. Assim, para a estimativa das emissões e a definição dos fatores de emissão, as aeronaves são classificadas em seis grupos distintos, conforme suas características que influenciam diretamente esses fatores, sendo eles (ICAO, 2020b):

- I. Jatos executivos e jatos regionais (menos que 100 assentos)
- II. Aeronaves novas menores (entre 100 e 200 assentos, geração equivalente ou posterior a A320/B737)
- III. Aeronaves antigas menores (entre 100 e 200 assentos, geração equivalente ou anterior a MD90/B734)
- IV. Aeronaves de médio alcance (entre 200 e 300 assentos)
- V. Aeronaves novas maiores (mais de 300 assentos, geração equivalente ou posterior a B764/A330)
- VI. Aeronaves antigas maiores (mais de 300 assentos, geração equivalente ou anterior a A310/A300)

Além disso, a ANAC (2024) estabelece fatores de emissão para cada poluente durante a operação da APU, considerando o regime de funcionamento e o grupo de aeronaves correspondente, conforme apresentado na Tabela 10.

**Tabela 10: Fatores de Emissão por Fluxo de Combustível**

Grupo	Fator de Emissão (kg/h)											
	Condição Sem Carga				Condição Carga Normal				Condição Carga Alta			
	NOx	HC	CO	MP	NOx	HC	CO	MP	NOx	HC	CO	MP
Jatos executivos e jatos regionais	0,274	1,026	3,345	0,063	0,700	0,027	0,615	0,035	0,714	0,049	0,655	0,036
Aeronaves novas menores	0,384	0,763	2,948	0,057	0,702	0,043	0,386	0,022	1,128	0,035	0,543	0,021
Aeronaves antigas menores	0,329	0,125	1,477	0,048	0,733	0,040	0,927	0,056	0,826	0,035	0,736	0,047
Aeronaves de médio alcance	0,876	0,108	1,446	0,031	1,556	0,018	0,230	0,038	1,899	0,020	0,170	0,041
Aeronaves novas maiores	1,062	0,093	1,349	0,022	2,955	0,031	0,152	0,025	3,347	0,030	0,713	0,023
Aeronaves antigas maiores	0,757	0,113	1,476	0,070	1,847	0,048	0,331	0,117	2,103	0,042	0,257	0,127

Fonte: ANAC (2024)

Definido o fator de emissão (EF), a equação de determinação da emissão de poluentes será conforme apresentado na Equação 6.

$$E = EF * T * A$$

Equação 6

Onde: E = taxa de emissão (t.ano<sup>-1</sup>); A = atividade: taxa de pousos e decolagens realizados por cada tipo de aeronave (LTO.ano<sup>-1</sup>); EF = fator de emissão (kg.h<sup>-1</sup>); T = tempo total de operação da APU por ciclo LTO (h/LTO-1).

**Tabela 11: Inventário de Emissão das APU**

Aeronave	Nº de Assentos	LTO/ano	Taxa de Emissão (t/ano)			
			NOx	HC	CO	MP
119	5	501	1,30E-01	5,00E-03	1,14E-01	6,48E-03
119	7	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
172	2	597	1,55E-01	5,96E-03	1,36E-01	7,73E-03
206B	4	124	3,21E-02	1,24E-03	2,82E-02	1,60E-03
206B	5	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
295	136	3.045	7,90E-01	4,84E-02	4,35E-01	2,48E-02
2JB	7	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
2JB	8	112	2,90E-02	1,12E-03	2,55E-02	1,45E-03
2JB	9	47	1,22E-02	4,69E-04	1,07E-02	6,08E-04
2JB	10	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
319	144	2.150	5,58E-01	3,42E-02	3,07E-01	1,75E-02
320	151	4	1,04E-03	6,36E-05	5,71E-04	3,25E-05
320	162	756	1,96E-01	1,20E-02	1,08E-01	6,15E-03
320	168	62	1,61E-02	9,86E-04	8,85E-03	5,04E-04
320	174	1.336	3,47E-01	2,12E-02	1,91E-01	1,09E-02
320	176	4	1,04E-03	6,36E-05	5,71E-04	3,25E-05
320	180	3.286	8,53E-01	5,22E-02	4,69E-01	2,67E-02
320	186	190	4,93E-02	3,02E-03	2,71E-02	1,55E-03
320	200	2	1,15E-03	1,33E-05	1,70E-04	2,81E-05
320	220	10	5,75E-03	6,66E-05	8,50E-04	1,40E-04
321	212	2	1,15E-03	1,33E-05	1,70E-04	2,81E-05
321	214	2	1,15E-03	1,33E-05	1,70E-04	2,81E-05
321	220	1.488	8,56E-01	9,90E-03	1,27E-01	2,09E-02
321	224	748	4,30E-01	4,98E-03	6,36E-02	1,05E-02
321	230	2	1,15E-03	1,33E-05	1,70E-04	2,81E-05
321	238	130	7,48E-02	8,65E-04	1,11E-02	1,83E-03
330	1	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
332	124	12	3,11E-03	1,91E-04	1,71E-03	9,76E-05
332	124	4	1,04E-03	6,36E-05	5,71E-04	3,25E-05
332	335	12	1,31E-02	1,38E-04	6,74E-04	1,11E-04
429	6	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
429	7	18	4,66E-03	1,80E-04	4,09E-03	2,33E-04
44R	3	18	4,66E-03	1,80E-04	4,09E-03	2,33E-04
500	7	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
501	5	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
510	4	18	4,66E-03	1,80E-04	4,09E-03	2,33E-04
510	5	80	2,07E-02	7,99E-04	1,82E-02	1,04E-03
510	1	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
550	7	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
550	8	18	4,66E-03	1,80E-04	4,09E-03	2,33E-04
550	9	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
550	10	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
560	9	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
560	10	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
650	8	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
650	9	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
650	10	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
650	11	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
680	8	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05

**Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)**

**Tabela 11 (Continuação): Inventário de Emissão das APU**

Aeronave	N° de Assentos	LTO/ano	Taxa de Emissão (t/ano)			
			NOx	HC	CO	MP
680	9	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
680	11	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
722	4	407	1,05E-01	4,06E-03	9,25E-02	5,27E-03
733	144	32	8,31E-03	5,09E-04	4,57E-03	2,60E-04
734	4	83	2,15E-02	8,29E-04	1,89E-02	1,07E-03
738	160	2	5,19E-04	3,18E-05	2,85E-04	1,63E-05
738	168	50	1,30E-02	7,95E-04	7,14E-03	4,07E-04
738	170	204	5,29E-02	3,24E-03	2,91E-02	1,66E-03
738	174	2	5,19E-04	3,18E-05	2,85E-04	1,63E-05
738	186	7.006	1,82E+00	1,11E-01	1,00E+00	5,70E-02
738	189	68	1,76E-02	1,08E-03	9,70E-03	5,53E-04
73G	138	1.175	3,05E-01	1,87E-02	1,68E-01	9,56E-03
73G	144	2	5,19E-04	3,18E-05	2,85E-04	1,63E-05
750	8	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
750	12	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
763	233	160	9,20E-02	1,06E-03	1,36E-02	2,25E-03
763	233	10	5,75E-03	6,66E-05	8,50E-04	1,40E-04
763	233	32	1,84E-02	2,13E-04	2,72E-03	4,50E-04
7M8	168	84	2,18E-02	1,34E-03	1,20E-02	6,83E-04
7M8	170	2	5,19E-04	3,18E-05	2,85E-04	1,63E-05
7M8	176	182	4,72E-02	2,89E-03	2,60E-02	1,48E-03
7M8	186	2.552	6,62E-01	4,06E-02	3,64E-01	2,08E-02
A139	15	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
A19	7	66	1,71E-02	6,59E-04	1,50E-02	8,54E-04
A2	4	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
A2	1	100	2,59E-02	9,98E-04	2,27E-02	1,29E-03
A2	2	434	1,12E-01	4,33E-03	9,87E-02	5,62E-03
A2	3	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
A2	5	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
A20N	162	22	5,71E-03	3,50E-04	3,14E-03	1,79E-04
A20N	165	122	3,17E-02	1,94E-03	1,74E-02	9,92E-04
A20N	174	532	1,38E-01	8,46E-03	7,59E-02	4,33E-03
A20N	180	504	1,31E-01	8,01E-03	7,19E-02	4,10E-03
A20N	182	58	1,51E-02	9,22E-04	8,28E-03	4,72E-04
A20N	186	228	5,92E-02	3,62E-03	3,25E-02	1,85E-03
A21N	186	2	5,19E-04	3,18E-05	2,85E-04	1,63E-05
A21N	214	8	4,60E-03	5,32E-05	6,80E-04	1,12E-04
A21N	224	17	9,78E-03	1,13E-04	1,45E-03	2,39E-04
A21N	244	14	8,05E-03	9,32E-05	1,19E-03	1,97E-04
A29	2	42	1,09E-02	4,19E-04	9,55E-03	5,43E-04
A30	5	10	2,59E-03	9,98E-05	2,27E-03	1,29E-04
A31	6	10	2,59E-03	9,98E-05	2,27E-03	1,29E-04
A31	7	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
A31	8	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
A32	8	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
A32	24	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
A34	2	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
A34	3	10	2,59E-03	9,98E-05	2,27E-03	1,29E-04
A34	5	1.199	3,10E-01	1,20E-02	2,73E-01	1,55E-02
A34	6	25	6,47E-03	2,50E-04	5,68E-03	3,24E-04
A65	12	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
A65	8	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
A65	11	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
A65	12	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

**Tabela 11 (Continuação): Inventário de Emissão das APU**

Aeronave	N° de Assentos	LTO/ano	Taxa de Emissão (t/ano)			
			NOx	HC	CO	MP
AB11	2	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
AB11	1	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
AB11	2	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
AC50	3	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
AC50	6	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
AC95	7	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
AF1	1	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
AF4	2	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
APH	19	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
APH	24	16	4,14E-03	1,60E-04	3,64E-03	2,07E-04
APH	25	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
AS5	4	28	7,25E-03	2,80E-04	6,37E-03	3,62E-04
AS5	5	1.500	3,88E-01	1,50E-02	3,41E-01	1,94E-02
AS5	6	93	2,41E-02	9,28E-04	2,11E-02	1,20E-03
AS5	7	58	1,50E-02	5,79E-04	1,32E-02	7,51E-04
AS5	1	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
AT7	68	32	8,28E-03	3,19E-04	7,28E-03	4,14E-04
AT7	70	259	6,70E-02	2,59E-03	5,89E-02	3,35E-03
AT7	72	16	4,14E-03	1,60E-04	3,64E-03	2,07E-04
AY3	6	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
AY3	8	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
B01	6	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
B01	7	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
B01	8	48	1,24E-02	4,79E-04	1,09E-02	6,21E-04
B01	9	147	3,80E-02	1,47E-03	3,34E-02	1,90E-03
B01	10	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
B01	12	5	1,29E-03	4,99E-05	1,14E-03	6,47E-05
B01	13	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
B20	8	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
B20	9	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
B20	10	52	1,35E-02	5,19E-04	1,18E-02	6,73E-04
B35	6	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
B35	9	58	1,50E-02	5,79E-04	1,32E-02	7,51E-04
B35	10	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
B36	5	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
B36	1	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
B47	6	52	1,35E-02	5,19E-04	1,18E-02	6,73E-04
B505	4	64	1,66E-02	6,39E-04	1,46E-02	8,28E-04
B55	5	79	2,04E-02	7,89E-04	1,80E-02	1,02E-03
B58	5	85	2,20E-02	8,49E-04	1,93E-02	1,10E-03
B90	10	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
B91	5	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
B92	8	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
B9L	5	67	1,73E-02	6,69E-04	1,52E-02	8,67E-04
B9L	6	50	1,29E-02	4,99E-04	1,14E-02	6,47E-04
B9L	7	943	2,44E-01	9,41E-03	2,14E-01	1,22E-02
B9L	8	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
B9L	9	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
B9L	11	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
BE1	19	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
BE2	8	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
BE3	8	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
BE3	9	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
BE30	9	13	3,36E-03	1,30E-04	2,96E-03	1,68E-04

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

**Tabela 11 (Continuação): Inventário de Emissão das APUs**

Aeronave	N° de Assentos	LTO/ano	Taxa de Emissão (t/ano)			
			NOx	HC	CO	MP
BE30	15	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
BE9	5	28	7,25E-03	2,80E-04	6,37E-03	3,62E-04
BE9	7	16	4,14E-03	1,60E-04	3,64E-03	2,07E-04
C02	6	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
C150	1	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
C150	2	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
C152	1	2.004	5,19E-01	2,00E-02	4,56E-01	2,59E-02
C152	2	1.189	3,08E-01	1,19E-02	2,70E-01	1,54E-02
C20	7	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
C20	8	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
C20	9	50	1,29E-02	4,99E-04	1,14E-02	6,47E-04
C20	10	16	4,14E-03	1,60E-04	3,64E-03	2,07E-04
C20	12	14	3,62E-03	1,40E-04	3,18E-03	1,81E-04
C20	14	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
C2X	19	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
C45	9	5	1,29E-03	4,99E-05	1,14E-03	6,47E-05
C56	7	24	6,21E-03	2,40E-04	5,46E-03	3,11E-04
C56	9	51	1,32E-02	5,09E-04	1,16E-02	6,60E-04
C56	12	10	2,59E-03	9,98E-05	2,27E-03	1,29E-04
C95	66	50	1,29E-02	4,99E-04	1,14E-02	6,47E-04
C95	70	56	1,45E-02	5,59E-04	1,27E-02	7,25E-04
C95	72	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
CCJ	12	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
CCJ	18	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
CCJ	20	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
CCT	3	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
CCX	13	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
CCX	15	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
CCX	19	15	3,88E-03	1,50E-04	3,41E-03	1,94E-04
CJ1	5	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
CJ1	6	48	1,24E-02	4,79E-04	1,09E-02	6,21E-04
CJ1	7	239	6,19E-02	2,39E-03	5,43E-02	3,09E-03
CJ1	8	34	8,80E-03	3,39E-04	7,73E-03	4,40E-04
CJ2	4	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
CJ2	6	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
CJ2	7	42	1,09E-02	4,19E-04	9,55E-03	5,43E-04
CJ2	8	48	1,24E-02	4,79E-04	1,09E-02	6,21E-04
CJ3	8	74	1,92E-02	7,39E-04	1,68E-02	9,58E-04
CJ3	9	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
CL30	10	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
CN1	3	20	5,18E-03	2,00E-04	4,55E-03	2,59E-04
CN2	5	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
CR2	50	38	9,83E-03	3,79E-04	8,64E-03	4,92E-04
D90	8	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
D90	9	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
D90	10	54	1,40E-02	5,39E-04	1,23E-02	6,99E-04
D90	12	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
D90	19	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
DA42	3	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
DA6	6	22	5,69E-03	2,20E-04	5,00E-03	2,85E-04
DF9	14	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
DV20	1	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
E21	5	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
E21	6	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

**Tabela 11 (Continuação): Inventário de Emissão das APU's**

Aeronave	Nº de Assentos	LTO/ano	Taxa de Emissão (t/ano)			
			NOx	HC	CO	MP
E30	6	86	2,23E-02	8,58E-04	1,96E-02	1,11E-03
E30	7	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
E35	6	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
E50	4	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
E50	5	144	3,73E-02	1,44E-03	3,27E-02	1,86E-03
E50	6	99	2,56E-02	9,88E-04	2,25E-02	1,28E-03
E50	7	40	1,04E-02	3,99E-04	9,10E-03	5,18E-04
E50	8	18	4,66E-03	1,80E-04	4,09E-03	2,33E-04
E55	5	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
E55	6	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
E55	7	39	1,01E-02	3,89E-04	8,87E-03	5,05E-04
E55	8	104	2,69E-02	1,04E-03	2,36E-02	1,35E-03
E55	9	118	3,05E-02	1,18E-03	2,68E-02	1,53E-03
E55	10	46	1,19E-02	4,59E-04	1,05E-02	5,95E-04
E75S	82	14	3,62E-03	1,40E-04	3,18E-03	1,81E-04
E90	8	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
E95	118	3.158	8,20E-01	5,02E-02	4,51E-01	2,57E-02
E95	124	4	1,04E-03	6,36E-05	5,71E-04	3,25E-05
EC2	1	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
EC2	4	64	1,66E-02	6,39E-04	1,46E-02	8,28E-04
EC2	6	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
EC5	8	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
EM2	30	78	2,02E-02	7,79E-04	1,77E-02	1,01E-03
EM2	33	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
EM4	9	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
EM5	8	32	8,28E-03	3,19E-04	7,28E-03	4,14E-04
EM5	9	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
EM5	10	30	7,76E-03	2,99E-04	6,82E-03	3,88E-04
EM5	11	38	9,83E-03	3,79E-04	8,64E-03	4,92E-04
EM5		22	5,69E-03	2,20E-04	5,00E-03	2,85E-04
EMB	12	84	2,17E-02	8,39E-04	1,91E-02	1,09E-03
EMB	15	48	1,24E-02	4,79E-04	1,09E-02	6,21E-04
EMB	17	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
EMB	18	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
EMB	19	14	3,62E-03	1,40E-04	3,18E-03	1,81E-04
EMB	21	10	2,59E-03	9,98E-05	2,27E-03	1,29E-04
EMB111	5	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
EMB111	1	56	1,45E-02	5,59E-04	1,27E-02	7,25E-04
EMB312	1	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
EMB312	1	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
EMB312	2	120	3,11E-02	1,20E-03	2,73E-02	1,55E-03
EMB312TUCA	2	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
ER3	13	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
ER3	14	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
ER3	37	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
ER3	40	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
ER3	44	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
ER4	37	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
ER4	40	10	2,59E-03	9,98E-05	2,27E-03	1,29E-04
ER4	50	22	5,69E-03	2,20E-04	5,00E-03	2,85E-04
F5E	1	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
F7X	14	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
F7X	19	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
F7X	22	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

**Tabela 11 (Continuação): Inventário de Emissão das APU**

Aeronave	N° de Assentos	LTO/ano	Taxa de Emissão (t/ano)			
			NOx	HC	CO	MP
F8X	16	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
G55	14	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
G55	15	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
G55	16	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
G55	19	10	2,59E-03	9,98E-05	2,27E-03	1,29E-04
GAL	9	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
GRJ	8	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
GRJ	14	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
GRT	10	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
GRT	13	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
H2B	8	18	4,66E-03	1,80E-04	4,09E-03	2,33E-04
H2B	9	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
H60	11	210	5,43E-02	2,10E-03	4,77E-02	2,72E-03
HA420	5	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
HA420	6	10	2,59E-03	9,98E-05	2,27E-03	1,29E-04
J2J	8	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
J2J	9	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
J31	19	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
KC39	80	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
KC39		58	1,50E-02	5,79E-04	1,32E-02	7,51E-04
L1T	5	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
L2C	10	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
L2J	9	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
L31	7	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
L31	8	18	4,66E-03	1,80E-04	4,09E-03	2,33E-04
L35	8	14	3,62E-03	1,40E-04	3,18E-03	1,81E-04
L39	1	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
L3J	9	1	2,59E-04	9,98E-06	2,27E-04	1,29E-05
L40	3	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
L40	7	92	2,38E-02	9,18E-04	2,09E-02	1,19E-03
L45	7	20	5,18E-03	2,00E-04	4,55E-03	2,59E-04
L45	9	92	2,38E-02	9,18E-04	2,09E-02	1,19E-03
L45	10	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
L60	6	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
L60	7	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
L60	8	20	5,18E-03	2,00E-04	4,55E-03	2,59E-04
LOH	70	22	5,69E-03	2,20E-04	5,00E-03	2,85E-04
M20P	3	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
P2008	1	32	8,28E-03	3,19E-04	7,28E-03	4,14E-04
P28	3	5	1,29E-03	4,99E-05	1,14E-03	6,47E-05
P28B	3	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
P28R	3	168	4,35E-02	1,68E-03	3,82E-02	2,17E-03
P2A	3	86	2,23E-02	8,58E-04	1,96E-02	1,11E-03
P3	11	16	4,14E-03	1,60E-04	3,64E-03	2,07E-04
P32	6	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
P46	5	161	4,17E-02	1,61E-03	3,66E-02	2,08E-03
P46	10	12	3,11E-03	1,20E-04	2,73E-03	1,55E-04
P95A	5	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
PA1	6	22	5,69E-03	2,20E-04	5,00E-03	2,85E-04
PA32	5	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
PA35	16	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
PA46	5	64	1,66E-02	6,39E-04	1,46E-02	8,28E-04
PA46	6	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
PAT4	5	22	5,69E-03	2,20E-04	5,00E-03	2,85E-04

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

**Tabela 11 (Continuação): Inventário de Emissão das APUs**

Aeronave	N° de Assentos	LTO/ano	Taxa de Emissão (t/ano)			
			NOx	HC	CO	MP
PAT4	6	42	1,09E-02	4,19E-04	9,55E-03	5,43E-04
PAT4	7	152	3,93E-02	1,52E-03	3,46E-02	1,97E-03
PAY2	7	154	3,99E-02	1,54E-03	3,50E-02	1,99E-03
PC-24	8	10	2,59E-03	9,98E-05	2,27E-03	1,29E-04
PC-24	9	86	2,23E-02	8,58E-04	1,96E-02	1,11E-03
PC-24	10	6	1,55E-03	5,99E-05	1,36E-03	7,76E-05
PL2	6	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
PL2	8	48	1,24E-02	4,79E-04	1,09E-02	6,21E-04
PL2	9	90	2,33E-02	8,98E-04	2,05E-02	1,16E-03
PN6	5	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
PR1	6	26	6,73E-03	2,60E-04	5,91E-03	3,36E-04
R66	3	10	2,59E-03	9,98E-05	2,27E-03	1,29E-04
R66	4	112	2,90E-02	1,12E-03	2,55E-02	1,45E-03
R66	5	8	2,07E-03	7,99E-05	1,82E-03	1,04E-04
RR2	1	4	1,04E-03	3,99E-05	9,10E-04	5,18E-05
RV1	3	13	3,36E-03	1,30E-04	2,96E-03	1,68E-04
RV8	4	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
S22	1	18	4,66E-03	1,80E-04	4,09E-03	2,33E-04
S22	3	198	5,12E-02	1,98E-03	4,50E-02	2,56E-03
S22	4	243	6,29E-02	2,43E-03	5,53E-02	3,14E-03
SF50	6	16	4,14E-03	1,60E-04	3,64E-03	2,07E-04
SR20	3	16	4,14E-03	1,60E-04	3,64E-03	2,07E-04
SR20	4	14	3,62E-03	1,40E-04	3,18E-03	1,81E-04
SR20	6	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
WWP	9	2	5,18E-04	2,00E-05	4,55E-04	2,59E-05
XX	174	76	1,97E-02	1,21E-03	1,08E-02	6,18E-04
XX	180	8	2,08E-03	1,27E-04	1,14E-03	6,51E-05
XX	186	118	3,06E-02	1,88E-03	1,68E-02	9,60E-04
<b>TOTAL</b>		<b>45.895</b>	<b>1,27E+01</b>	<b>6,09E-01</b>	<b>7,77E+00</b>	<b>4,67E-01</b>

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

### 5.2.4 Equipamentos de Apoio no “Lado Ar”

Diariamente, diversas atividades são realizadas nas áreas internas do aeroporto, conhecidas como “Lado Ar”. No entanto, algumas dessas operações são potenciais fontes de emissões atmosféricas, como o funcionamento e as operações de Equipamentos de Suporte em Solo (GSE) e o abastecimento das aeronaves. Diante disso, o presente estudo buscou estimar as taxas de emissão associadas emitidas pelo Lado Ar.

#### 5.2.4.1 Emissões dos Equipamentos de Suporte em Solo – GSE

Os Equipamentos de Suporte em Solo (GSE) englobam diversos veículos e equipamentos essenciais para a manutenção e operação das aeronaves no aeroporto durante os períodos de pouso e decolagem. Esses equipamentos incluem desde aqueles utilizados para reboque, manutenção e abastecimento até os responsáveis pelo carregamento e descarregamento de passageiros e cargas. Além disso, os GSE fornecem energia elétrica,

combustível e outros serviços necessários para garantir a eficiência e segurança das operações aeroportuárias (ICAO, 2016).

A ICAO (2016) recomenda o uso do método “*Simple Approach*” para a determinação das emissões geradas pelos Equipamentos de Suporte em Solo (GSE) durante os ciclos de pouso e decolagem (LTOs). Essa abordagem é adotada porque, para as APUs, não há informações suficientes para estimar os impactos causados pelo GSE durante o período de assistência a cada tipo de aeronave.

Os fatores de emissão desse método classificam as aeronaves em duas categorias principais: “fuselagem estreita/corredor simples” e “fuselagem larga/corredor duplo”, conforme apresentado na Tabela 12. Ressalta-se que, os valores apresentados referem-se ao *GSE Technology 2000-2015*, refletindo as características tecnológicas e operacionais dos equipamentos utilizados nesse período.

**Tabela 12: Fatores de Emissão para as operações em solo dos veículos e equipamentos de apoio (GSE)**

Poluentes	Unidade	Aeronaves de Fuselagem Estreita e Corredor simples	Aeronaves de Fuselagem Larga e Corredor Duplo
NOx	kg/ciclo	0,26	0,51
HC	kg/ciclo	0,02	0,045
CO	kg/ciclo	0,1	0,225
MP10	kg/ciclo	0,015	0,03

Fonte: ICAO (2016)

As taxas de emissão são estimadas de acordo com a Equação 7:

$$E = EF * A$$

Equação 7

Onde: E = taxa de emissão (t.ano<sup>-1</sup>); A = atividade: taxa de pousos e decolagens realizados por cada tipo de aeronave (LTO.ano<sup>-1</sup>); EF = fator de emissão (kg.LTO<sup>-1</sup>).

Deste modo, os resultados das estimativas para cada tipo de aeronave são apresentados na Tabela 13. Para essas estimativas, cada modelo de aeronave foi previamente classificado como fuselagem estreita ou fuselagem larga, de acordo com suas características específicas, conforme detalhado na tabela.

**Tabela 13: Inventário de Emissão dos Equipamentos de Suporte em Solo**

Aeronave	Tipo de Fuselagem	LTO/ano	Taxa de Emissão (t/ano)			
			NOx	HC	CO	MP
119	estreita	503	1,31E-01	1,01E-02	5,03E-02	7,55E-03
172	estreita	597	1,55E-01	1,19E-02	5,97E-02	8,96E-03
206B	estreita	126	3,28E-02	2,52E-03	1,26E-02	1,89E-03
295	estreita	3045	7,92E-01	6,09E-02	3,05E-01	4,57E-02
2JB	estreita	171	4,45E-02	3,42E-03	1,71E-02	2,57E-03
319	estreita	2150	5,59E-01	4,30E-02	2,15E-01	3,23E-02
320	estreita	5650	1,47E+00	1,13E-01	5,65E-01	8,48E-02
321	estreita	2372	6,17E-01	4,74E-02	2,37E-01	3,56E-02
330	larga	2	1,02E-03	9,00E-05	4,50E-04	6,00E-05
332	larga	28	1,43E-02	1,26E-03	6,30E-03	8,40E-04
429	estreita	30	7,80E-03	6,00E-04	3,00E-03	4,50E-04
44R	estreita	18	4,68E-03	3,60E-04	1,80E-03	2,70E-04
500	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
501	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
510	estreita	100	2,60E-02	2,00E-03	1,00E-02	1,50E-03
550	estreita	34	8,84E-03	6,80E-04	3,40E-03	5,10E-04
560	estreita	10	2,60E-03	2,00E-04	1,00E-03	1,50E-04
650	estreita	18	4,68E-03	3,60E-04	1,80E-03	2,70E-04
680	estreita	12	3,12E-03	2,40E-04	1,20E-03	1,80E-04
722	estreita	407	1,06E-01	8,14E-03	4,07E-02	6,11E-03
733	estreita	32	8,32E-03	6,40E-04	3,20E-03	4,80E-04
734	estreita	83	2,16E-02	1,66E-03	8,30E-03	1,25E-03
738	estreita	7332	1,91E+00	1,47E-01	7,33E-01	1,10E-01
73G	estreita	1177	3,06E-01	2,35E-02	1,18E-01	1,77E-02
750	estreita	8	2,08E-03	1,60E-04	8,00E-04	1,20E-04
763	larga	202	1,03E-01	9,09E-03	4,55E-02	6,06E-03
7M8	estreita	2820	7,33E-01	5,64E-02	2,82E-01	4,23E-02
A139	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
A19	estreita	66	1,72E-02	1,32E-03	6,60E-03	9,90E-04
A2	estreita	552	1,44E-01	1,10E-02	5,52E-02	8,28E-03
A20N	estreita	1466	3,81E-01	2,93E-02	1,47E-01	2,20E-02
A21N	estreita	41	1,07E-02	8,20E-04	4,10E-03	6,15E-04
A29	estreita	42	1,09E-02	8,40E-04	4,20E-03	6,30E-04
A30	larga	10	5,10E-03	4,50E-04	2,25E-03	3,00E-04
A31	estreita	20	5,20E-03	4,00E-04	2,00E-03	3,00E-04
A32	estreita	6	1,56E-03	1,20E-04	6,00E-04	9,00E-05
A34	estreita	1240	3,22E-01	2,48E-02	1,24E-01	1,86E-02
A65	estreita	14	3,64E-03	2,80E-04	1,40E-03	2,10E-04
AB11	estreita	14	3,64E-03	2,80E-04	1,40E-03	2,10E-04
AC50	estreita	12	3,12E-03	2,40E-04	1,20E-03	1,80E-04
AC95	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
AF1	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
AF4	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
APH	estreita	26	6,76E-03	5,20E-04	2,60E-03	3,90E-04
AS5	estreita	1683	4,38E-01	3,37E-02	1,68E-01	2,52E-02
AT7	estreita	307	7,98E-02	6,14E-03	3,07E-02	4,61E-03
AY3	estreita	14	3,64E-03	2,80E-04	1,40E-03	2,10E-04
B01	estreita	238	6,19E-02	4,76E-03	2,38E-02	3,57E-03
B20	estreita	60	1,56E-02	1,20E-03	6,00E-03	9,00E-04
B35	estreita	62	1,61E-02	1,24E-03	6,20E-03	9,30E-04
B36	estreita	18	4,68E-03	3,60E-04	1,80E-03	2,70E-04
B47	estreita	52	1,35E-02	1,04E-03	5,20E-03	7,80E-04
B505	estreita	64	1,66E-02	1,28E-03	6,40E-03	9,60E-04
B55	estreita	79	2,05E-02	1,58E-03	7,90E-03	1,19E-03

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

**Tabela 13 (Continuação): Inventário de Emissão dos Equipamentos de Suporte em Solo**

Aeronave	Tipo de Fuselagem	LTO/ano	Taxa de Emissão (t/ano)			
			NOx	HC	CO	MP
B58	estreita	85	2,21E-02	1,70E-03	8,50E-03	1,28E-03
B90	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
B91	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
B92	estreita	8	2,08E-03	1,60E-04	8,00E-04	1,20E-04
B9L	larga	1.076	5,49E-01	4,84E-02	2,42E-01	3,23E-02
BE1	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
BE2	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
BE3	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
BE30	estreita	15	3,90E-03	3,00E-04	1,50E-03	2,25E-04
BE9	estreita	44	1,14E-02	8,80E-04	4,40E-03	6,60E-04
C02	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
C150	estreita	8	2,08E-03	1,60E-04	8,00E-04	1,20E-04
C152	estreita	3.193	8,30E-01	6,39E-02	3,19E-01	4,79E-02
C20	estreita	96	2,50E-02	1,92E-03	9,60E-03	1,44E-03
C2X	estreita	6	1,56E-03	1,20E-04	6,00E-04	9,00E-05
C45	estreita	5	1,30E-03	1,00E-04	5,00E-04	7,50E-05
C56	estreita	85	2,21E-02	1,70E-03	8,50E-03	1,28E-03
C95	estreita	108	2,81E-02	2,16E-03	1,08E-02	1,62E-03
CCJ	estreita	8	2,08E-03	1,60E-04	8,00E-04	1,20E-04
CCT	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
CCX	estreita	23	5,98E-03	4,60E-04	2,30E-03	3,45E-04
CJ1	estreita	327	8,50E-02	6,54E-03	3,27E-02	4,91E-03
CJ2	estreita	100	2,60E-02	2,00E-03	1,00E-02	1,50E-03
CJ3	estreita	80	2,08E-02	1,60E-03	8,00E-03	1,20E-03
CL30	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
CN1	estreita	20	5,20E-03	4,00E-04	2,00E-03	3,00E-04
CN2	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
CR2	estreita	38	9,88E-03	7,60E-04	3,80E-03	5,70E-04
D90	estreita	68	1,77E-02	1,36E-03	6,80E-03	1,02E-03
DA42	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
DA6	estreita	22	5,72E-03	4,40E-04	2,20E-03	3,30E-04
DF9	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
DV20	estreita	12	3,12E-03	2,40E-04	1,20E-03	1,80E-04
E21	estreita	6	1,56E-03	1,20E-04	6,00E-04	9,00E-05
E30	estreita	88	2,29E-02	1,76E-03	8,80E-03	1,32E-03
E35	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
E50	estreita	305	7,93E-02	6,10E-03	3,05E-02	4,58E-03
E55	estreita	321	8,35E-02	6,42E-03	3,21E-02	4,82E-03
E75S	estreita	14	3,64E-03	2,80E-04	1,40E-03	2,10E-04
E90	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
E95	estreita	3.162	8,22E-01	6,32E-02	3,16E-01	4,74E-02
EC2	estreita	72	1,87E-02	1,44E-03	7,20E-03	1,08E-03
EC5	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
EM2	estreita	80	2,08E-02	1,60E-03	8,00E-03	1,20E-03
EM4	estreita	6	1,56E-03	1,20E-04	6,00E-04	9,00E-05
EM5	estreita	134	3,48E-02	2,68E-03	1,34E-02	2,01E-03
EMB	estreita	170	4,42E-02	3,40E-03	1,70E-02	2,55E-03
EMB111	estreita	60	1,56E-02	1,20E-03	6,00E-03	9,00E-04
EMB312	estreita	126	3,28E-02	2,52E-03	1,26E-02	1,89E-03
EMB312TUCA	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
ER3	estreita	26	6,76E-03	5,20E-04	2,60E-03	3,90E-04
ER4	estreita	34	8,84E-03	6,80E-04	3,40E-03	5,10E-04
F5E	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
F7X	estreita	18	4,68E-03	3,60E-04	1,80E-03	2,70E-04

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

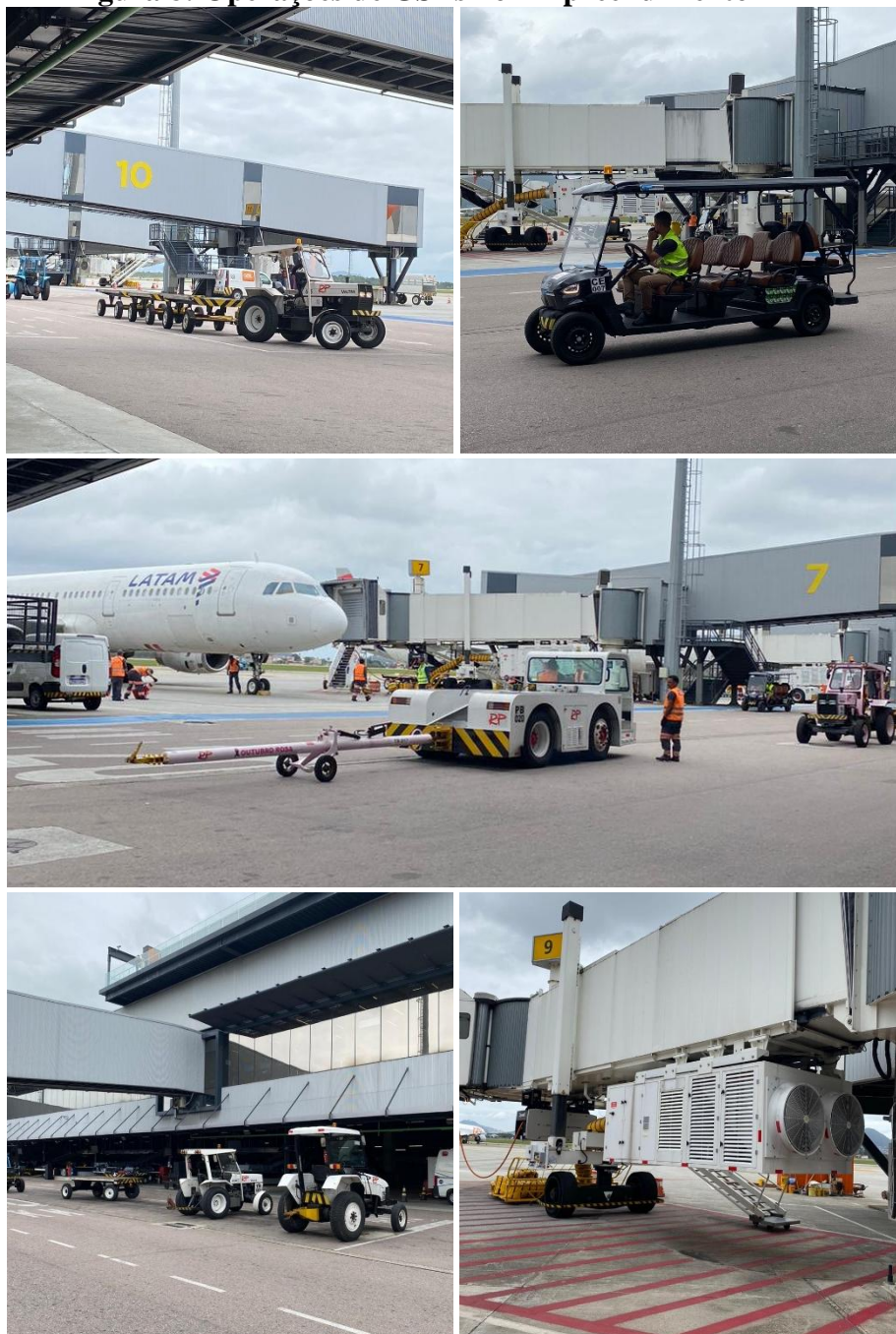
**Tabela 13 (Continuação): Inventário de Emissão dos Equipamentos de Suporte em Solo**

Aeronave	Tipo de Fuselagem	LTO/ano	Taxa de Emissão (t/ano)			
			NOx	HC	CO	MP
F8X	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
G55	estreita	26	6,76E-03	5,20E-04	2,60E-03	3,90E-04
GAL	estreita	12	3,12E-03	2,40E-04	1,20E-03	1,80E-04
GRJ	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
GRT	estreita	6	1,56E-03	1,20E-04	6,00E-04	9,00E-05
H2B	estreita	30	7,80E-03	6,00E-04	3,00E-03	4,50E-04
H60	estreita	210	5,46E-02	4,20E-03	2,10E-02	3,15E-03
HA420	estreita	16	4,16E-03	3,20E-04	1,60E-03	2,40E-04
J2J	estreita	6	1,56E-03	1,20E-04	6,00E-04	9,00E-05
J31	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
KC39	larga	60	3,06E-02	2,70E-03	1,35E-02	1,80E-03
L1T	estreita	8	2,08E-03	1,60E-04	8,00E-04	1,20E-04
L2C	estreita	6	1,56E-03	1,20E-04	6,00E-04	9,00E-05
L2J	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
L31	estreita	20	5,20E-03	4,00E-04	2,00E-03	3,00E-04
L35	estreita	14	3,64E-03	2,80E-04	1,40E-03	2,10E-04
L39	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
L3J	estreita	1	2,60E-04	2,00E-05	1,00E-04	1,50E-05
L40	estreita	94	2,44E-02	1,88E-03	9,40E-03	1,41E-03
L45	estreita	120	3,12E-02	2,40E-03	1,20E-02	1,80E-03
L60	estreita	24	6,24E-03	4,80E-04	2,40E-03	3,60E-04
LOH	estreita	22	5,72E-03	4,40E-04	2,20E-03	3,30E-04
M20P	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
P2008	estreita	32	8,32E-03	6,40E-04	3,20E-03	4,80E-04
P28	estreita	5	1,30E-03	1,00E-04	5,00E-04	7,50E-05
P28B	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
P28R	estreita	168	4,37E-02	3,36E-03	1,68E-02	2,52E-03
P2A	estreita	86	2,24E-02	1,72E-03	8,60E-03	1,29E-03
P3	estreita	16	4,16E-03	3,20E-04	1,60E-03	2,40E-04
P32	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
P46	estreita	173	4,50E-02	3,46E-03	1,73E-02	2,60E-03
P95A	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
PA1	estreita	22	5,72E-03	4,40E-04	2,20E-03	3,30E-04
PA32	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
PA35	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
PA46	estreita	66	1,72E-02	1,32E-03	6,60E-03	9,90E-04
PAT4	estreita	216	5,62E-02	4,32E-03	2,16E-02	3,24E-03
PAY2	estreita	154	4,00E-02	3,08E-03	1,54E-02	2,31E-03
PC24	estreita	102	2,65E-02	2,04E-03	1,02E-02	1,53E-03
PL2	estreita	140	3,64E-02	2,80E-03	1,40E-02	2,10E-03
PN6	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
PR1	estreita	26	6,76E-03	5,20E-04	2,60E-03	3,90E-04
R66	estreita	130	3,38E-02	2,60E-03	1,30E-02	1,95E-03
RR2	estreita	4	1,04E-03	8,00E-05	4,00E-04	6,00E-05
RV1	estreita	13	3,38E-03	2,60E-04	1,30E-03	1,95E-04
RV8	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
S22	estreita	459	1,19E-01	9,18E-03	4,59E-02	6,89E-03
SF50	estreita	16	4,16E-03	3,20E-04	1,60E-03	2,40E-04
SR20	estreita	32	8,32E-03	6,40E-04	3,20E-03	4,80E-04
WWP	estreita	2	5,20E-04	4,00E-05	2,00E-04	3,00E-05
XX	estreita	202	5,25E-02	4,04E-03	2,02E-02	3,03E-03
<b>TOTAL</b>		<b>45.895</b>	<b>1,23E+01</b>	<b>9,52E-01</b>	<b>4,76E+00</b>	<b>7,09E-01</b>

Fonte: Inventário de emissões atmosféricas Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

A Figura 12 ilustra as atividades dos GSEs no empreendimento.

**Figura 8: Operações de GSEs no Empreendimento**



Fonte: Autores (2025)

#### 5.2.4.2 Emissões durante o abastecimento das aeronaves

Durante o abastecimento de aeronaves parte do combustível para aviação é evaporado, o que provoca emissão de compostos orgânicos voláteis (VOC) e hidrocarbonetos (HC), poluentes que provocam impactos a saúde ambiental. Buscando estimar tais taxas de emissão, recorreu-se a metodologia recomendada pela ICAO (2016).

As emissões evaporativas por caminhões devem ser multiplicadas por 2 (dois) em virtude da ocorrência durante a transferência do combustível do tanque de armazenamento para

o tanque do caminhão, bem como durante a passagem do combustível do tanque do caminhão para a aeronave. A Tabela 14 apresenta os fatores de emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) para querosene e gasolina, segundo ICAO (2016).

**Tabela 14: Fatores de Emissão de VOC durante o abastecimento, dependente do tipo de combustível**

Abastecimento com querosene (g de VOC / kg de querosene)	0,01
Abastecimento com gasolina (g de VOC / kg de gasolina)	1,27

Fonte: ICAO (2016)

No ano de 2023, foram consumidos 51.685,72 m<sup>3</sup> de querosene de aviação (Jet-A) e 133,13 m<sup>3</sup> de gasolina de aviação (AVGas). A Figura 9 ilustra o transporte de combustível no pátio das aeronaves.

**Figura 9: Caminhão Tanque de combustível operando no empreendimento**



Fonte: Autores (2025)

A Tabela 15 apresenta as taxas de emissão desses combustíveis durante o abastecimento das aeronaves, realizado por meio de caminhão tanque e queroduto. As taxas de emissão resultantes do processo de abastecimento de aeronaves são estimadas de acordo com a Equação 8.

$$E = (EF * C * \rho * 2) / 1.000.000 \quad \text{Equação 8}$$

Onde: E = taxa de emissão (t.ano<sup>-1</sup>); C = consumo de combustível (m<sup>3</sup>/ano); ρ = densidade do combustível (kg/m<sup>3</sup>).

**Tabela 15: Inventário de Emissão durante o abastecimento de aeronaves**

Taxa de Emissão	VOC (t/ano)	HC (t/ano)
Querosene de Aviação	0,83	0,72
Gasolina de Aviação	0,23	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>1,07</b>	<b>0,93</b>

Fonte: Inventário Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

Salienta-se que os Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) englobam, dentre outros compostos, os hidrocarbonetos totais (HC). De acordo com FAEE e EPA (2009), o fator de conversão de HC para VOC é de 1,15, portanto, estima-se que durante as atividades de abastecimentos das aeronaves na Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis, em 2023, foram emitidas cerca de 0,93 toneladas de HC.

### 5.2.5 Estação de Tratamento de Efluente - ETE

Os processos de tratamento de efluentes são fontes de emissões de compostos orgânicos voláteis (VOC), liberados pela decomposição da matéria orgânica presente no efluente durante seu tratamento.

Essas emissões podem impactar a qualidade do ar local, principalmente devido à proximidade da ETE com áreas operacionais e espaços frequentados por passageiros e trabalhadores do aeroporto. Além disso, os VOC são conhecidos por contribuírem para a formação de ozônio troposférico, um poluente que pode causar danos à saúde humana e ao meio ambiente

Com base nos dados operacionais e nos fatores de emissão disponibilizados pela NPI (2011) para o tratamento de efluentes, apresentados na Tabela 16, a taxa de emissão de VOC foi calculada utilizando a Equação 9. Para garantir a precisão dos resultados, essa equação foi ajustada de modo a considerar que o fator de emissão está expresso em kg/1000 m<sup>3</sup>.

$$E = EF * \left( \frac{Q}{1000} \right) \quad \text{Equação 9}$$

Onde: E = taxa de emissão de VOC (kg.dia<sup>-1</sup>); EF = fator de emissão de VOC (kg.1000m<sup>-3</sup>); Q = vazão volumétrica de efluente tratado (m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup>).

**Tabela 16: Inventário de Emissão da ETE em 2023**

Carga anual de efluente (m <sup>3</sup> /ano)	56.790,72
Carga média diária de efluente (m <sup>3</sup> /dia)	155,59
Fator de Emissão VOC (kg/1.000 m <sup>3</sup> )	1,07
Taxa de Emissão de VOC (t/ano)	6,08E-02

Fonte: Inventário Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis (2025)

A Figura 10 apresenta a localização da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) na Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis.

**Figura 10: Localização da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)**



Fonte: Autores (2025)

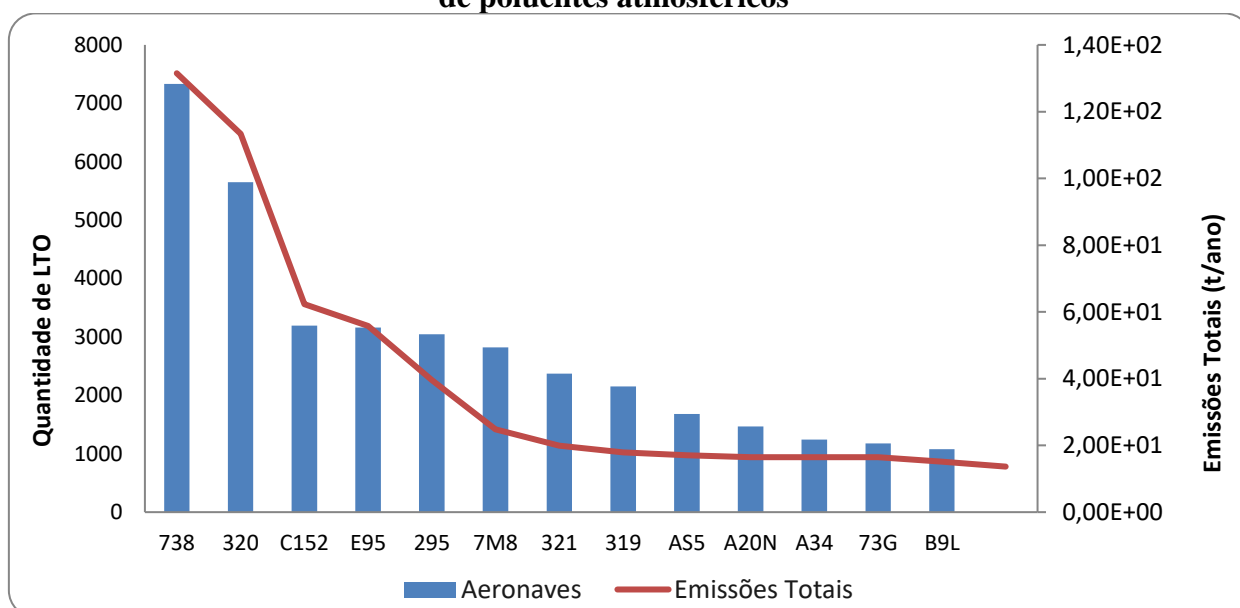
## 6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DO INVENTÁRIO

### 6.1 Aeronaves

O comportamento das emissões de poluentes atmosféricos (HC, VOC, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, MP e CO), está diretamente relacionado à intensidade das operações aeroportuárias, particularmente ao número de ciclos de pouso e decolagem (LTO). Embora exista uma correlação direta entre as emissões atmosféricas e a frequência de pousos e decolagens, esses valores podem variar de acordo com diversas condições, dentre elas o tipo de motor utilizado e o consumo de combustível de cada modelo de aeronave.

Na Figura 11, observa-se a relação entre a quantidade de pousos e decolagens realizados por distintos modelos de aeronaves e as respectivas emissões totais estimadas de poluentes atmosféricos. Essa análise permite identificar quais aeronaves apresentam maior volume de emissões relacionadas ao ciclo LTO.

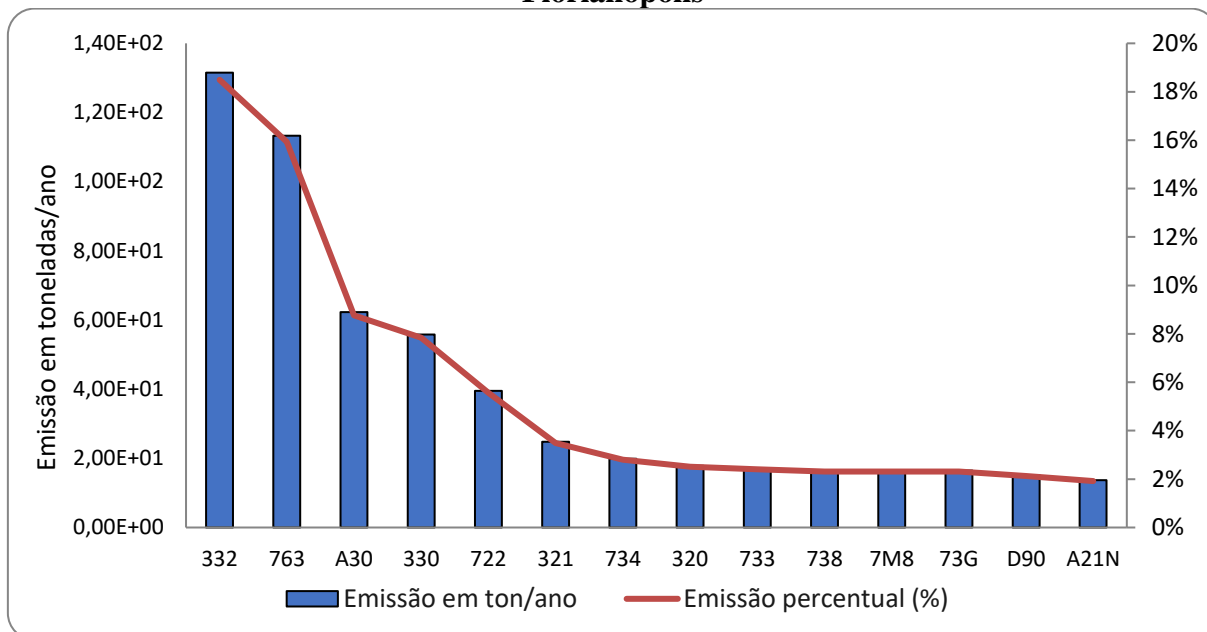
**Figura 11: Relação entre a quantidade de pousos e decolagens, por aeronave, e a emissão de poluentes atmosféricos**



Fonte: Próprio autor (2025)

A Figura 12 apresenta a relação entre os diferentes tipos de aeronaves e as emissões atmosféricas associadas a cada uma delas. Nota-se que os modelos 332, 763, A30 e 330, em conjunto, são responsáveis por mais de 50% das emissões geradas por essa atividade.

**Figura 12: Relação entre a quantidade de LTO e porcentagem de emissões de poluentes gerados pelas aeronaves mais utilizadas na Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis**



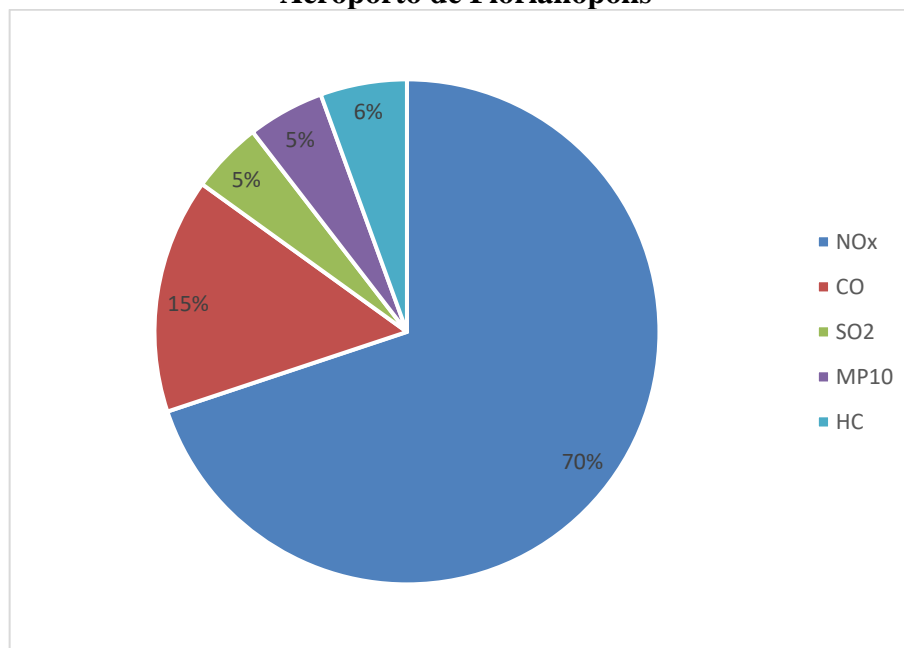
Fonte: Próprio autor (2025)

## 6.2 Geradores

A Figura 13 apresenta a variação das emissões de acordo com o tipo de poluente (HC, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, MP e CO). Observa-se que o óxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) corresponde a aproximadamente 70% do total de emissões. Esse valor elevado se deve ao fato de o fator de emissão de dióxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) ser cerca de 4 (quatro) vezes maior em comparação com os demais poluentes (HC, SO<sub>x</sub>, MP e CO), devido às altas temperaturas de combustão.

Além disso, motores à diesel operam com excesso de ar, o que, combinado com altas temperaturas, favorece a formação de dióxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), contribuindo para seu percentual predominante nas emissões atmosféricas do empreendimento.

**Figura 13: Emissão percentual por poluente para geradores - Zurich Airport Brasil - Aeroporto de Florianópolis**



Fonte: Próprio autor (2025)

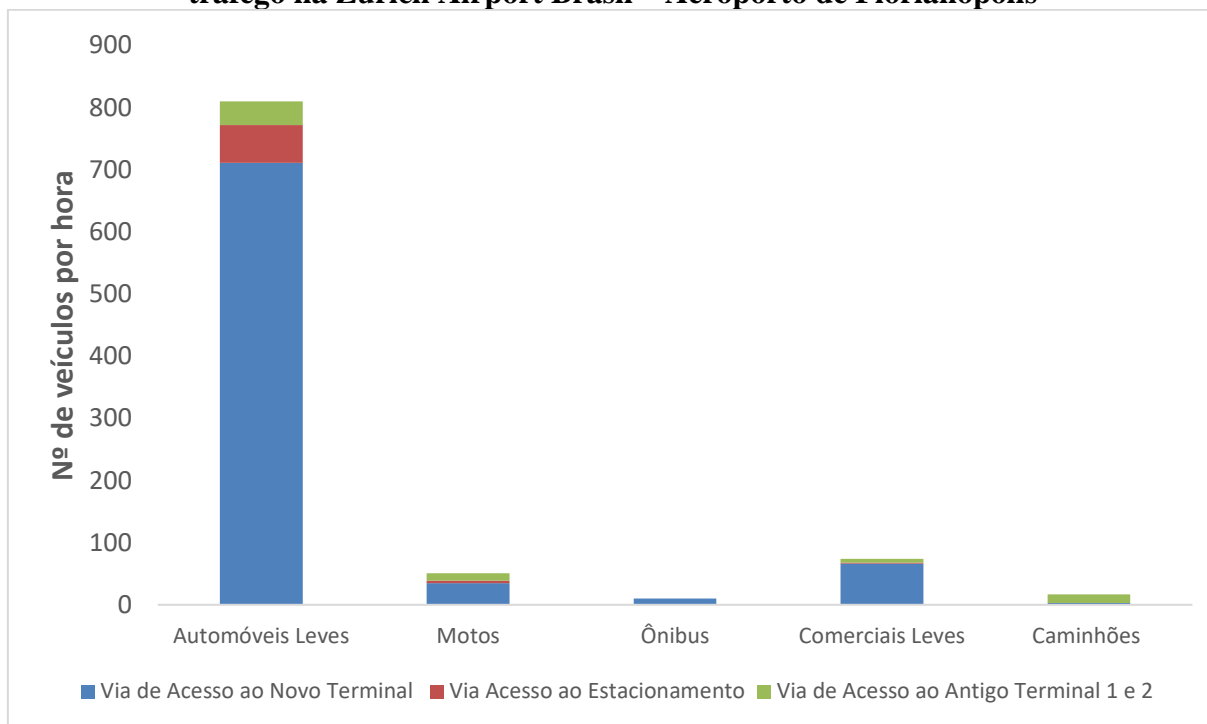
### 6.3 Veículos Automotores (Lado Terra)

Assim como para as aeronaves, o consumo de combustível dos veículos terrestres varia de acordo com o tipo e a quantidade de automóveis que circulam nas principais vias do empreendimento, influenciando diretamente as taxas de emissões no local.

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 14, observa-se que os “automóveis leves” são a categoria com maior circulação no aeroporto, apresentando uma média significativamente superior em comparação aos demais tipos de veículos.

É importante destacar que essa análise foi realizada considerando apenas as vias e o tráfego de veículos no lado terra do aeroporto, ou seja, nos principais acessos, excluindo as movimentações no pátio das atividades de aeronaves. Isso porque as emissões de exaustão de veículos já estão sendo consideradas nos fatores de emissão de equipamentos de apoio (item 6.5).

**Figura 14: Quantidade e tipo de veículos que transitam, por hora, por cada via de tráfego na Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis**

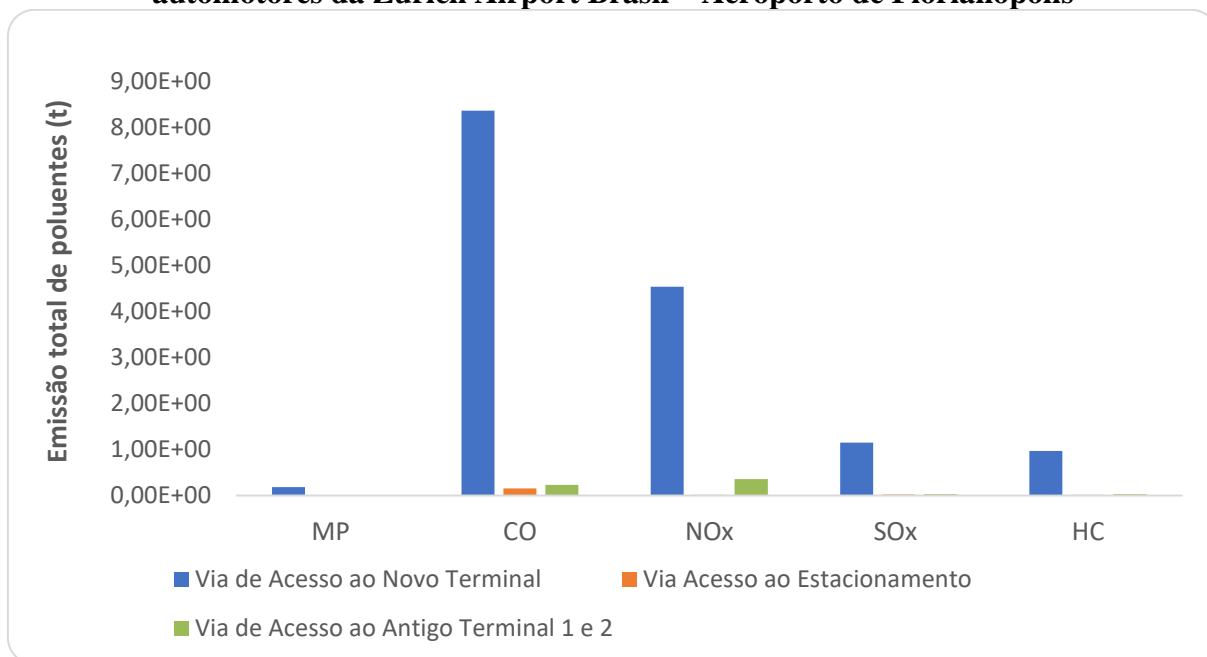


Fonte: Próprio autor (2025)

Ao avaliar o impacto atmosférico das vias da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis, considerando as emissões provenientes da exaustão dos veículos que nelas circulam, observa-se, por meio da Figura 15, que a “Via de Acesso ao Novo Terminal” é a que mais contribui para emissão de poluentes. Esse resultado era esperado, uma vez que essa via registra o maior fluxo de veículos em comparação com as demais.

Além disso, destaca-se que os principais poluentes gerados por essas atividades são o monóxido de carbono (CO) e os óxidos de nitrogênio (NOx), ambos resultantes da combustão dos combustíveis usados no funcionamento dos motores veiculares.

**Figura 15: Relação de emissão por poluente nas vias de tráfego, por exaustão de veículos automotores da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis**

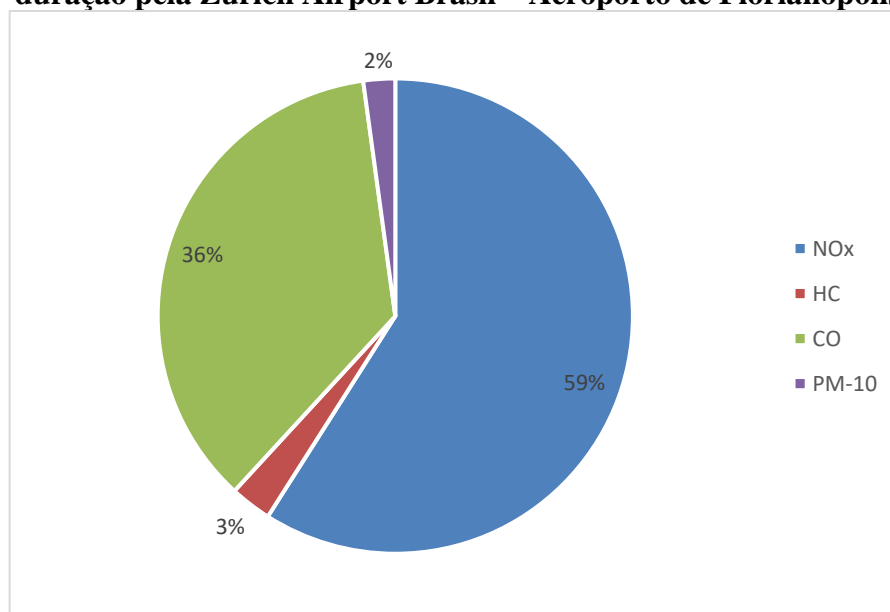


Fonte: Próprio autor (2025)

#### 6.4 Unidade Auxiliar de Energia – APU

A Figura 16 apresenta a relação entre a contribuição de poluentes atmosféricos gerados durante o funcionamento das Unidades Auxiliares de Energia (APUs) de aeronaves. Observa-se que os principais poluentes emitidos pelas unidades auxiliares de energia são o NOx e o CO, resultantes da queima necessária para o funcionamento dos motores da APU, cujos gases são posteriormente liberados na atmosfera.

**Figura 16: Relação percentual de emissão por aeronaves de curta duração e de longa duração pela Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis**



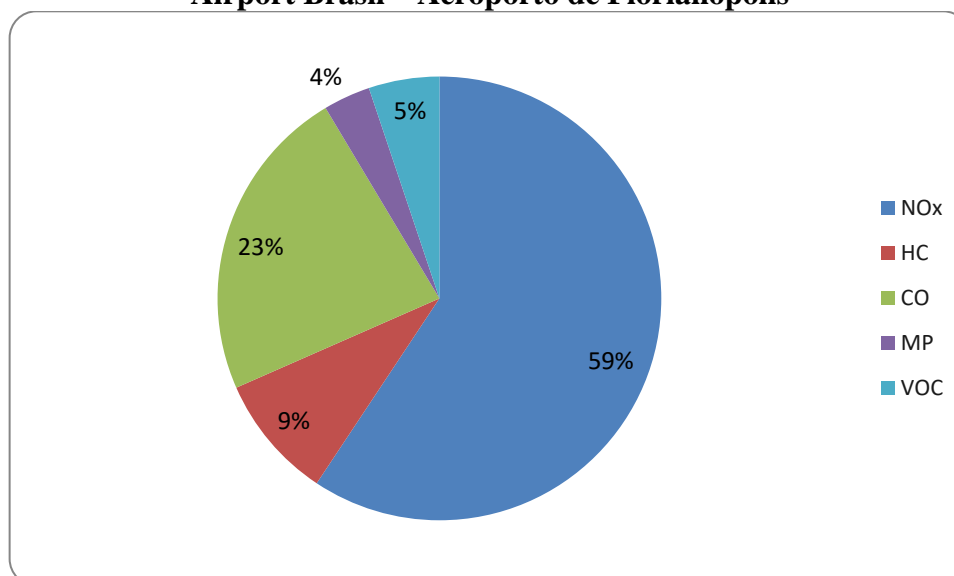
Fonte: Próprio autor (2025)

## 6.5 Equipamentos de Apoio - “Lado Ar”

### 6.5.1 Emissões dos Equipamentos de Suporte em Solo – GSE

Os Equipamentos de Suporte em Solo presentes na Zurich Airport Brasil - Aeroporto de Florianópolis emitem predominantemente NO<sub>x</sub> e CO, devido aos mesmos fatores observados em outras atividades que utilizam combustíveis como fonte de energia, conforme mencionado no item 6.4. A Figura 17 ilustra a relação percentual das emissões de poluentes geradas pelos GSE, evidenciando sua contribuição para a qualidade do ar no aeroporto.

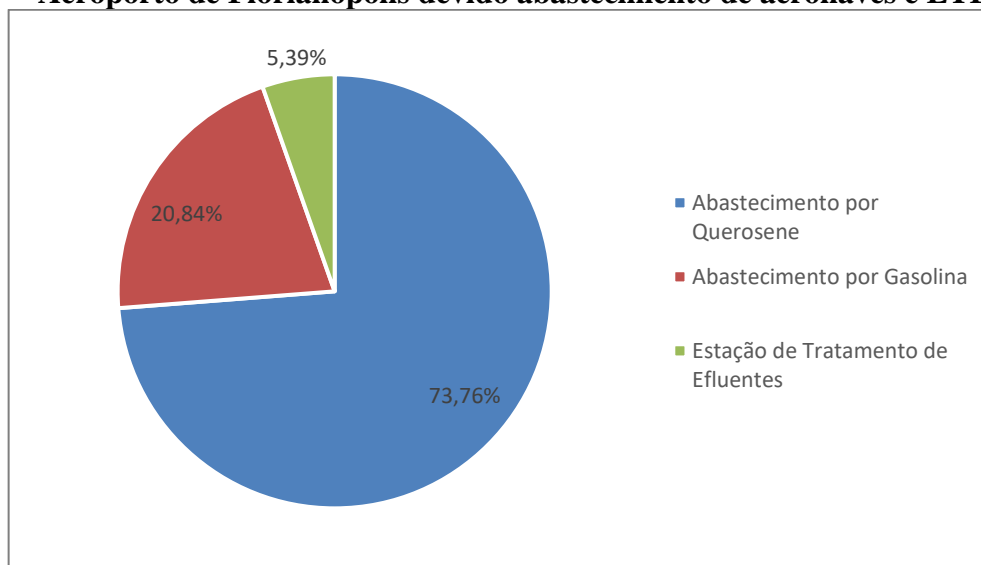
**Figura 17: Emissão por poluentes do uso de equipamentos de suporte do solo – Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis**



Fonte: Próprio autor (2025)

### 6.5.2 Abastecimento de Aeronaves e Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)

Tanto o abastecimento das aeronaves quanto os processos realizados na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) contribuem para as emissões de compostos orgânicos voláteis (VOC) na Zurich Airport Brasil - Aeroporto de Florianópolis. Conforme Figura 14, é possível observar a relação percentual dessas emissões.

**Figura 18: Porcentagem comparativa para a emissão de VOC na Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis devido abastecimento de aeronaves e ETE**

Fonte: Próprio autor (2025)

As emissões provenientes da ETE representam pouco mais de 5% do total, um valor aproximadamente 4 (quatro) vezes menor do que as emissões geradas pelo abastecimento de aeronaves com gasolina. Essa diferença é particularmente notável quando se comparam os volumes manipulados: enquanto a ETE trata anualmente 56.790,72 m<sup>3</sup> de efluentes, o volume de gasolina utilizado para abastecimento é de apenas 133,13 m<sup>3</sup>. Já o querosene de aviação, principal combustível utilizado, apresenta um volume anual de 51.685,72 m<sup>3</sup>.

Ao somar os volumes de gasolina e querosene, obtém-se um total cerca de 5.000 m<sup>3</sup> inferior ao volume de efluentes tratados pela ETE. No entanto, as operações relacionadas ao manuseio de combustíveis geram emissões de compostos orgânicos voláteis (VOC) mais de 17 vezes superiores às emissões da ETE. Esse dado evidencia a relevância das emissões associadas aos combustíveis, mesmo quando seus volumes são relativamente menores em comparação à carga de efluentes tratada pela ETE.

## 6.6 Emissões Totais e Contribuição das Fontes

A Tabela 17 apresenta o resumo das emissões, por tipo de poluente e fonte, provocadas pelas operações da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis. Destaca-se que para o poluente material particulado (MP) foram consideradas o somatório das emissões de partículas totais em suspensão (PTS) e material particulado com diâmetro inferior a 10 µm (MP<sub>10</sub>).

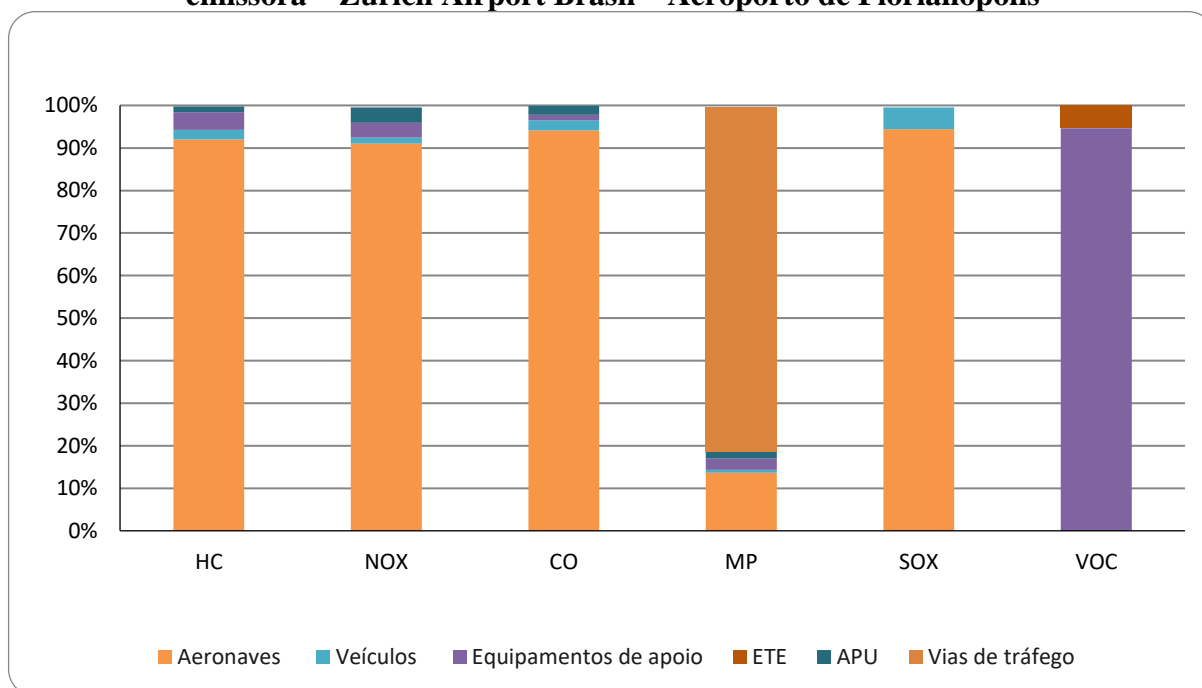
**Tabela 17: Emissão total (em toneladas) por fonte emissora e tipo de poluente decorrente das atividades da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis**

	Taxa de Emissão (t/ano)						
	HC	NO <sub>x</sub>	CO	MP	SO <sub>x</sub>	VOC	Total
Aeronaves	41,83	319,67	346,86	3,68	21,87	-	<b>733,91</b>
Veículos	1,02	4,91	8,75	0,19	1,20	-	<b>16,07</b>
Vias de tráfego	-	-	-	21,84	-	-	<b>21,84</b>
Geradores	0,12	1,53	0,33	0,11	0,10	-	<b>2,18</b>
APU	0,61	12,74	7,77	0,47	-	-	<b>21,59</b>
ETE						0,06	<b>0,06</b>
Equipamentos de apoio	1,88	12,28	4,76	0,71	-	1,07	<b>20,69</b>
<b>Total</b>	<b>45,46</b>	<b>351,12</b>	<b>368,47</b>	<b>26,99</b>	<b>23,17</b>	<b>1,13</b>	<b>816,34</b>

Fonte: Próprio autor (2025)

A Figura 19 apresenta a relação percentual de contribuição das emissões atmosféricas por fonte emissora.

**Figura 19: Contribuição percentual das emissões de poluentes atmosféricos por fonte emissora – Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis**

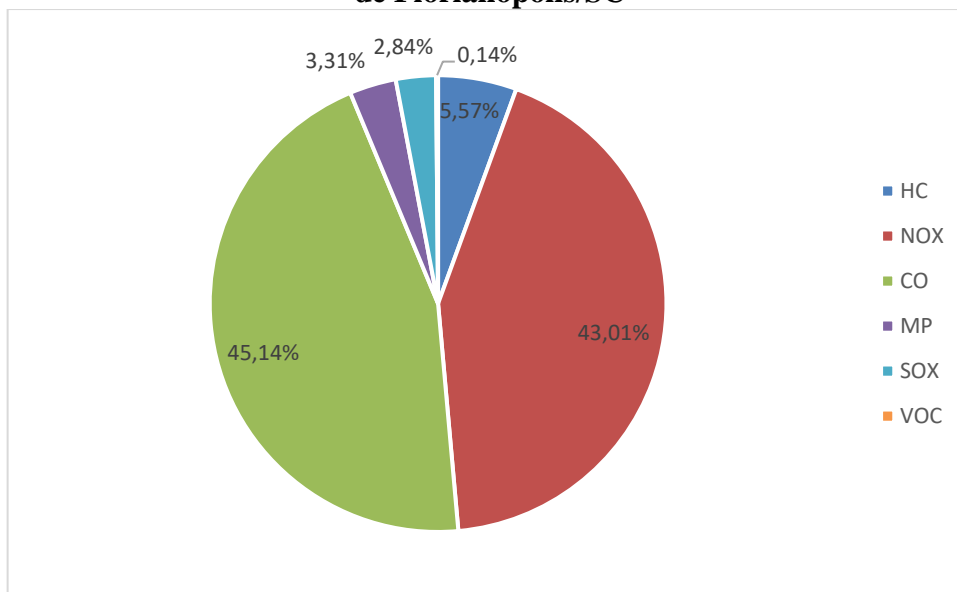


Fonte: Próprio autor (2025)

Os resultados mostram que a principal fonte de emissão atmosférica da Zurich Airport Brasil - Aeroporto de Florianópolis são as aeronaves. Tal fato pode ser explicado pelo alto índice de pousos e decolagens realizados anualmente no local, além do grande consumo por combustíveis fósseis quando comparados as demais fontes. As vias de tráfego, apesar de possuir contribuição de emissões atmosféricas considerável, possuem emissões apenas de material particulado (MP).

A Figura 20 representa a distribuição, em porcentagem, de cada tipo de poluente (HC, NOx, CO, MP, SOx e VOC) para a Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis. O monóxido de carbono (CO) e os óxidos de nitrogênio (NOx) são os poluentes mais emitidos, com cerca de 88% somados, devido à combustão dos combustíveis durante as operações aéreas. O CO resulta da combustão incompleta nos ciclos de pouso e decolagem (LTO). Já os NOx são formados em altas temperaturas nos motores, especialmente durante a decolagem.

**Figura 20: Contribuição de cada tipo de poluente – Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis/SC**



Fonte: Próprio autor (2025)

## 7 DADOS METEOROLÓGICOS

Para a análise meteorológica, foram utilizados dados medidos por uma estação pertencente à Rede Meteorológica do Comando da Aeronáutica (REDEMET), complementados por informações obtidas de uma estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), ambas localizadas no município de Florianópolis, SC.

A estação da REDEMET está situada a uma altitude de 5 metros, com coordenadas geográficas longitude 742060.00 m E / latitude 6936931.03 m S / Zona 22 J (REDEMET, 2025). Já a estação do INMET encontra-se a uma altitude de 6 metros, com coordenadas geográficas longitude 734889.96 m E / latitude 6944565.00 m S / Zona 22 J (INMET, 2025).

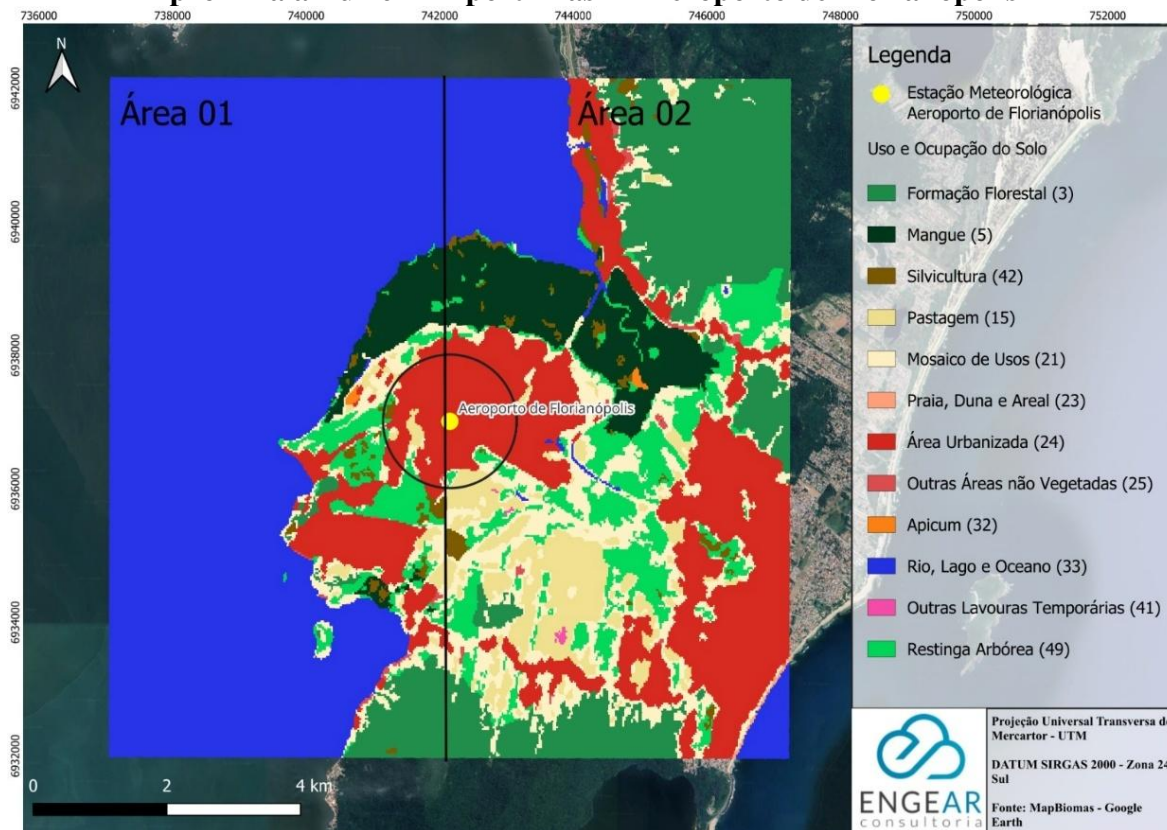
Os dados utilizados correspondem ao período compreendido entre 01 de janeiro de 2021 a 31 de dezembro de 2023. Eles foram tratados, avaliados e validados por um meteorologista, conforme *Apêndice – Validação Meteorológica*. Neste parecer foi realizada uma análise estatística dos dados demonstrando sua qualidade e validade superior a 90%.

Conforme apresentado no item 3, para determinação dos parâmetros da camada limite e caracterização adequada da capacidade dispersiva da atmosfera pelo AERMET, são necessários, além dos dados meteorológicos medidos, os parâmetros de superfície como albedo, razão de Bowen e rugosidade de superfície.

A EPA (2019) sugere equações e coeficientes para cada parâmetro que permite a estimativa dos valores de albedo, razão de Bowen e rugosidade, além de classificá-los com relação às estações do ano e a cobertura do solo. Para determinação de albedo e razão de Bowen é recomendado uma análise de área de 10 x 10 km centralizado no sítio da medição meteorológica. Em contrapartida, para rugosidade de superfície recomenda-se uma análise em uma área cujo raio seja igual a 1 km e centralizada no mesmo ponto.

Desta forma, a Figura 21 ilustra as áreas recomendadas para determinação dos parâmetros de superfície referentes à Estação Meteorológica do Aeroporto de Florianópolis. Nota-se que a região foi dividida em 2 (dois) setores de forma a obter valores de albedo, razão de Bowen e rugosidade realistas, uma vez que cada setor apresenta característica de superfície distinta. A Tabela 18 apresenta as porcentagens de ocupação e uso do solo para as duas regiões.

**Figura 21: Quadrado 10x10 km para determinação do Albedo e Razão de Bowen e círculo de raio de 1 km para determinação da Rugosidade de Superfície da região próxima à Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis**



Fonte: Autores (2025)

**Tabela 18: Determinações da cobertura do solo**

10x10 KM (albedo e Bowen)					
SETOR	Código USEPA	Cobertura do Solo	Área (Km <sup>2</sup> )	%	Fração
1	33	Transição	0,08	0,2	0,002
	81	Pasto	2,56	5,1	0,051
	42	Arvores com folhas o ano todo	2,48	5,0	0,050
	43	Floresta mista	1,88	3,8	0,038
	11	Água a céu aberto	37,31	74,6	0,746
	92	Mangue	1,73	3,5	0,035
	22	Alta Cobertura Residencial	3,97	7,9	0,079
2	33	Transição	0,22	0,4	0,004
	81	Pasto	10,91	21,8	0,218
	82	Culturas Temporárias	0,00	0,0	0,000
	42	Arvores com folhas o ano todo	5,76	11,5	0,115
	11	Água a céu aberto	5,63	11,3	0,113
	43	Floresta mista	10,61	21,2	0,212
	31	Praia, Duna e Areal	0,05	0,1	0,001
	92	Mangue	4,51	9,0	0,090
22	Alta Cobertura Residencial	12,30	24,6	0,246	
1 KM (RUGOSIDADE)					
SETOR	Código USEPA	Cobertura do Solo	Área (Km <sup>2</sup> )	%	Fração
1	22	Alta Cobertura Residencial	1,51	96,0	0,960
	81	Pasto	0,06	4,0	0,040
2	22	Alta Cobertura Residencial	1,57	100,0	1,000

Fonte: EPA (2019) e dados próprios (2025)

Foram utilizadas para este estudo as médias dos coeficientes de superfície referentes às estações outono e primavera por serem mais representativos para o Brasil. Isso porque os registros meteorológicos no país não são compatíveis com as características das estações verão e inverno do hemisfério norte, onde, por exemplo, há períodos de nevascas.

### 7.1 Albedo

O Albedo é determinado pela análise de uso e ocupação do solo de uma área de 10 km x 10 km como mencionado anteriormente, e pela média aritmética simples não ponderada (sem dependência da distância ou direção), conforme metodologia da EPA (2019). As frações de cada cobertura do solo foram multiplicadas pelo valor de albedo apropriado, de acordo com a Tabela 19, e em seguida, aplicado o somatório destes produtos de forma a determinar o valor de albedo de cada setor.

**Tabela 19: Valores de albedo para cada quadrante e a média aritmética final**

SETOR	Código USEPA	Fração da área (FA)	Albedo	FA*Albedo	TOTAL
1	33	0,002	0,180	0,000	0,114
	81	0,051	0,170	0,009	
	42	0,050	0,120	0,006	
	43	0,038	0,140	0,005	
	11	0,746	0,100	0,075	
	92	0,035	0,140	0,005	
	22	0,079	0,180	0,014	
	33	0,004	0,180	0,001	
2	81	0,218	0,170	0,037	0,150
	82	0,000	0,170	0,000	
	42	0,115	0,120	0,014	
	11	0,113	0,100	0,011	
	43	0,212	0,140	0,030	
	31	0,001	0,200	0,000	
	92	0,090	0,140	0,013	
	22	0,246	0,180	0,044	

Fonte: EPA (2019) e dados próprios (2025)

### 7.2 Razão de Bowen

Para determinação da Razão de Bowen (Tabela 20) aplica-se o cálculo de média geométrica simples não ponderada, considerando as frações de uso do solo. A região foi considerada seca pelo fato de a precipitação média ser maior que o 30º percentil dos dados de precipitação da climatologia de Florianópolis disponibilizada pelo Climatempo (2025). A média geométrica utilizada é apresentada na Equação 10.

$$M = e^{\frac{\sum \omega_i \ln(x_i)}{\sum \omega_i}} \quad \text{Equação 10}$$

Em que: M = Média geométrica;  $\omega_i$  = Fração da área;  $x_i$  = Razão de Bowen para uma dada classificação de uso do solo.

**Tabela 20: Valores de Razão de Bowen para cada setor e a média geométrica final**

SETOR	Código USEPA	Fração da área ( $\omega_i$ )	Razão de Bowen ( $x_i$ )	$wiln(x_i)$	Média geométrica
1	33	0,00	2,000	0,001	0,197
	81	0,05	1,500	0,021	
	42	0,05	1,500	0,020	
	43	0,04	1,625	0,018	
	11	0,75	0,100	-1,718	
	92	0,03	0,200	-0,056	
	22	0,08	3,000	0,087	
2	33	0,00	2,000	0,003	0,807
	81	0,22	1,500	0,088	
	82	0,00	1,500	0,000	
	42	0,12	1,500	0,047	
	11	0,11	0,100	-0,259	
	43	0,21	1,625	0,103	
	31	0,00	3,000	0,001	
	92	0,09	0,200	-0,145	
	22	0,25	3,000	0,270	

Fonte: EPA (2019) e dados próprios (2025)

### 7.3 Rugosidade

O coeficiente de rugosidade é determinado através da média geométrica ponderada do inverso da distância em sentido contrário a direção do vento em uma região de 1 (um) quilômetro de extensão em relação ao local de medição.

O fator utilizado no cálculo é baseado na distância entre o ponto central, local de instalação da estação meteorológica, ao ponto central da área de análise. Esse valor é multiplicado pelo logaritmo natural do coeficiente de rugosidade. Por fim, aplica-se a média geométrica, conforme Equação 10, mencionada no item anterior. Porém, neste caso,  $\omega_i$  = fator peso e o  $x_i$  = coeficiente de rugosidade.

A Tabela 21 contém a metodologia e os valores encontrados para o coeficiente de rugosidade final utilizados no estudo.

**Tabela 21: Coeficiente de Rugosidade para cada quadrante e a média geométrica final**

SETOR	Código USEPA	Fração da área [FA]	Distância [D] (km)	Peso: FA/D ( $\omega_i$ )	Coeficiente de Rugosidade ( $x_i$ )	$wiln(x_i)$	MÉDIA GEOM.
1	22	0,960	0,500	1,920	1,000	0,000	0,947
	81	0,040	0,900	0,044	0,090	-0,107	
2	22	1,000	0,500	2,000	1,000	0,000	1,000

Fonte: EPA (2019) e dados próprios (2025)

## 8 MODELAGEM DA DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

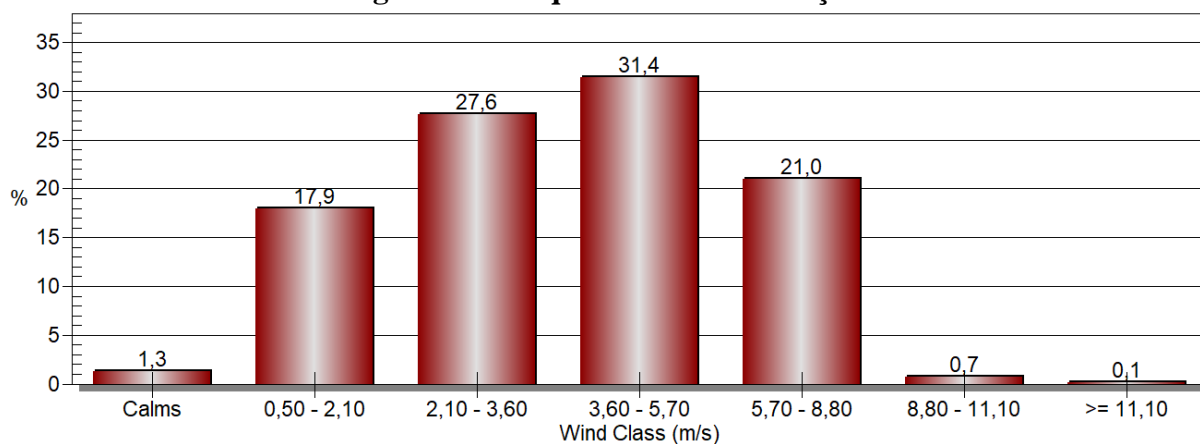
### 8.1 Processamento dos dados meteorológicos (AERMET)

Os dados meteorológicos utilizados neste estudo foram fornecidos pelas estações do REDEMET e do INMET, localizadas no município de Florianópolis / SC. A avaliação detalhada desses dados pode ser encontrada no Relatório Meteorológico no *APÊNDICE – VALIDAÇÃO METEOROLÓGICA*.

A Figura 22 apresenta a frequência de distribuição dos ventos, enquanto a Figura 23 exhibe a rosa dos ventos obtida do processamento dos dados meteorológicos utilizados. Como observado, os ventos se originam predominantemente da direção norte.

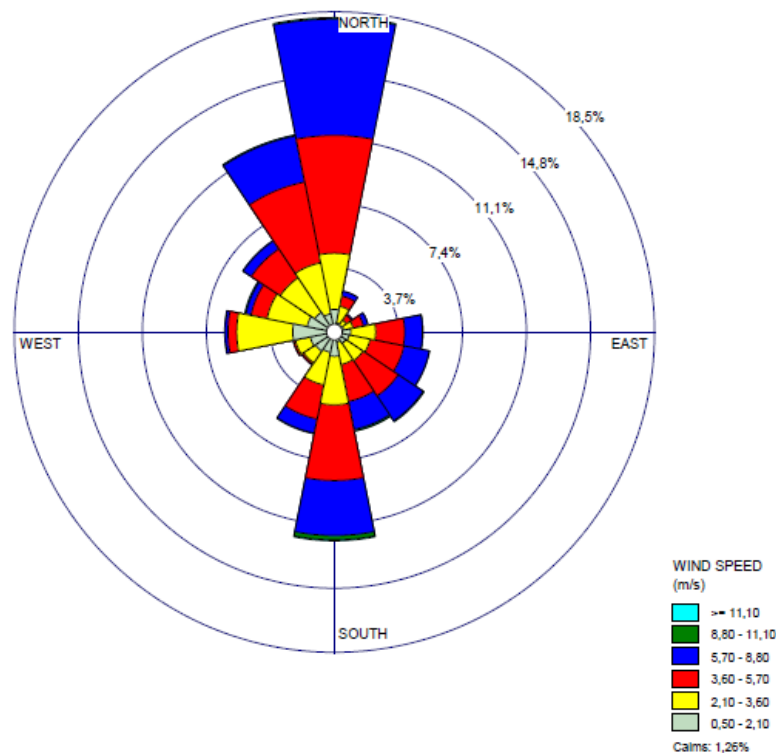
Ademais, 1,3% dos ventos são calmos, 45,5% são classificados como ventos de bafagem/aragem, pois apresentam velocidade entre  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$  a  $3,6 \text{ m.s}^{-1}$  e 31,4% são classificados como ventos fracos, pois possuem velocidade entre  $3,6 \text{ m.s}^{-1}$  a  $5,7 \text{ m.s}^{-1}$  (MARINHA DO BRASIL, 2025). Ventos de bafagem/aragem movem-se constante, mas ligeiramente. Já os ventos fracos propiciam o movimento constante de folhas de árvores, ambos contribuindo com a mistura dos poluentes no ar limpo.

**Figura 22: Frequência de distribuição**



Fonte: AERMET (2025)

Figura 23: Rosa dos ventos

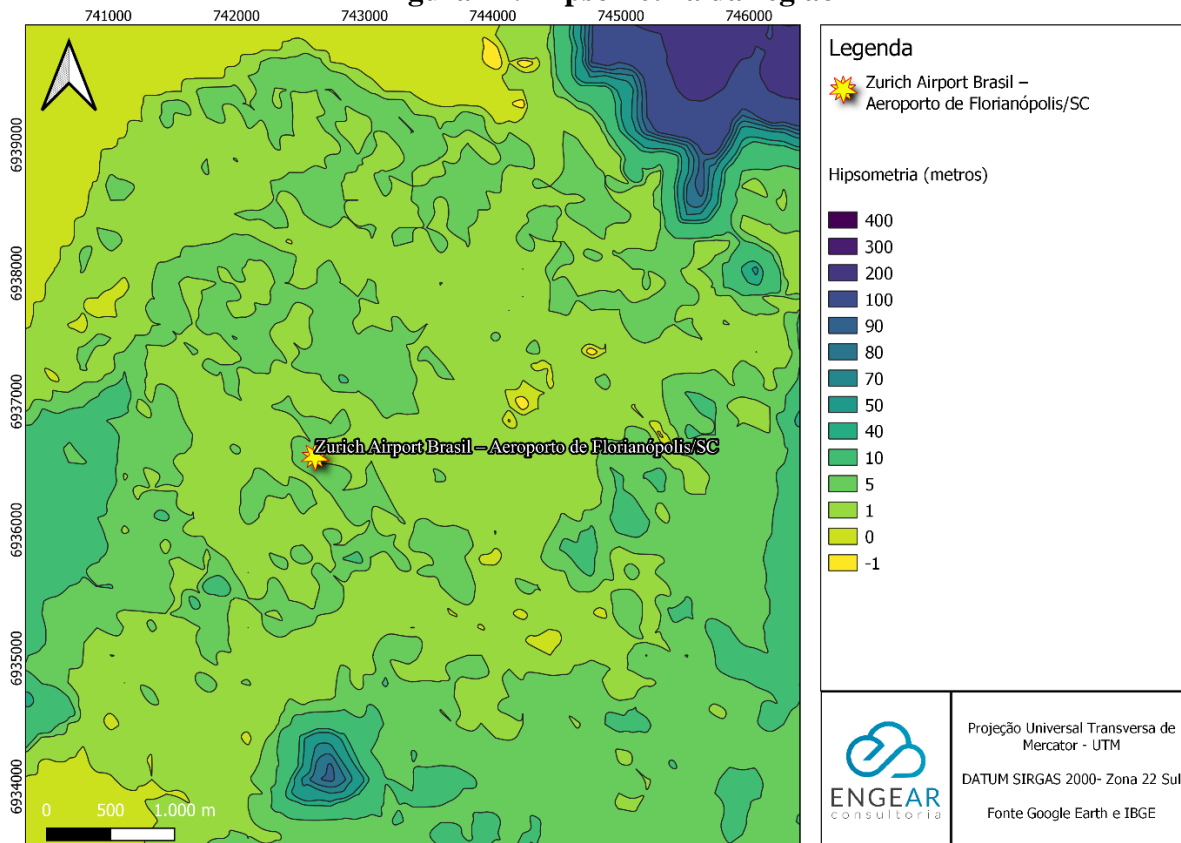


Fonte: AERMET (2025)

## 8.2 Processamento dos dados topográficos (AERMAP)

A atual versão do AERMAP permite o download automático de vários formatos de arquivos de relevo, sendo que o formato utilizado neste estudo é o SRTM Global (*Shuttle Radar Topography Mission*) de 30 metros, conforme Figura 24. Ressalta-se que as elevações registradas pelo SRTM representam a “altura refletida”, ou seja, as alturas de obstáculos como edifícios e árvores já são consideradas (EPA, 2018).

Figura 24: Hipsometria da região



Fonte: Autores (2025)

### 8.3 Processamento do modelo de dispersão AERMOD

Foi utilizado neste estudo o software AERMOD View, versão 12.0.0 da fabricante *Lakes Environmental* em suas condições “*default*”. O projeto foi criado no sistema de coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*), com DATUM WGS84, zona 22 J, hemisfério sul. As coordenadas centrais utilizadas foram de longitude 742738.66 m E e latitude 6937087.88 m S.

Ressalta-se que o sistema geográfico DATUM WGS84 é praticamente similar ao DATUM SIRGAS 2000, não havendo parâmetros de conversão entre eles (SOFTWARE PÚBLICO, 2022).

Para a simulação foi considerado uma grade de 250 metros de espaçamento, totalizando um quadrante de 6,00 quilômetros de lado com 625 receptores.

#### 8.3.1 Controle

Na aba “*Control*” do software, foi identificado o tipo de poluente para cada cenário de modelagem: “TPS” (partículas totais em suspensão), “PM10” (material particulado com diâmetro aerodinâmico inferior a 10 micrômetros), “PM2,5” (material particulado com

diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 micrômetros), “NO<sub>2</sub>” (dióxido de nitrogênio), “SO<sub>2</sub>” (dióxido de enxofre), “CO” (monóxido de carbono) e “Others” para os compostos orgânicos voláteis (VOC) e para os hidrocarbonetos totais (HC).

Também foram determinados os referenciais temporais para cada tipo de poluente modelado, conforme indicado na Resolução CONAMA n° 506/2024. Para as diferentes frações de particulados e para os óxidos de enxofre, a modelagem considerou os referenciais diários (24 horas) e anuais. Já para os óxidos de nitrogênio, os referenciais foram horários (1 hora) e anuais, e para o monóxido de carbono, utilizou-se o referencial de 8 horas.

Salienta-se que, dado que os poluentes compostos orgânicos voláteis e hidrocarbonetos não são regulamentados pela CONAMA 506/2024 ou por qualquer outra normativa estadual e nacional, optou-se por realizar simulações para os referenciais horário e anual de cada poluente.

É importante destacar que os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) são compostos predominantemente por monóxido de nitrogênio (NO), com menores quantidades de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e traços de outros óxidos (ODOROSKI, HENSCHKE e YU, 2015). Em processos convencionais de combustão, o NO<sub>2</sub> geralmente representa menos de 5% do total de NO<sub>x</sub> formado (FILHO, 2016). No entanto, em chaminés de fontes industriais, a proporção de NO<sub>2</sub> em relação ao NO<sub>x</sub> emitido pode variar de 5% a 20% (CARRUTHERS, STOCKER, *et al.*, 2017). Isso sugere que as concentrações de NO<sub>2</sub> obtidas em algumas podem ser frequentemente superestimadas e não refletirem com precisão a emissão real desse poluente.

Dessa forma, para a simulação dos óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>), foi utilizado o modelo ARM2 apresentado pelo modelo AERMOD *View* para o poluente NO<sub>2</sub>, nas configurações padrão (*default*), que consideram uma conversão de NO<sub>x</sub> para NO<sub>2</sub> entre 50% e 90%.

### 8.3.2 Fontes de Emissão

Todas as fontes da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis foram inseridas na aba “*Source Summary*”. As atividades das aeronaves e das vias pavimentadas foram inseridas como fonte linha volume; enquanto as demais fontes, como geradores, equipamentos de suporte em solo (GSE), abastecimento de aeronaves, unidade auxiliar de energia (APU) e estação de tratamento de efluente (ETE), foram inseridas como fonte área.

As informações de emissão incluídas no software estão apresentadas no item 5 deste documento.

### 8.3.3 Receptores Sensíveis

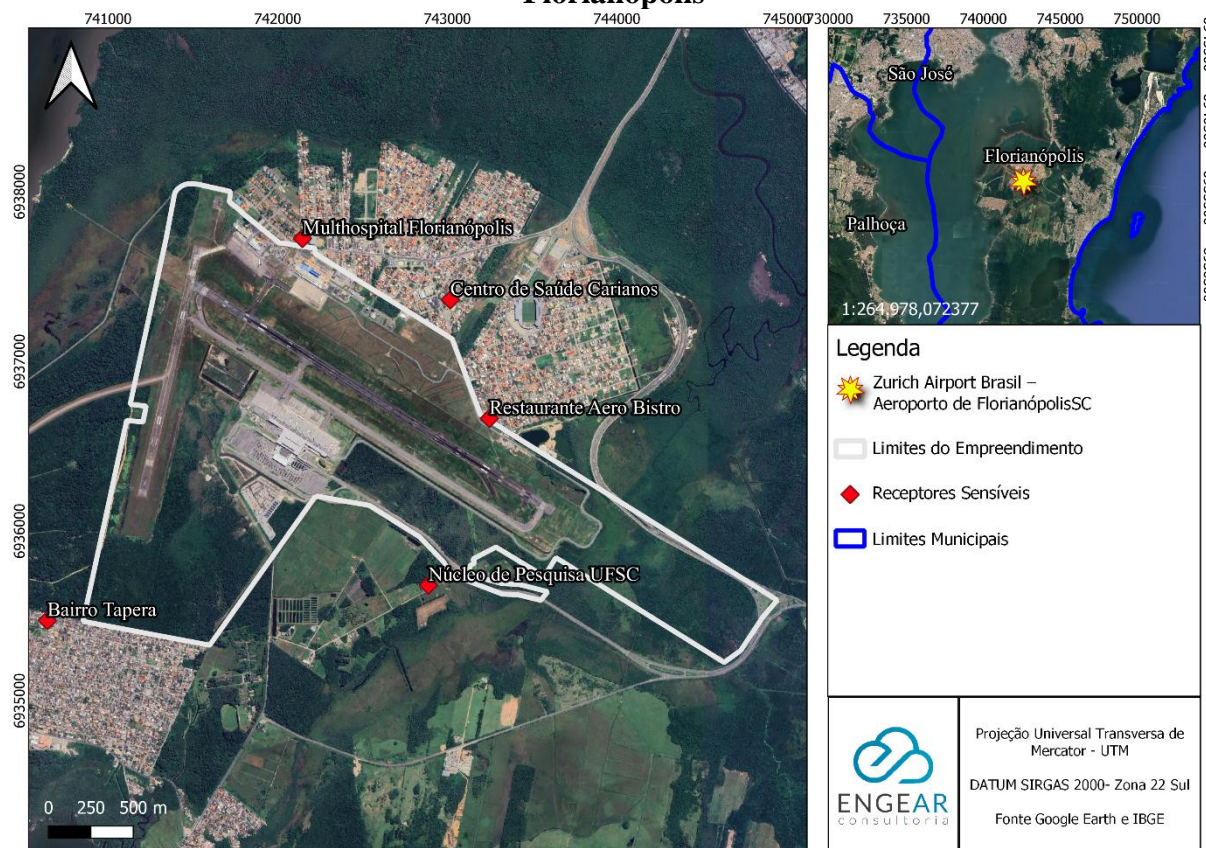
Foram identificados e selecionados alguns receptores sensíveis vizinhos ao empreendimento, que se referem a regiões sensíveis, com circulação populacional próximas e que merecem ser avaliadas quanto ao nível de poluentes decorrente do processo produtivo. Além disso, são regiões que demandam atenção e são importantes para entender a qualidade do ar da região. Assim, na aba “discrete cartesian” do software AERMOD, foram identificados os receptores listados da Tabela 22 e ilustrados na Figura 25.

**Tabela 22: Receptores Sensíveis**

Cód.	Receptores Sensíveis	Coordenadas UTM (Zona 22 J)	
		Longitude	Latitude
R01	Centro de Saúde Carianos	743018	6937364
R02	Restaurante Aero Bistro	743248	6936664
R03	Multhospital Florianópolis	742146	6937725
R04	Núcleo de Pesquisa UFSC	742889	6935681
R05	Bairro Tapera	740642	6935473

Fonte: Próprio autor (2025)

**Figura 25: Receptores Sensíveis próximos à Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis**



Fonte: Autores (2025)

#### 8.3.4 Efeito *Downwash*

O Efeito *Downwash* é o efeito aerodinâmico que ocorre sob as edificações, ou seja, a pluma de poluentes arrastada pelo vento sofre mudança de direção ao se colidir com esses obstáculos. Ao sofrer esta alteração no perfil de velocidade é gerado um redemoinho de ar estagnado e recirculante a sotavento da edificação. Com isso, em virtude da formação de zonas de baixa pressão e dos vórtices formados junto às paredes das edificações, uma rápida mistura dos poluentes pode ocorrer, levando ao aumentando a sua concentração junto ao solo.

Vale ressaltar que o efeito *downwash* é mais relevante quando há a presença de fontes pontuais, como chaminés e *flares*, e fontes de emissão em elevações maiores. Isso ocorre porque essas fontes se encontram em altitudes superiores em comparação com outras fontes de emissão, aumentando a probabilidade de interação com edifícios próximos.

Por isso, o *software* AERMOD só permite a modelagem considerando o efeito *downwash* quando há fontes pontuais, uma vez que o processador *Building Profile Input Program* (BPIP) é aplicável apenas para chaminés e/ou flares.

Dessa forma, considerando que a Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis não conta com nenhuma fonte emissora pontual durante as suas atividades, não é necessário considerar o efeito *downwash* na modelagem de dispersão atmosférica de poluentes provenientes das atividades do empreendimento em questão.

#### 8.3.5 Meteorologia

Na aba “*Met Input Data*” foi anexado o arquivo “SFC” e “PFL” processado pelo AERMET, referente aos dados meteorológicos da região. Salienta-se que foi considerada uma base de elevação de 6 metros, referente a altitude da estação.

#### 8.3.6 Saída

Os resultados de saída foram definidos na opção “*Tabular Outputs*” de forma a fornecer os resultados para as modelagens de 24 horas, 8 horas e 1 hora, além da concentração anual, incluindo os resultados para os receptores sensíveis considerados.

## 9 RESULTADOS DA MODELAGEM DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

Baseado no inventário de emissões da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis, foram obtidos os resultados da dispersão da pluma de poluentes decorrentes do processo operacional da empresa.

### 9.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

A maior concentração de material particulado estimada na simulação pelo software AERMOD e as concentrações obtidas nos receptores sensíveis apresentados no item 8.3.3 estão expressas na

Tabela 23, bem como suas coordenadas geográficas. Foram considerados para fins comparativos os padrões de PTS definidos pela CONAMA 506/2024 cujo valor máximo para o referencial diário é de  $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  e  $80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  anual.

**Tabela 23: Concentrações de PTS diário e anual**

Receptor	Diário			Anual		
	Concentração	Coordenadas (UTM)		Concentração	Coordenadas (UTM)	
	( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Longitude	Latitude	( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Longitude	Latitude
Máxima	54,01	742238	6936587	14,77	742238	6936587
Centro de Saúde Carianos	5,05	743018	6937364	1,07	743018	6937364
Restaurante Aero Bistro	17,51	743248	6936664	4,58	743248	6936664
Multhospital Florianópolis	7,43	742146	6937725	1,51	742146	6937725
Núcleo de Pesquisa UFSC	12,08	742889	6935681	2,30	742889	6935681
Bairro Tapera	1,47	740642	6935473	0,29	740642	6935473

Fonte: AERMOD (2025)

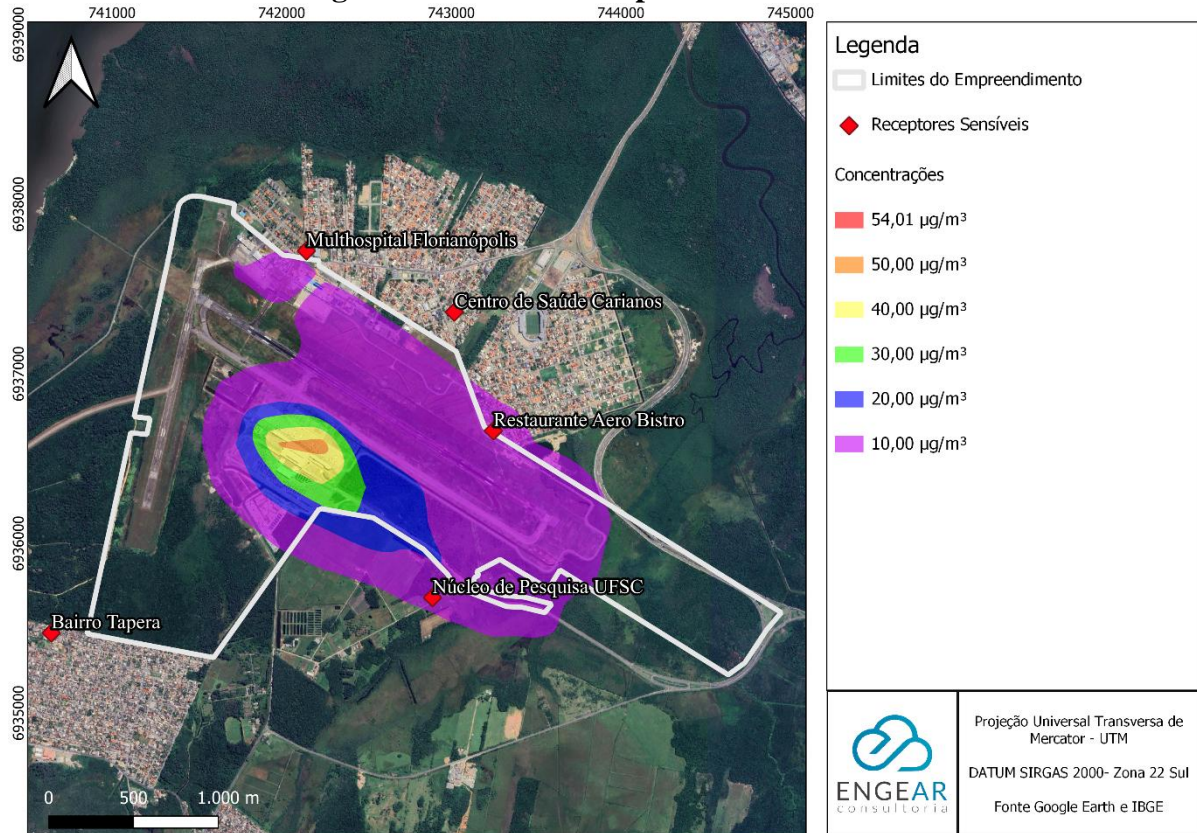
A Figura 26 e Figura 27 apresentam as plumas de dispersão do poluente PTS para o referencial diário e anual, respectivamente. O polígono em branco nas figuras representa o limite territorial do empreendimento, onde acontecem todas as atividades operacionais. O gráfico diário indica o perfil de distribuição da pluma de poluentes do pior cenário de todo o período considerado na modelagem.

Nota-se que as plumas são formadas por isolinhas, curvas conectadas que apresentam o mesmo intervalo de concentração constante. Logo, pode-se observar que as isolinhas apresentam valores de concentração inferiores do padrão estipulado pela legislação para ambos os referenciais temporais (diário e anual), ou seja, as imagens das plumas são apenas ilustrativas.

Salienta-se, também, a diferença existente entre concentrações diárias e anuais se deve à metodologia de determinação. O resultado anual é calculado pela média aritmética das

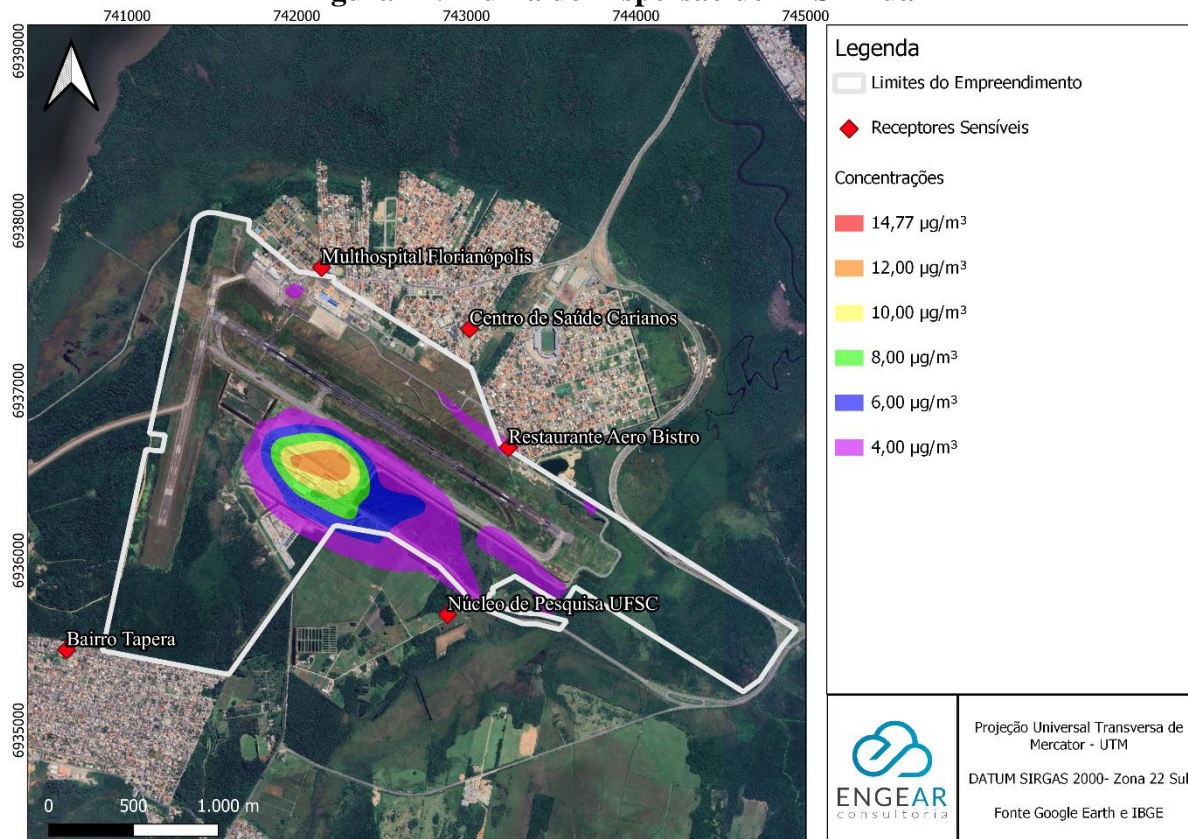
concentrações diárias obtidas ao longo de um ano. O período de 24 horas, por sua vez, considera a massa de material particulado pelo volume acumulado ao longo de um dia completo.

**Figura 26: Pluma de Dispersão de PTS diária**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

**Figura 27: Pluma de Dispersão de PTS Anual**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

## 9.2 Concentração de Partículas Inaláveis (PM<sub>10</sub>)

A maior concentração de partículas inaláveis (PM<sub>10</sub>) estimada na simulação pelo software AERMOD e as concentrações obtidas nos receptores sensíveis estão expressas na Tabela 24, bem como suas coordenadas geográficas. Foram considerados para fins comparativos os padrões PI-2 definidos pela CONAMA 506/2024 cujo valor máximo para o referencial diário é de 100 µg.m<sup>-3</sup> e 35 µg.m<sup>-3</sup> anual.

**Tabela 24: Concentrações de PM<sub>10</sub> Diário e Anual**

Receptor	Diário			Anual		
	Concentração	Coordenadas (UTM)		Concentração	Coordenadas (UTM)	
	(µg.m <sup>-3</sup> )	Longitude	Latitude	(µg.m <sup>-3</sup> )	Longitude	Latitude
Máxima	33,01	742238	6936587	6,46	742238	6936587
Centro de Saúde Carianos	1,20	743018	6937364	0,23	743018	6937364
Restaurante Aero Bistro	3,40	743248	6936664	0,93	743248	6936664
Multihospital Florianópolis	2,48	742146	6937725	0,32	742146	6937725
Núcleo de Pesquisa UFSC	4,57	742889	6935681	0,64	742889	6935681
Bairro Tapera	0,36	740642	6935473	0,07	740642	6935473

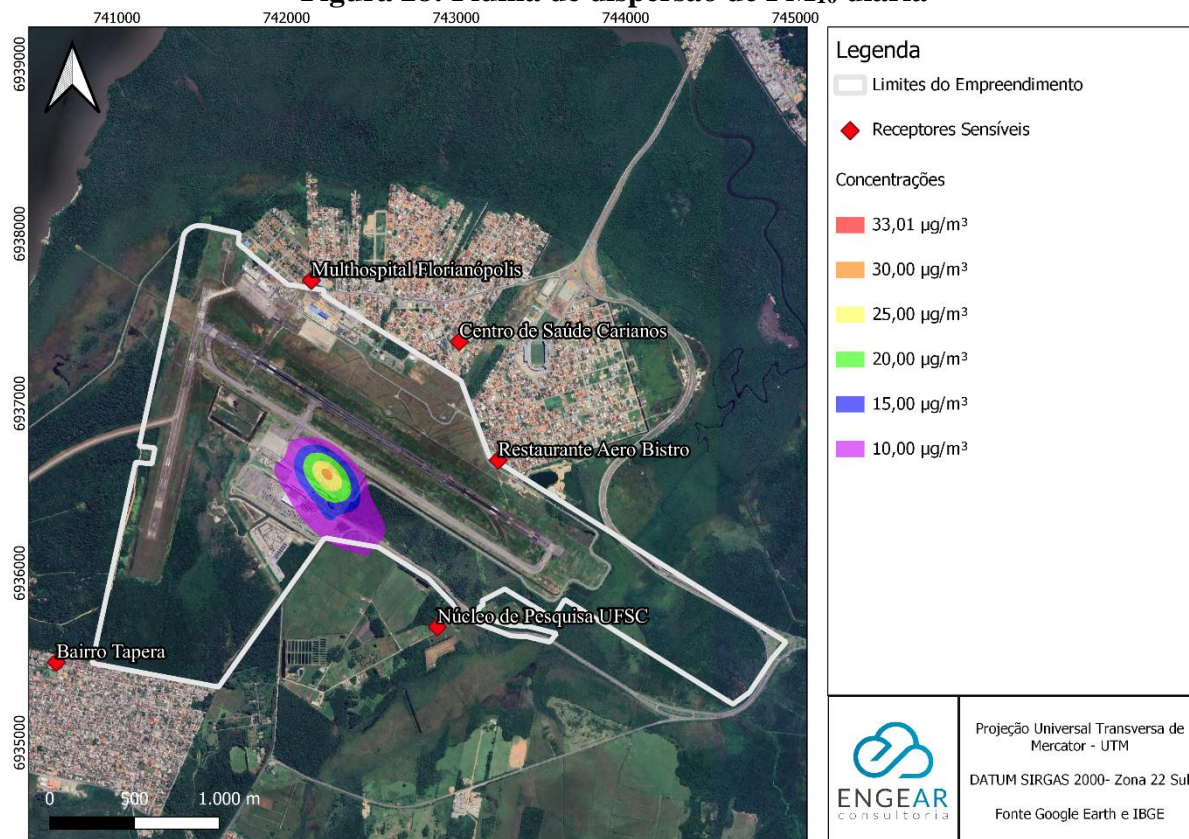
Fonte: AERMOD (2025)

De acordo com os registros de concentrações estimadas na modelagem, nenhuma concentração, diária ou anual, se encontra superior ao limite estipulado pela CONAMA

506/2024. A Figura 28 e Figura 29 demonstram as trajetórias das plumas diária e anual, respectivamente. Com relação aos receptores sensíveis, observa-se que nenhum dos pontos, tanto para o referencial diário quanto para o anual, registrou concentrações acima dos limites da qualidade do ar.

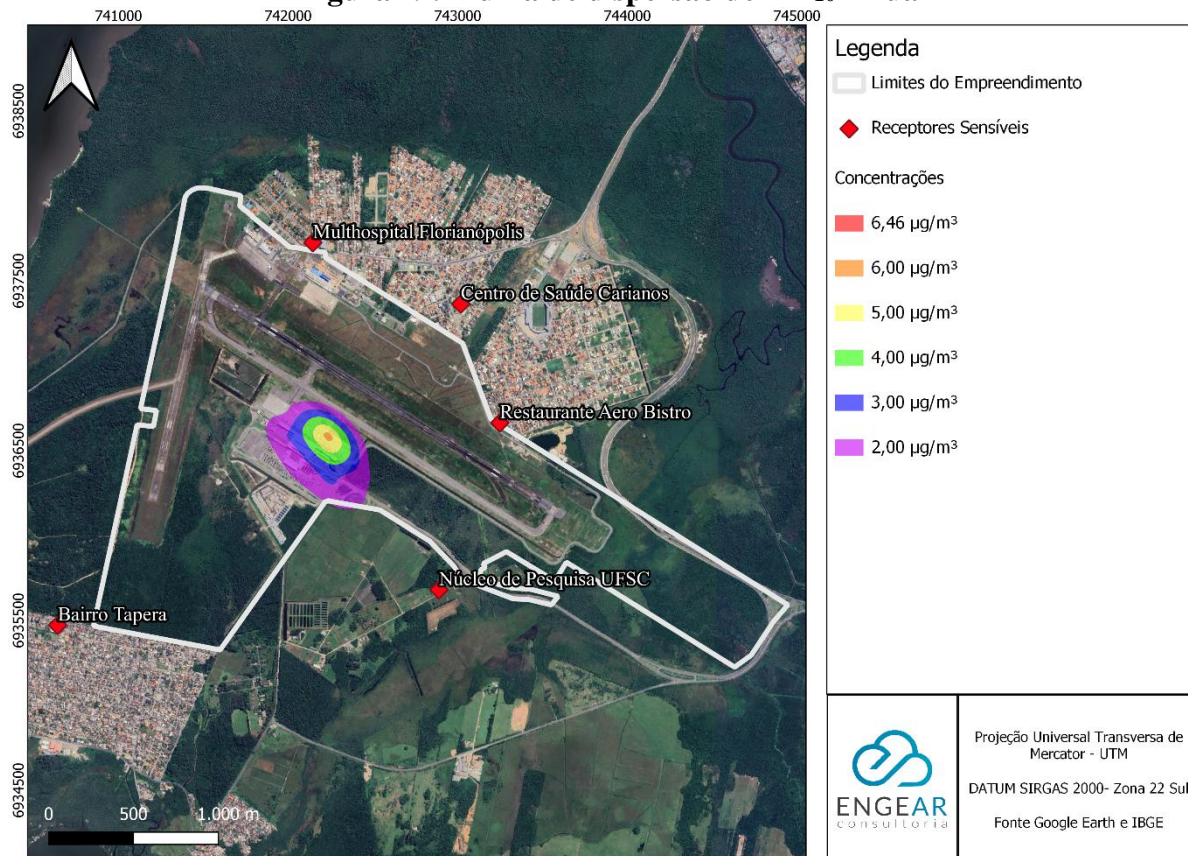
É importante mencionar que os registros diários obtidos na simulação representam os dias com condições meteorológicas mais desfavoráveis. No entanto, isso não implica que essas concentrações serão uma ocorrência regular. Além disso, é relevante destacar que a diferença entre as concentrações diárias e anuais se deve à maneira como são calculadas. O resultado anual é obtido por meio da média aritmética das concentrações diárias registradas ao longo de um ano. Por outro lado, o período de 24 horas considera a quantidade total de material particulado acumulado durante um dia completo.

**Figura 28: Pluma de dispersão de PM<sub>10</sub> diária**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

**Figura 29: Pluma de dispersão de PM<sub>10</sub> Anual**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

### 9.3 Concentração de Partículas Respiráveis (PM<sub>2,5</sub>)

A maior concentração de partículas respiráveis (PM<sub>2,5</sub>) estimada na simulação pelo software AERMOD e as concentrações obtidas nos receptores sensíveis estão expressas na Tabela 25, bem como suas coordenadas geográficas. Foram considerados para fins comparativos os padrões PI-2 definidos pela CONAMA 506/2024 cujo valor máximo para o referencial diário é de 50 µg.m<sup>-3</sup> e 17 µg.m<sup>-3</sup> anual.

**Tabela 25: Concentrações de PM<sub>2,5</sub> Diário e Anual**

Receptor	Diário			Anual		
	Concentração	Coordenadas (UTM)		Concentração	Coordenadas (UTM)	
	(µg.m <sup>-3</sup> )	Longitude	Latitude	(µg.m <sup>-3</sup> )	Longitude	Latitude
Máxima	29,48	742238	6936587	4,97	742238	6936587
Centro de Saúde Carianos	0,74	743018	6937364	0,08	743018	6937364
Restaurante Aero Bistro	1,88	743248	6936664	0,28	743248	6936664
Multihospital Florianópolis	1,59	742146	6937725	0,10	742146	6937725
Núcleo de Pesquisa UFSC	3,22	742889	6935681	0,34	742889	6935681
Bairro Tapera	0,21	740642	6935473	0,03	740642	6935473

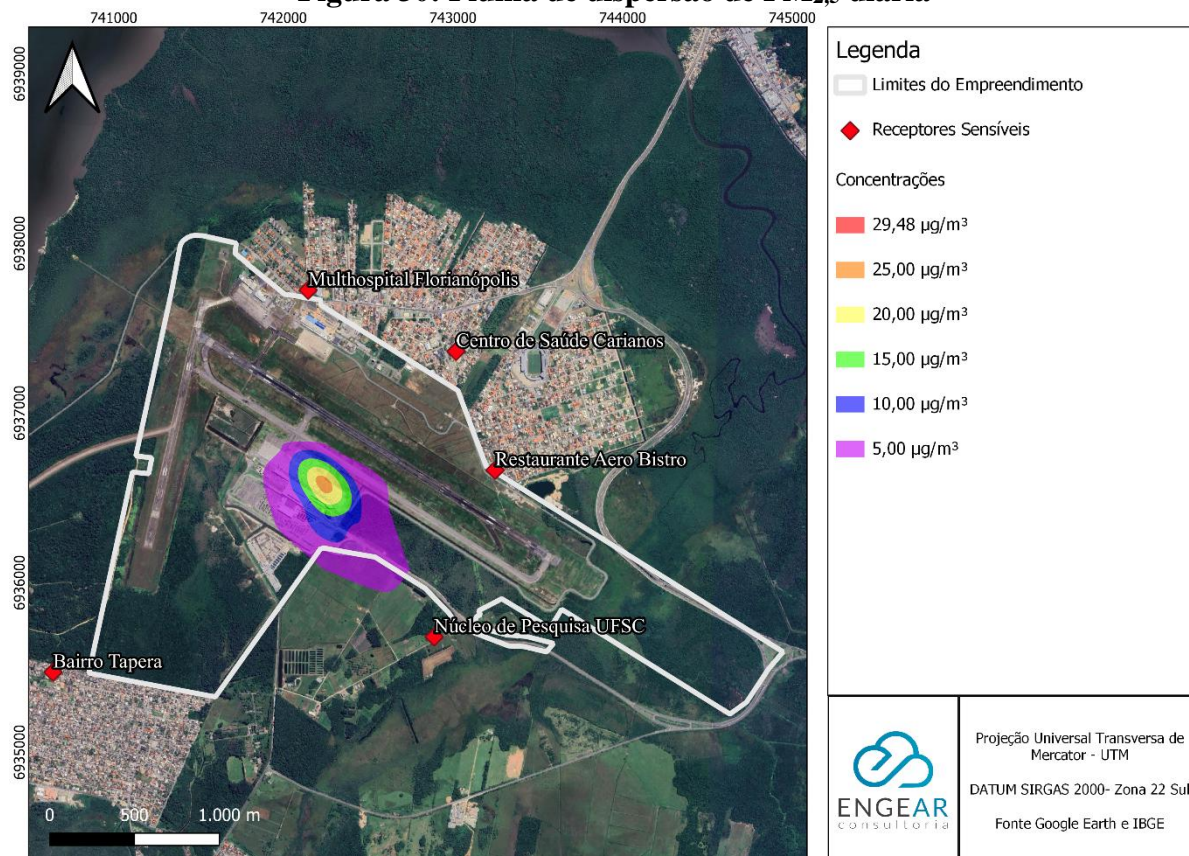
Fonte: AERMOD (2025)

De acordo com os registros de concentrações simulados na modelagem, da mesma forma que para as demais frações de material particulado, não houve registros tanto para o

referencial diário quanto para o anual superiores ao limite estabelecido pela CONAMA 506/2024.

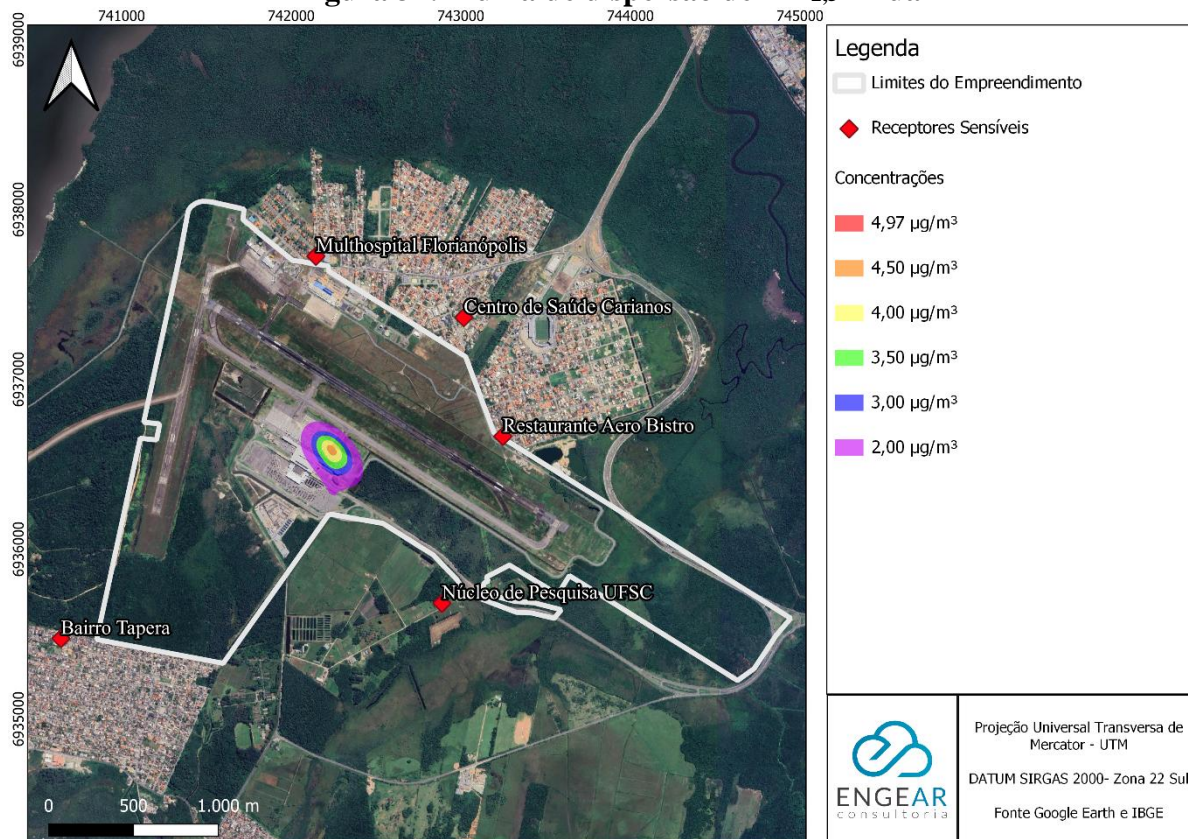
A Figura 30 e a Figura 31 demonstram a distribuição de concentração diária e anual, respectivamente, na região. Portanto, as plumas presentes nas figuras são ilustrativas e possuem intuito de demonstrar a distribuição da concentração de poluentes nas regiões próximas ao empreendimento.

**Figura 30: Pluma de dispersão de PM<sub>2,5</sub> diária**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

**Figura 31: Pluma de dispersão de PM<sub>2,5</sub> Anual**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

#### 9.4 Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

A maior concentração de dióxido de enxofre estimada na simulação pelo software AERMOD e as concentrações obtidas nos receptores sensíveis apresentados no item 8.3.3 estão expressas na Tabela 26, bem como suas coordenadas geográficas. Foram considerados para fins comparativos os padrões PI-2 de Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>) definidos pela CONAMA 506/2024 cujo valor máximo para o referencial diário é de 50 µg.m<sup>-3</sup> e 30 µg.m<sup>-3</sup> anual.

**Tabela 26: Concentrações de SO<sub>2</sub> diário e anual**

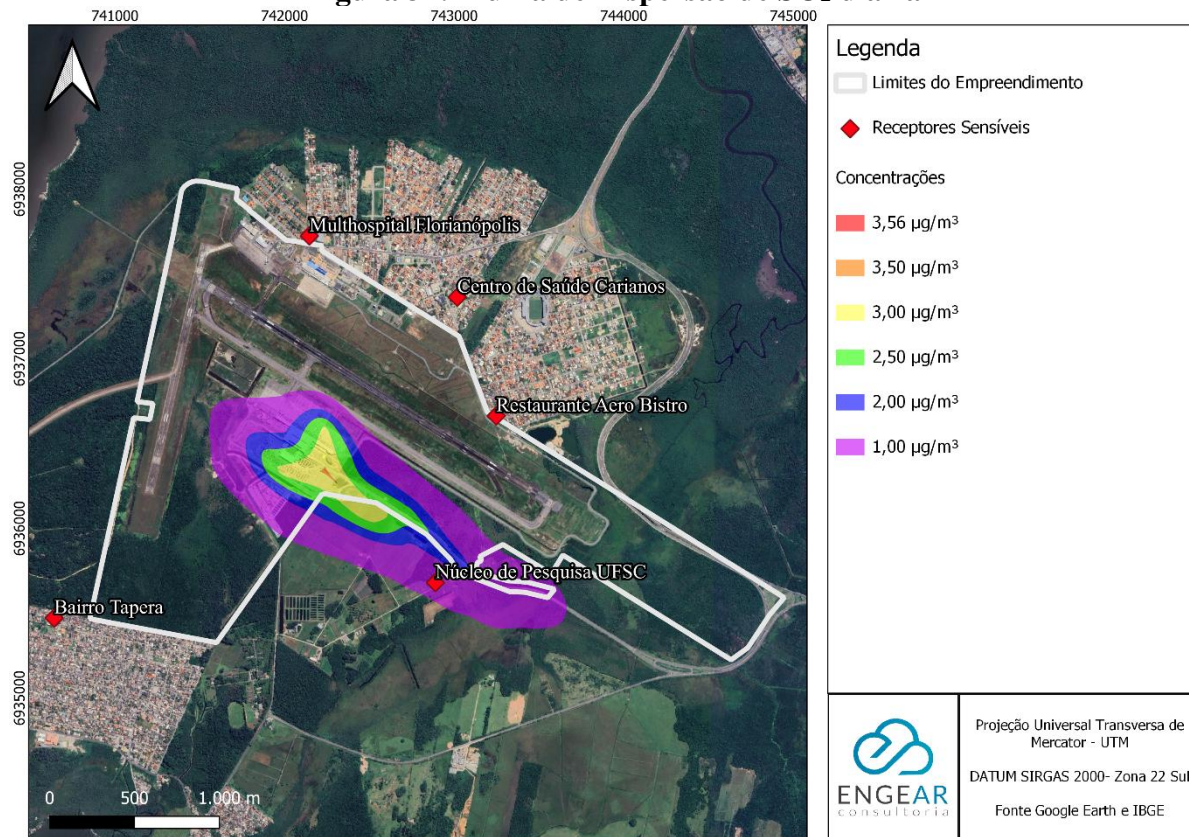
Receptor	Diário			Anual		
	Concentração	Coordenadas (UTM)		Concentração	Coordenadas (UTM)	
	(µg.m <sup>-3</sup> )	Longitude	Latitude	(µg.m <sup>-3</sup> )	Longitude	Latitude
Máxima	3,56	742238	6936337	0,87	742238	6936337
Centro de Saúde Carianos	0,18	743018	6937364	0,04	743018	6937364
Restaurante Aero Bistro	0,28	743248	6936664	0,07	743248	6936664
Multihospital Florianópolis	0,34	742146	6937725	0,06	742146	6937725
Núcleo de Pesquisa UFSC	1,30	742889	6935681	0,26	742889	6935681
Bairro Tapera	0,11	740642	6935473	0,02	740642	6935473

Fonte: AERMOD (2025)

Na Figura 32 e Figura 33 estão representadas as plumas de dispersão diária e anual, respectivamente. As concentrações observadas para esse poluente encontram-se em

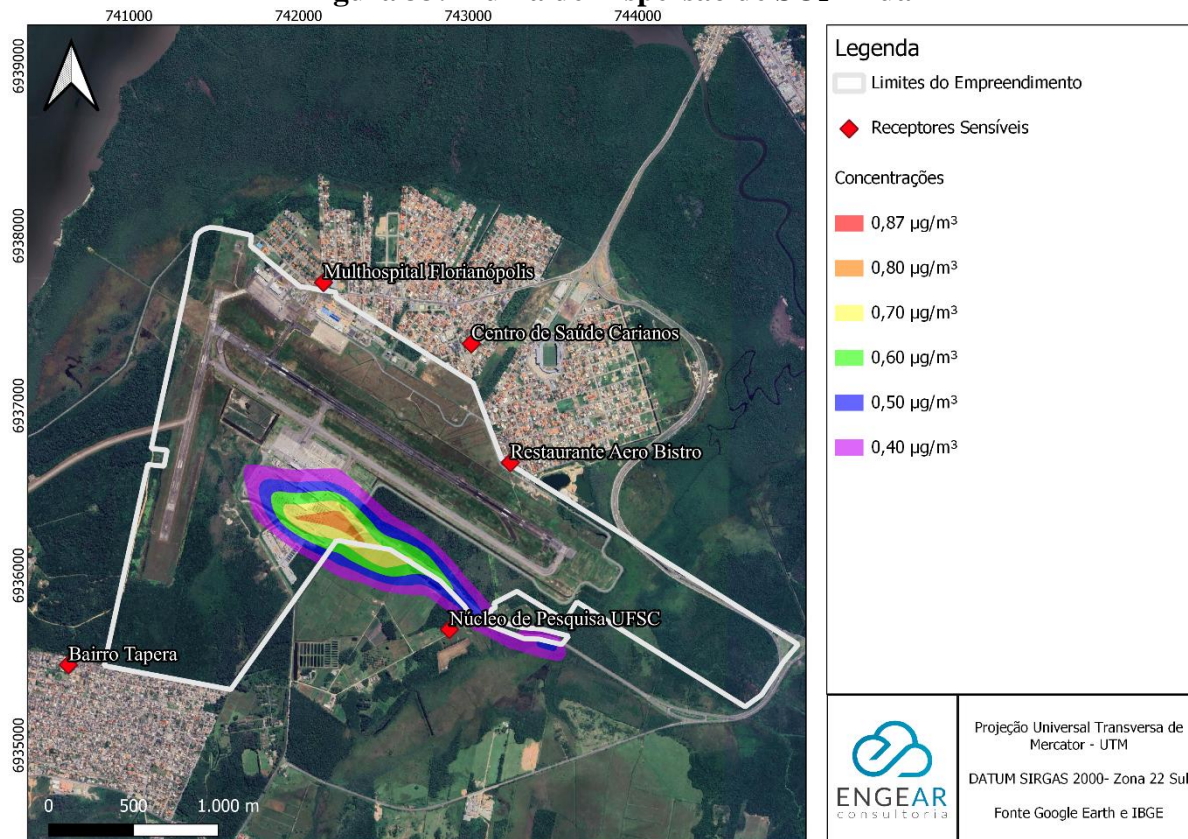
conformidade com a legislação referente a CONAMA 506/2024, tanto para o referencial de curto período quanto para o de longo período, em todos os pontos do quadrante modelado. Sendo assim, as plumas apresentadas são apenas ilustrativas.

**Figura 32: Pluma de Dispersão de SO<sub>2</sub> diária**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

**Figura 33: Pluma de Dispersão de SO<sub>2</sub> Anual**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

### 9.5 Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

A maior concentração de dióxido de nitrogênio estimada na simulação pelo software AERMOD e as concentrações obtidas nos receptores sensíveis apresentados no item 8.3.3 estão expressas na Tabela 27, bem como suas coordenadas geográficas. Foram considerados para fins comparativos os padrões PI-2 de Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>) definidos pela CONAMA 506/2024 cujo valor máximo para o referencial horário é de 240 µg.m<sup>-3</sup> e 50 µg.m<sup>-3</sup> anual.

**Tabela 27: Concentrações de NO<sub>2</sub> horário e anual**

Receptor	Horário			Anual		
	Concentração	Coordenadas (UTM)		Concentração	Coordenadas (UTM)	
	(µg.m <sup>-3</sup> )	Longitude	Latitude	(µg.m <sup>-3</sup> )	Longitude	Latitude
Máxima	1.456,57	742238	6936587	50,75	742238	6936587
Centro de Saúde Carianos	135,79	743018	6937364	0,58	743018	6937364
Restaurante Aero Bistro	143,38	743248	6936664	1,36	743248	6936664
Multhospital Florianópolis	125,00	742146	6937725	0,83	742146	6937725
Núcleo de Pesquisa UFSC	141,23	742889	6935681	4,51	742889	6935681
Bairro Tapera	55,96	740642	6935473	0,31	740642	6935473

Fonte: AERMOD (2025)

De acordo com os registros de concentrações estimadas na modelagem, as máximas concentrações horária e anual se encontram superiores aos limites estipulados pela CONAMA

506/2024. A Figura 34 e Figura 35 demonstram as trajetórias das plumas diária e anual, respectivamente.

As plumas são representadas por isolinhas que são curvas conectadas com o mesmo intervalo de concentração, conforme definido na escala. Quanto maior a distância das fontes emissoras, menor é a concentração detectada. Desta forma, na figura de representação horária (Figura 34) destaca-se a região delimitada pela última isolinha, de coloração roxa, que corresponde ao limite referente ao padrão da legislação, para o padrão horário, ou seja, toda a área compreendida no interior deste limite apresenta concentrações superiores ao estabelecido pela CONAMA 506/2024.

Destaca-se que as concentrações acima do padrão definido pela legislação estão, em sua maioria, dentro dos limites do empreendimento, onde regem as leis de saúde e segurança ocupacional. Dessa forma, nenhum receptor sensível foi exposto a concentrações superiores aos padrões normativos, seja no referencial horário ou anual.

A pluma anual (Figura 35) apresenta concentrações que excedem os limites estabelecidos pela legislação apenas a partir da isolinha de cor laranja. Essa isolinha está completamente contida dentro dos limites do empreendimento, representando um pequeno pico de emissões excedentes.

É importante mencionar que o registro horário obtido na simulação representa o período com as condições meteorológicas mais desfavoráveis. No entanto, isso não significa que essas concentrações ocorreram regularmente, como pode ser observado pela pluma anual (Figura 35). Além disso, é relevante destacar que a diferença entre as concentrações horárias e anuais decorre da metodologia de cálculo. O resultado anual é obtido por meio da média aritmética das concentrações horárias registradas ao longo de um ano. Por outro lado, a concentração período horária considera a quantidade total de gás acumulada durante uma hora completa.

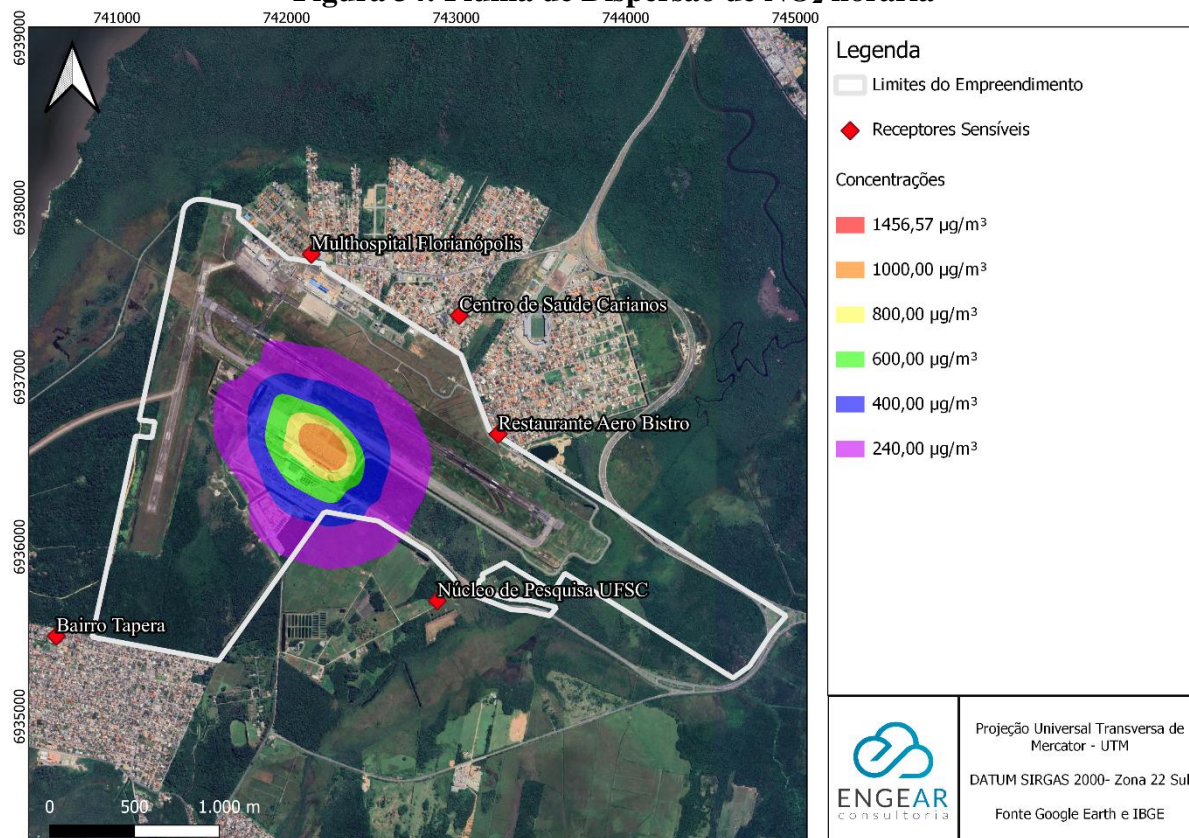
Ressalta-se que os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) são compostos predominantemente por monóxido de nitrogênio (NO), com menores quantidades de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>). Em processos convencionais de combustão, o NO<sub>2</sub> representa menos de 5% do NO<sub>x</sub> total, embora em fontes industriais essa proporção possa variar entre 5% e 20% (FILHO, 2016; CARRUTHERS, STOCKER, *et al.*, 2017).

Dessa forma, é importante considerar que as estimativas de NO<sub>2</sub> podem estar superestimadas, não refletindo com precisão as emissões reais. Além disso, mais de 90% das

emissões de NO<sub>x</sub> provêm dos equipamentos pesados considerados no estudo, o que sugere que os fatores de emissão apresentados na literatura também podem estar acima dos valores reais.

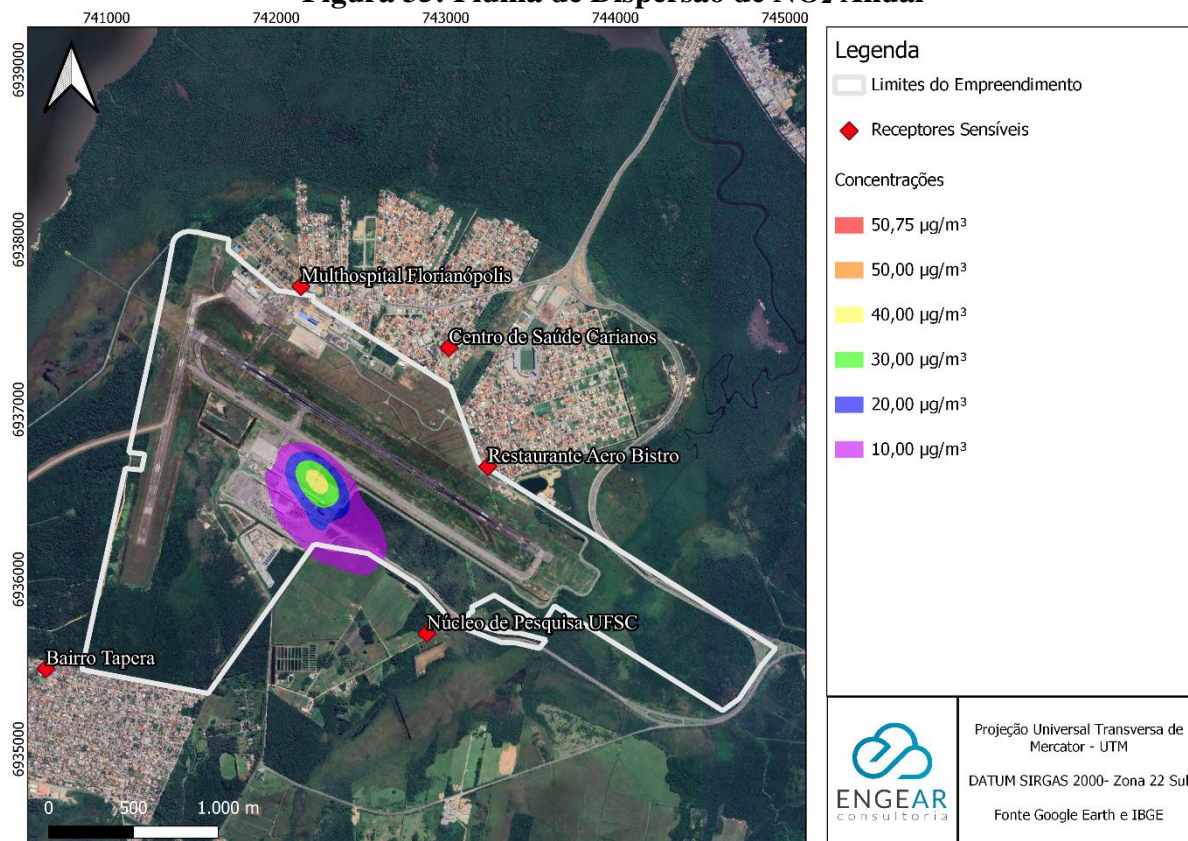
Adicionalmente, deve-se destacar que, ao ser liberado na atmosfera, o dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) pode reagir com outras substâncias, especialmente na presença de luz solar, formando ozônio. Esse processo contribui para a redução da concentração de NO<sub>2</sub> na atmosfera, influenciando a dinâmica de poluentes no ambiente.

**Figura 34: Pluma de Dispersão de NO<sub>2</sub> horária**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

**Figura 35: Pluma de Dispersão de NO<sub>2</sub> Anual**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

## 9.6 Monóxido de Carbono (CO)

A maior concentração estimada na simulação pelo software AERMOD e as concentrações obtidas nos receptores sensíveis estão expressas na Tabela 28, bem como suas coordenadas geográficas. Foi considerado para fins comparativo o padrão de monóxido de carbono definido pela CONAMA 506/2024 cujo valor máximo para o referencial de 8 horas é de 9 ppm.

Sabendo que o resultado do AERMOD é dado em  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , foi necessário a conversão para ppm, uma vez que o limite de qualidade do ar está expresso nessa unidade. Para isso considerou-se a conversão proposta pelo Ministério do Meio Ambiente, no Guia Técnico para o Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Ar (MMA, 2020), onde a concentração em ppm é o produto da concentração em  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  por 0,02447 sobre a massa molar, que é de 28 g.

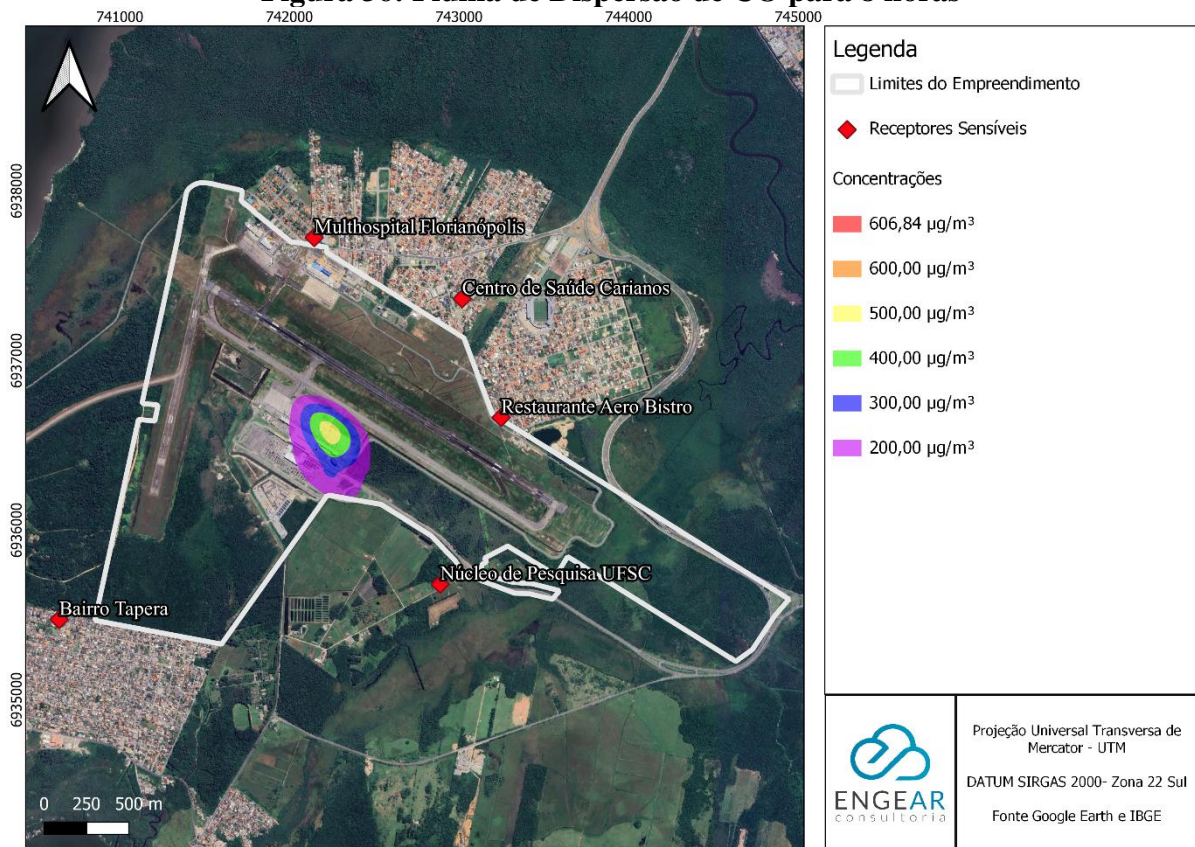
Na Figura 36 está representada a pluma de dispersão. Nota-se que o resultado de concentração máximo encontrado foi de 0,53 ppm, valor abaixo do máximo previsto pela CONAMA 506/2024. Dessa forma, não foram notados danos decorrentes da emissão de monóxido de carbono pelo empreendimento, sendo que a pluma apresentada é apenas ilustrativa.

**Tabela 28: Concentrações de Monóxido de Carbono para 8 horas**

Receptor	8h			
	Concentração		Coordenadas (UTM)	
	( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	(ppm)	Longitude	Latitude
Máxima	606,84	5,30E-01	742238	6936587
Centro de Saúde Carianos	20,66	1,81E-02	743018	6937364
Restaurante Aero Bistro	53,36	4,66E-02	743248	6936664
Multhospital Florianópolis	50,83	4,44E-02	742146	6937725
Núcleo de Pesquisa UFSC	70,70	6,18E-02	742889	6935681
Bairro Tapera	5,67	4,96E-03	740642	6935473

Fonte: AERMOD (2025)

**Figura 36: Pluma de Dispersão de CO para 8 horas**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

### 9.6 Hidrocarbonetos (HC)

As maiores concentrações de Hidrocarbonetos são estimadas na simulação pelo software AERMOD e as concentrações obtidas nos receptores sensíveis, apresentados no item 8.3.3, estão expressas na Tabela 29, bem como suas coordenadas geográficas. Contudo, não é definido padrão máximo de concentração de HC no ar ambiente pela CONAMA 506/2024.

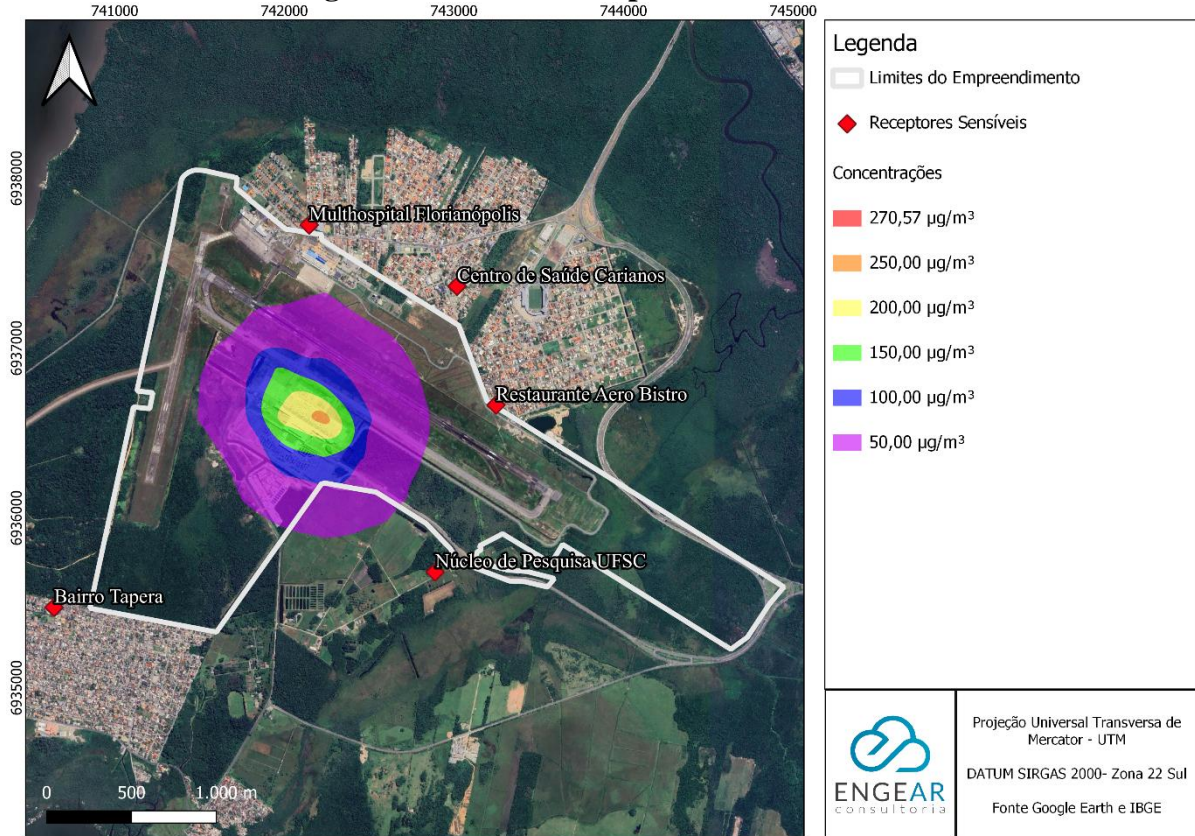
**Tabela 29: Concentrações de HC horário e anual**

Receptor	Horário			Anual		
	Concentração	Coordenadas (UTM)		Concentração	Coordenadas (UTM)	
	( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	Longitude	Latitude	( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	Longitude	Latitude
Máxima	270,57	742238	6936587	8,64	742238	6936587
Centro de Saúde Carianos	23,16	743018	6937364	0,08	743018	6937364
Restaurante Aero Bistro	28,77	743248	6936664	0,18	743248	6936664
Multhospital Florianópolis	29,52	742146	6937725	0,11	742146	6937725
Núcleo de Pesquisa UFSC	27,58	742889	6935681	0,62	742889	6935681
Bairro Tapera	6,87	740642	6935473	0,05	740642	6935473

Fonte: AERMOD (2025)

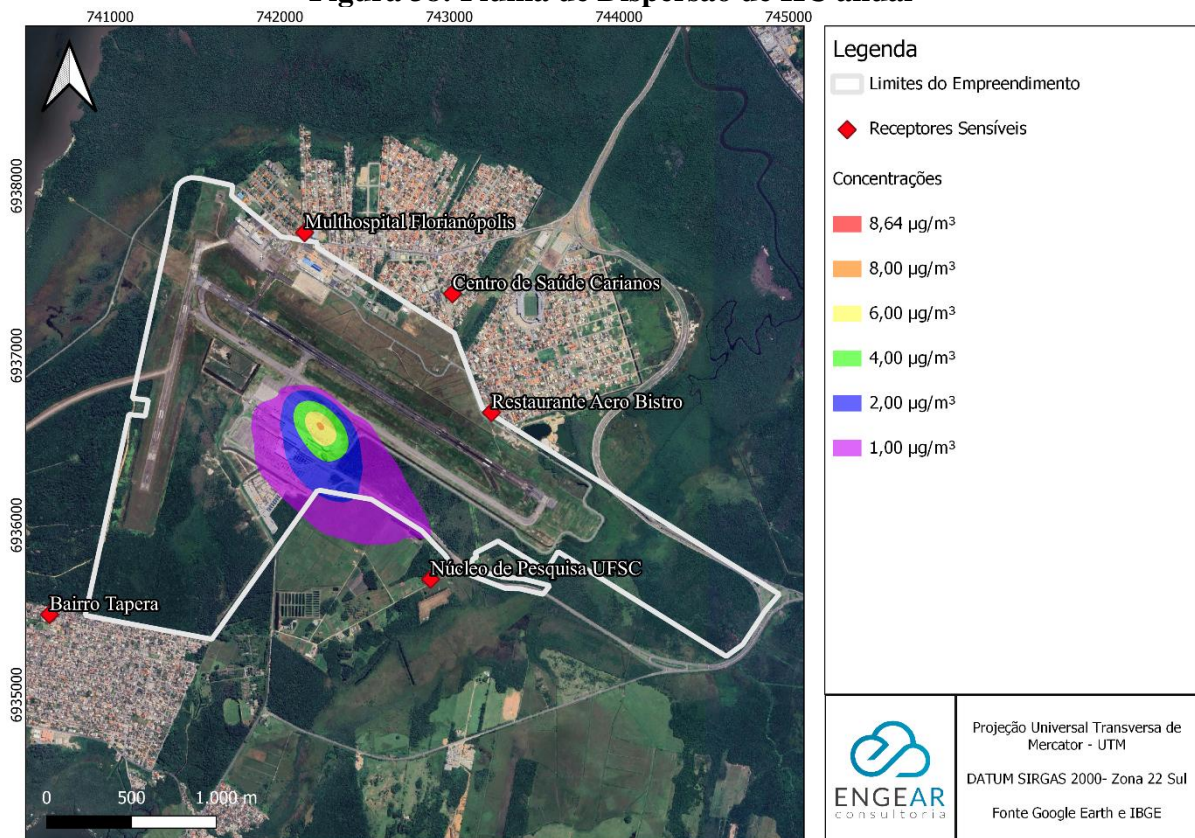
A Figura 37 e Figura 38 representam as concentrações para o referencial horário e anual, respectivamente. Como não são estabelecidos limites de concentração pela CONAMA 506/2024 ou por outras referências consideradas, cabe ao órgão ambiental avaliar tais emissões. Contudo, vale destacar que as áreas com maiores concentrações de hidrocarbonetos são interiores aos limites do Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis, onde regem as leis de segurança ocupacional.

**Figura 37: Pluma de Dispersão de HC horária**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

**Figura 38: Pluma de Dispersão de HC anual**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

## 9.6 Compostos Orgânico Voláteis (VOC)

As maiores concentrações de Compostos Orgânico Voláteis são estimadas na simulação pelo software AERMOD e as concentrações obtidas nos receptores sensíveis, apresentados no item 8.3.3, estão expressas na Tabela 30, bem como suas coordenadas geográficas. Contudo, não é definido padrão máximo de concentração de VOC no ar ambiente pela CONAMA 506/2024.

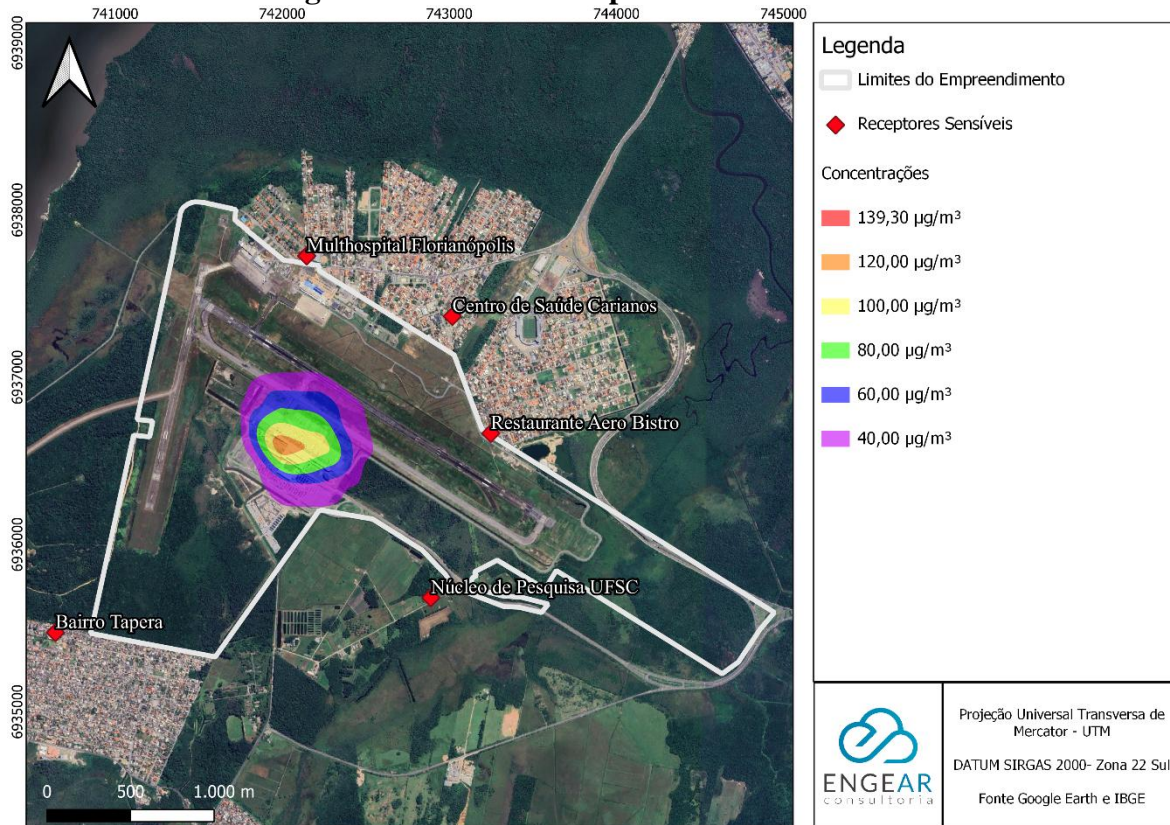
**Tabela 30: Concentrações de VOC horário e anual**

Receptor	Horário			Anual		
	Concentração	Coordenadas (UTM)		Concentração	Coordenadas (UTM)	
	( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Longitude	Latitude	( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Longitude	Latitude
Máxima	139,30	741988	6936587	2,93	742238	6936587
Centro de Saúde Carianos	10,76	743018	6937364	0,02	743018	6937364
Restaurante Aero Bistro	11,69	743248	6936664	0,05	743248	6936664
Multhospital Florianópolis	12,14	742146	6937725	0,02	742146	6937725
Núcleo de Pesquisa UFSC	10,07	742889	6935681	0,16	742889	6935681
Bairro Tapera	2,82	740642	6935473	0,01	740642	6935473

Fonte: AERMOD (2025)

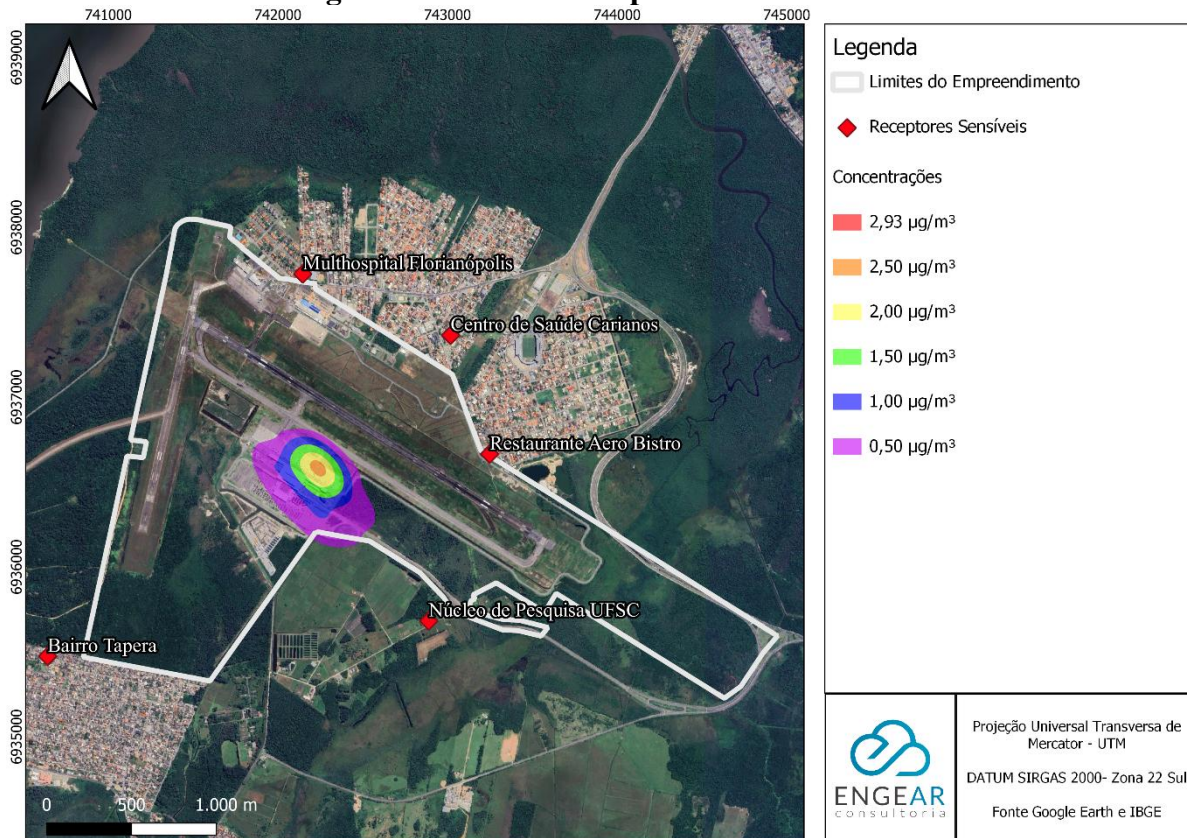
A Figura 39 e Figura 40 representam as concentrações para o referencial horário e anual, respectivamente. Como não são estabelecidos limites de concentração pela CONAMA 506/2024 ou por outras referências consideradas, portanto cabe ao órgão ambiental avaliar tais emissões. Contudo, vale destacar que as áreas com maiores concentrações de hidrocarbonetos são interiores aos limites do Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis, onde regem as leis de segurança ocupacional.

**Figura 39: Pluma de Dispersão de VOC horária**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

**Figura 40: Pluma de Dispersão de VOC anual**



Fonte: AERMOD plotado no QGis (2025)

## 10 PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

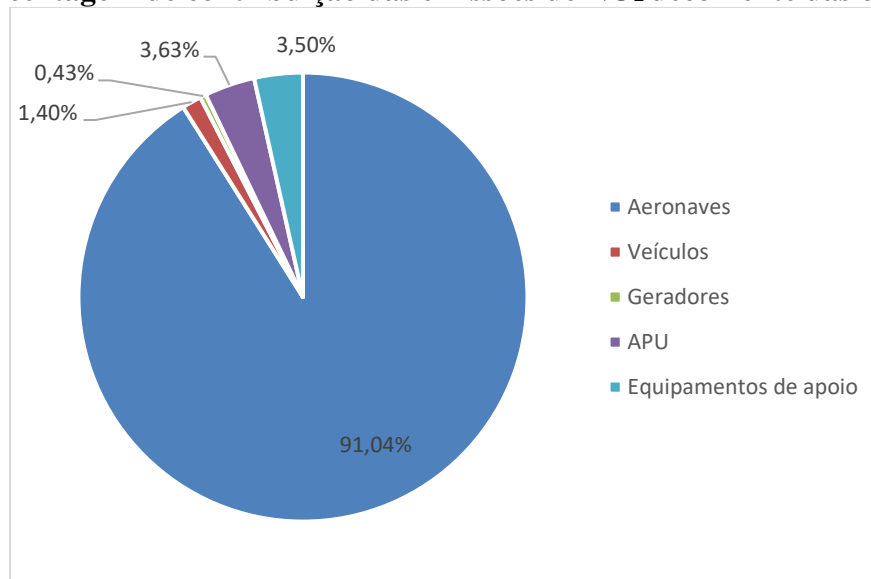
A qualidade do ar é influenciada por uma série de fatores como as condições meteorológicas, topografia local, presença de obstáculos e magnitude das emissões para a atmosfera. Todas essas variantes influenciam na dispersão dos poluentes, direcionando-os para pontos específicos, fatos primordiais na definição de pontos de instalação de redes de monitoramento da qualidade do ar. Assim, prioriza-se a instalação em locais com impacto direto de poluição atmosférica e que abrigue habitações, comunidades, assentamentos, dentre outros. Nesse sentido, a modelagem computacional da dispersão atmosférica atua como uma ferramenta importante na definição das zonas com maior influência da poluição.

Logo, caso exista algum receptor afetado diretamente pela emissão dos poluentes de um determinado empreendimento, é recomendado que o provedor da fonte emissora monitore a qualidade do ar na região atingida. Assim, é possível acompanhar os possíveis danos oriundos do processo produtivo, como efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente. Além disso, pode ser sugerido também o monitoramento à montante da fonte emissora de forma a avaliar o real impacto no ar ambiente decorrente das operações.

Com base nos resultados da simulação da dispersão atmosférica da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis, foram estimadas as concentrações máximas dos poluentes e o comportamento de sua dispersão, considerando as operações do empreendimento. Os resultados indicaram que as simulações resultaram em concentrações horárias e anuais superiores aos limites estabelecidos pela CONAMA 506/2024 para o dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>). É importante destacar que, para o referencial anual, as regiões de concentrações acima do permitido pela normativa estão localizadas dentro dos limites do empreendimento, onde regem as leis de saúde e segurança ocupacional.

Para os demais poluentes (PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>x</sub>, e CO), todas as concentrações registradas, seja de curto período (diária, horária e 8 horas) ou de longo período (anual), estão em conformidade com os limites normativos. Ressalta-se que os poluentes hidrocarbonetos (HC) e compostos orgânicos voláteis (COV) não possuem limites definidos por lei no âmbito nacional.

Diante dos resultados, tem-se que o poluente que mais contribuem com a piora da qualidade do ar da região é o NO<sub>2</sub>. Dessa maneira, de acordo com as Figura 41, nota-se que as principais fontes de emissão de dióxido de nitrogênio são as aeronaves.

**Figura 41: Porcentagem de contribuição das emissões de NO<sub>2</sub> decorrente das operações**

Fonte: Autores (2025)

Dessa forma, com base nos resultados obtidos, nota-se que as concentrações acima do limite da CONAMA 506/2024 estão situadas dentro dos limites do empreendimento, onde regem leis de saúde e segurança ocupacional. No entanto, a taxa de emissão do poluente NO<sub>2</sub> foi considerado como sendo em sua totalidade composto por NO<sub>x</sub>, situação que pode não representar a realidade.

Sendo assim, conclui-se que os poluentes não afetam de forma significativa o ambiente no entorno da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis, descaracterizando, portanto, a necessidade do monitoramento da qualidade do ar na região. Adicionalmente, recomenda-se que o empreendimento avalie a viabilidade de implementar medidas mitigatórias para redução das emissões de NO<sub>x</sub>, buscando minimizar potenciais impactos atmosféricos. Ressalta-se que cabe ao empreendimento a decisão sobre a aplicação dessas medidas, sendo de sua escolha.

## 11 CONCLUSÕES

O presente estudo avaliou, a partir de um estudo da dispersão atmosférica por modelagem computacional, o impacto causado na qualidade do ar pela emissão das três frações de material particulado, dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e compostos orgânicos voláteis originados do processo produtivo da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis, localizada no município de Florianópolis no estado de Santa Catarina.

Foi utilizado o software AERMOD para simulação da dispersão atmosférica e seus processadores AERMAP para análise topográfica e AERMET para análise meteorológica. Os arquivos topográficos foram gerados automaticamente pela versão atual do modelo de dispersão já os dados meteorológicos foram obtidos pela estação pertencente ao REDEMET, que possui coordenadas geográficas longitude 742060.00 m E / latitude 6936931.03 m S / Zona 22 J (REDEMET, 2025) e outra pertencente ao INMET, que possui coordenadas geográficas longitude 734889.96 m E / latitude 6944565.00 m S / Zona 22 J (INMET, 2025), localizadas no município de Florianópolis/SC, situando-se, aproximadamente, no mesmo local e a 10 quilômetros do empreendimento, respectivamente. Utilizaram-se dados horários de três anos consecutivos (janeiro de 2021 a dezembro 2023), sendo os mesmos avaliados e validados por um meteorologista de forma a comprovar a validade representativa do local de estudo.

As taxas de emissão foram obtidas pelas diretrizes da ICAO (Organização Internacional da Aviação Civil), EMEP/EEA (Agência Ambiental da Europa), AP42 USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos), CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), FEAM (Fundação Estadual de Meio Ambiente) e NPI (*National Pollutant Inventory – Government Australian*).

Os resultados da simulação indicaram que as fontes existentes na Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis não provocam concentrações de curto período (diárias, horárias e anuais) superiores aos limites de qualidade do ar estabelecido pela CONAMA 506/2024, para os poluentes material particulado (PTS, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e monóxido de carbono (CO). Apenas o poluente dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) apresentou concentrações horárias e anuais acima do permitido pela legislação, mas tais pontos se encontram majoritariamente dentro dos limites operacionais do empreendimento. Além disso, a concentração de NO<sub>2</sub> foi estimada como sendo 100% de NO<sub>x</sub>, podendo indicar um resultado superestimado.

Além disso, deve-se ressaltar que, os resultados de curta duração aqui apresentados referem-se ao pior cenário observado dentro do período simulado (três anos). Ou seja, esse cenário retrata os dias de atmosfera estável, com baixa velocidade de vento, baixas temperaturas e menores índices pluviométricos. Em virtude dos resultados apresentados, não há evidência de prejuízo na qualidade do ar nas áreas de influência do empreendimento e, portanto, não se faz necessária a elaboração de um programa de monitoramento da qualidade do ar nesses locais.

## 12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEROPORTO FLORIANÓPOLIS. Mapa do Aeroporto. **Aeroporto Florianópolis**, 2025. Disponível em: <<https://www.aeroporto Florianopolis.com/mapa-do-aeroporto/>>. Acesso em: 07 janeiro 2025.
- ANAC. **Metodologia do Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas**. Agência Nacional de Aviação Civil. [S.l.]. 2024.
- BRASIL. **Comando da Aeronáutica**. regras do ar e serviços de tráfego aéreo. Rio de Janeiro, p. 256. 2006.
- CARRUTHERS , D. J. et al. Evaluation of an explicit NO<sub>x</sub> chemistry method in AERMOD. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 67, n. 6, p. 702-712, Abril 2017.
- CETESB. **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo. 2022.
- CETESB. **Fator de Emissão Veicular**. São Paulo. 2024.
- CETESB. **MANUAL PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS AMBIENTAIS COM AIA**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo. 2024.
- CLIMATEMPO. Climatologia em Florianópolis, 2025. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/377/florianopolis-sc>>. Acesso em: 2025.
- EEA. **Emission Inventory Guidebook: Solvent and other product use**. [S.l.]. 1999.
- EMEP/EEA. **1.A.3.a Aviation 1 Master emissions calculator 2023**. European Environment Agency. [S.l.]. 2023.
- EPA. **An Evaluation of a Solar Radiation Delta-T Method for Estimating Pasquill- Gifford (P-G) Stability Categories**, EPA-454/R-93-055. NC. 1994.
- EPA. **Introduction**. United States Environmental Protection Agency. [S.l.], p. 10. 1995.
- EPA. **Large Stationary Diesel And All Stationary Dual-fuel Engines**. United States Environmental Protection Agency. [S.l.]. 1996.
- EPA. **Meteorological monitoring guidance for regulatory modelling applications**. Washington DC, USA. 2000.
- EPA. **AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors**. [S.l.]: [s.n.], 2009.

EPA. **13.2.1 Paved Roads**. United States Environmental Protection Agency | US EPA. [S.l.]. 2011.

EPA. **User's Guide for the AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD)**. United States Environmental Protection Agency. Carolina do Norte, p. 333. 2016.

EPA. **Revisions to the Guideline on Air Quality Models: Enhancements to the AERMOD Dispersion Modeling System and Incorporation of Approaches To Address Ozone and Fine Particulate Matter**. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. [S.l.]. 2017a.

EPA. **Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems - Volume II - Ambient Air Quality Monitoring Program**. U.S. Environmental Protection Agency. [S.l.]. 2017b.

EPA. **AERMOD Implementation Guide**. United States Environmental Protection Agency. Carolina do Norte, p. 39. 2018.

EPA. **AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors**. [S.l.]: [s.n.], 2019.

FEAM. **Metodologia para estimativa dos impactos ambientais associados ao tráfego veicular urbano**. Belo Horizonte. 2015.

FEAM. **DETERMINAÇÃO DE FATORES DE EMISSÃO PARA ELABORAÇÃO DE INVENTÁRIOS MUNICIPAIS DE FONTES MÓVEIS**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte - MG. 2017.

FEAM. **ORIENTAÇÕES TÉCNICAS PARA A ELABORAÇÃO DE UM ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2019a.

FEAM. **ORIENTAÇÕES TÉCNICAS PARA A ELABORAÇÃO DE UM ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA PARA EMPREENDIMENTOS DE PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL**. Belo Horizonte. 2019b.

FILHO, R. V. Emissão de óxidos de nitrogênio (NOX) na combustão industrial. **Revista IPT Tecnologia e Inovação**, v. 1, n. 3, p. 6-19, 2016.

FLORIAPA AIRPORT. **Zurich Airport Brasil - Floripa Airport**, 2025. Disponível em: <<https://floripa-airport.com/>>. Acesso em: 2025.

FOCA. **Federal Office for Civil Aviation**. [S.l.]: [s.n.], v. Airports in Switzerland, 2015.

GEO CONCEIÇÃO. **Circulação da Atmosfera**, 2020. Acesso em: 2025.

ICAO. **Airport Air Quality**. [S.l.]: [s.n.], 2016.

ICAO. **Aircraft Engine Emissions Databank - Emissions Databank (New Format)**. [S.l.]. 2020.

ICAO. **Doc 9889 - Airport Air Quality Manual**. International Civil Aviation Organization. Canada, p. 210. 2020b.

INMET. **NOTA TÉCNICA No. 001/2011/SEGER/LAIME/CSC/INMET**. [S.l.]. 2011.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 2022. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>.

INMET. Portal INMET, 2025. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 2025.

INPE. 23 de março: Dia Meteorológico Mundial – “Mais quente, mais seco e mais úmido – enfrentando o futuro”. **Centro de Ciência do Sistema Terrestre**, 2016. Disponível em: <23 de março: Dia Meteorológico Mundial – “Mais quente, mais seco e mais úmido – enfrentando o futuro”>.

LIU, D. H. F.; LIPTÁK, B. G. **Environmental Engineers' Handbook**. Florida: 2ª Edição. ed. Florida, CRC Press, 1997.

MARINHA DO BRASIL. Escala Beaufort. **Centro de Hidrografia da Marinha**, 2025. Disponível em: <[https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/u1907/beaufort\\_1.png](https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/u1907/beaufort_1.png)>. Acesso em: 2025.

MMA. **Guia técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar**. Ministério do Meio Ambiente e Secretaria de Qualidade Ambiental. [S.l.], p. 136. 2020.

MMA. **Resolução CONAMA Nº 506/2024 - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar**. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. [S.l.]. 2024.

MOREIRA ; TIRABASSI. Modelo Matemático de Dispersão de Poluentes na atmosfera: um instrumento técnico para a gestão ambiental. **Ambiente & Sociedade**, 2004.

NPI. **Emission estimation technique manual for Airports Version 2.0**. Australian Government. Austrália. 2008.

NPI. **Emission Estimation Technique Manual**. 2.1. ed. [S.l.]: [s.n.], v. Sewage and Wasterwater Treatment, 2011.

ODOROSKI; HENSCHKE; YU, M. ASSESSMENT METHODOLOGY FOR NITROGEN DIOXIDE AS AN AIR POLLUTANT. **Todoroski Air Science**, 2015.

RAMASWAMI, A.; MILFORD, J. B.; SMALL, M. J. **Integrated Environmental Modeling. Pollutant Transport, Fate, and Risk in the Environmental**. Nova Jersey: Wiley, 2005.

REDEMET. Rede de Estações Meteorológicas REDEMET, 2025. Disponível em: <<https://www.redemet.aer.mil.br/old/index.php>>. Acesso em: 2025.

ROMPS, D. M. Exact expression for the lifting condensation level. **J. Atmos. Sci**, 2017. 3891-3900.

SOFTWARE PÚBLICO. Sistema de Referência de Coordenadas (SRC). **Portal do Software Público Brasileiro**, 2022. Disponível em: <<https://softwarepublico.gov.br/gitlab/gsan/geosan/wikis/ProjecoesCartograficasUtilizadasNoBrasil>>. Acesso em: 15 janeiro 2022.

TURNER, D. B. A Diffusion Model for an Urban Area. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, 1964. 83-91.

ZURICH AIRPORT BRASIL. Quem somos. **Zurich Airport Brasil**, 2025. Disponível em: <<https://zurichairportbrasil.com/institucional/quem-somos>>. Acesso em: 6 janeiro 2025.

ZURICH AIRPORT BRASIL. Quem somos. **Zurich Airport Brasil**, 2025. Disponível em: <<https://zurichairportbrasil.com/institucional/quem-somos>>. Acesso em: 6 janeiro 2025.

## APÊNDICE – VALIDAÇÃO METEOROLÓGICA

### 1. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os métodos utilizados para a validação dos dados coletados pelas estações meteorológicas da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizadas no município de Florianópolis/SC. A posteriori esses dados serão utilizados na simulação da dispersão dos poluentes da empresa Zurich Airport Brasil - Aeroporto de Florianópolis.

### 2. APRESENTAÇÃO

A meteorologia é um dos principais parâmetros considerados na modelagem da dispersão atmosférica, pois os dados meteorológicos regionais são elementos de entrada, input, dos softwares utilizados para este estudo que consiste na simulação de como o poluente se dispersa na atmosfera após ser lançado por uma fonte emissora. Porém, o sucesso desses estudos depende, dentre outros fatores, da qualidade dos dados meteorológicos disponíveis. Esses dados precisam garantir que as condições meteorológicas do pior caso estejam representadas no modelo e retratar adequadamente o local de estudo.

Recomenda-se a apreciação de três anos de registros de uma estação meteorológica. Além disso, a quantidade mínima de informações aceitáveis compreende em pelo menos um ano de dados observados ou três anos de dados prognosticados por modelos atmosféricos, sendo aconselhável o uso dos observados, por serem dados medidos e não simulados (EPA, 2017b).

Com relação às estações automáticas algumas ponderações foram definidas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para considerá-las confiáveis, dentre elas: a estação deve ser instalada em uma base física, numa área livre de obstruções naturais e prediais, situada em área gramada mínima de 14m por 18m, cercada por tela metálica (para evitar entrada de animais). Os sensores e demais instrumentos são fixados em um mastro metálico de 10 metros de altura, aterrado eletricamente (malha de cobre) e protegido por para-raios. Os aparelhos para as medições de chuva (pluviômetro) e de radiação solar, bem como a antena para a comunicação, ficam situados fora do mastro, mas dentro do cercado (INMET, 2011).

O AERMOD *View*, ferramenta utilizada para o estudo de dispersão dos poluentes atmosféricos, exige uma quantidade mínima de informações meteorológicas para a modelagem, tais como: cobertura de nuvens, temperatura do ar, direção e intensidade instantânea do vento.

A pressão atmosférica é recomendável, mas não necessária, pois será utilizada para o cálculo da densidade do ar. Na ausência de dados de pressão, é assumido o valor de 1013,25 mb (milibares), valor médio de pressão atmosférica a nível médio do mar (EPA, 1994). Porém, quanto mais dados meteorológicos disponíveis, maior a acurácia dos resultados. Por isso, foram também avaliados os seguintes parâmetros disponíveis pelo INMET e pelo REDEMET: altura da base das nuvens (*ceiling height*), precipitação, radiação solar e temperatura do ponto de orvalho. Através da temperatura, pressão atmosférica e temperatura de ponto de orvalho foi calculada a umidade relativa do ar.

Portanto, foram consideradas as variáveis conforme descritas acima, para que seja completa a entrada de dados no modelo AERMOD, visto que todas estas variáveis se encontram disponíveis para representar o local de estudo.

O período de simulação compreendido neste estudo para a unidade da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis é de 01/01/2021 a 31/12/2023. As estações escolhidas para representar o local de estudo foram a pertencente ao REDEMET, que possui coordenadas geográficas longitude 742060.00 m E / latitude 6936931.03 m S / Zona 22 J (REDEMET, 2024) e a pertencente ao INMET, que possui coordenadas geográficas longitude 734889.96 m E / latitude 6944565.00 m S / Zona 22 J (INMET, 2024), localizadas no município de Florianópolis/SC, situando-se, aproximadamente, no mesmo local e a 10 quilômetros do empreendimento, respectivamente. A estação do REDEMET encontra-se a 5 metros de altitude, a do INMET a 6 metros, enquanto a unidade da empresa se encontra a, aproximadamente, 5 metros.

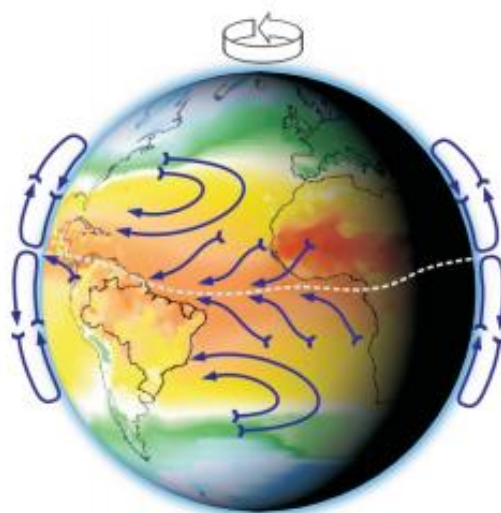
### 3. ANÁLISE DE DADOS

Após a coleta dos dados das estações do REDEMET e do INMET, os arquivos foram dispostos, organizadamente, para a análise e determinação da porcentagem de dados válidos correspondente a cada parâmetro. São necessários um mínimo de 90% de dados válidos anuais (EPA, 2000) e distância máxima de 50 quilômetros entre a estação meteorológica e o local de empreendimento para que a simulação feita pelo modelo possua melhores resultados.

Os cenários de curto e médio prazo são gerados a partir de uma combinação da qualidade da assimilação dos dados coletados, do processamento computacional e do conhecimento da evolução dos parâmetros físicos que descrevem a região de interesse. Particularmente, a qualidade dos dados que definem as condições iniciais da atmosfera influencia criticamente na evolução do modelo utilizado (INPE, 2016).

Em relação à climatologia de direção e intensidade do vento, observa-se que existe um sistema atuante sobre o estado de Santa Catarina, a ASAS, durante todo o ano e principalmente no inverno. Este sistema é semipermanente, o que significa atuação predominante na região em questão. A Figura A- I ilustra o sistema de alta pressão e a circulação a qual induz na América do Sul. Através desta imagem é possível visualizar a circulação de ventos de quadrante leste.

**Figura A- I: Circulação geral da atmosfera**



**Fonte: GEO CONCEIÇÃO (2020)**

Durante o ano, ventos de noroeste trazem umidade da Amazônia, sendo responsáveis pelas chuvas no local, principalmente quando há aproximação e passagem de frentes-frias. Com base nesse conhecimento sinótico, do relevo e dos dados climatológicos, pode-se determinar se os dados estão condizentes com o esperado.

Para prosseguir com o processo de validação, foram definidos intervalos de valores para as variáveis básicas de entrada no AERMOD: cobertura de nuvens, temperatura, velocidade e direção do vento, conforme Tabela A- I. Por sua vez, a Tabela A- II apresenta os intervalos para outras variáveis adicionais: umidade relativa, pressão atmosférica, precipitação, radiação solar e temperatura de ponto de orvalho. A definição dos intervalos foi definida de acordo com as seguintes premissas:

- Cobertura de nuvens (CN): expressa em décimos de céu encoberto, ou seja, variando de 0 (nenhuma nuvem) e 10 (céu totalmente encoberto);
- Temperatura (T): intervalo definido baseado nas normais climatológicas registradas pelo INMET (1981-2010b), onde o valor máximo é o maior valor absoluto já registrado na região arredondado para cima, e o valor mínimo é o menor valor absoluto registrado, arredondado para baixo;

- Direção do vento (DV): entre 0° e 360° medidas no sentido horário, a partir do norte geográfico, referindo-se a todas as possibilidades de direção do vento;
- Velocidade do vento (VV): entre 0 m/s (total calmaria) e 25 m/s (tempestade);
- Umidade relativa (UR): refere-se à quantidade de vapor contido numa parcela de ar, variando entre 1% (sem saturação) e 100% (saturado);
- Pressão atmosférica (P): a definição do intervalo foi baseada em duas etapas: 1ª) foi calculada a pressão atmosférica média local em função da temperatura e umidade relativa média computada através das normais climatológicas calculadas pelo INMET (1981-2010b), e também em função da altitude local e da pressão média a nível do mar (1013,25 mb); 2ª) após o valor médio ter sido obtido, assume-se o valor máximo de pressão somando 30 à média arredondada para cima, e o valor mínimo subtraindo 30 da média arredondado para baixo;
- Altura da Base das Nuvens (*Ceil*): varia entre 0 e 15.000 metros acima do solo;
- Precipitação (Pr): varia entre 0 mm e o valor máximo absoluto em 24 horas obtido através das normais climatológicas (INMET 1981-2010b);
- Radiação solar (R): varia entre 0 W/m<sup>2</sup> e o valor máximo de 1.367 W/m<sup>2</sup> que é a densidade média do fluxo energético proveniente da radiação solar.
- Temperatura de Ponto de Orvalho (Td): intervalo definido baseado nas normais climatológicas registradas pelo INMET (1981-2010b), variando entre o valor calculado em função do menor valor absoluto de umidade relativa em conjunto com o menor valor absoluto de temperatura já registrado na estação arredondado para baixo (valor mínimo), e o maior valor absoluto para a temperatura de bulbo úmido já registrado na região arredondado para baixo (valor máximo);

Abaixo seguem as Tabela A- I e Tabela A- II contendo os intervalos de validade, extraídos da estação convencional do INMET instalada em Florianópolis/SC, sendo a mais próxima do local de estudo. As estações convencionais possuem grandes períodos de dados coletados, porém são feitas as coletas em apenas três horas por dia, inviabilizando assim o uso de seus dados para a realização do estudo, sendo utilizados então para a definição dos intervalos.

**Tabela A- I: Valores definidos para validade dos dados dos parâmetros básicos do AERMOD**

Intervalo	CN (0-10)	T (°C)	Dir (°)	Vel. (m/s)
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	10	40	360	25

Fonte: INMET (2024)

**Tabela A- II: Valores definidos para validade dos dados dos demais parâmetros fornecidos pelo INMET**

Intervalo	UR (%)	P (mb)	Ceil (m)	Prec. (mm)	Rad. (W/m <sup>2</sup> )	Td (°C)
Mínimo	1	982	0	0	0	-12
Máximo	100	1.042	15.000	253	1.367	29

Fonte: INMET (2024)

#### 4. RESULTADOS

Como mencionado anteriormente, fez-se um controle de qualidade das seguintes variáveis meteorológicas: cobertura de nuvens, temperatura, velocidade e direção do vento, umidade relativa, pressão atmosférica, altura da base das nuvens, precipitação, radiação solar e temperatura de ponto de orvalho. Segundo as recomendações da EPA (2000), é possível realizar o método da interpolação em casos de dados ausentes para até algumas horas, visando a melhoria da porcentagem de dados válidos, para que o AERMOD possa realizar os cálculos de dispersão atmosférica com maior acurácia. Porém, o método é indicado somente a partir de uma base de dados que possua 90% ou mais de dados válidos anuais. A Tabela A- III e a Tabela A- IV apresentam a porcentagem de dados válidos antes e após a aplicação do método de interpolação. Os dados válidos foram computados como as horas onde todas as variáveis de entrada estão disponíveis, sendo considerado dado inválido ou ausente quando pelo menos um parâmetro apresentar dado inválido ou ausente em uma determinada hora.

**Tabela A- III: Controle de qualidade dos dados da estação meteorológica para o período mencionado sem o método da interpolação**

Ano	Válidos	Inválidos Ou Ausentes
2021	95,97%	4,03%
2022	96,99%	3,01%
2023	95,67%	4,33%
GERAL	96,21%	3,79%

Fonte: REDEMET e INMET (2024)

**Tabela A- IV: Controle de qualidade dos dados da estação meteorológica para período mencionado com o método da interpolação**

Período	Válidos	Inválidos Ou Ausentes
2021	100,00%	0,00%
2022	99,73%	0,27%
2023	100,00%	0,00%
GERAL	99,91%	0,09%

Fonte: REDEMET e INMET (2024)

Da Tabela A- V até a Tabela A- X são apresentados os resultados para os dados tratados, referentes à estação meteorológica, dos principais parâmetros de entrada do AERMOD, avaliados anualmente.

**Tabela A- V: Validação da qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2021 a 31/12/2021)**

	CN (0-10)	T (°C)	Dir. Vento (°)	Vel. Vento (m/s)
Dados Esperados	8760	8760	8760	8760
Dados Registrados	8760	8760	8760	8760
Válidos	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Inválidos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ausentes	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Valor Máximo	10	33,0	360	15,4
Valor Médio	5	20,9	14 (NNE)	3,6
Valor Mínimo	0	5,0	0	0,0

Fonte: REDEMET (2024)

**Tabela A- VI: Validação da qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2022 a 31/12/2022)**

	CN (0-10)	T (°C)	Dir. Vento (°)	Vel. Vento (m/s)
Dados Esperados	8760	8760	8760	8760
Dados Registrados	8760	8736	8736	8736
Válidos	100,00%	99,73%	99,73%	99,73%
Inválidos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ausentes	0,00%	0,27%	0,27%	0,27%
Valor Máximo	10	37,0	360	14,4
Valor Médio	5	20,9	2 (N)	3,9
Valor Mínimo	0	6,0	2	0,0

Fonte: REDEMET (2024)

**Tabela A- VII: Validação da qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2023 a 31/12/2023)**

	CN (0-10)	T (°C)	Dir. Vento (°)	Vel. Vento (m/s)
Dados Esperados	8760	8760	8760	8760
Dados Registrados	8760	8760	8760	8760
Válidos	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Inválidos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ausentes	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Valor Máximo	10	35,0	360	18,5
Valor Médio	5	22,0	346 (NNW)	3,7
Valor Mínimo	0	9,0	1	0,0

Fonte: REDEMET (2024)

**Tabela A- VIII: Controle de qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2021 a 31/12/2021)**

	UR (%)	P (mb)	Ceil (m)	Prec. (mm)	Rad. (W/m <sup>2</sup> )	Td (°C)
Dados Esperados	8760	8760	8760	8760	8760	8760
Dados Registrados	8760	8760	8760	8760	8680	8760
Válidos	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,09%	100,00%
Inválidos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ausentes	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,91%	0,00%
Valor Máximo	100	1.031,3	3.048,0	43,4	1.178,69	26,0
Valor Médio	76	1.015,0	1.172,0	0,3 / 2,7	175,66	16,4
Valor Mínimo	21	997,3	30,5	0,0 / 0,254	0,00	-6,0

Fonte: REDEMET e INMET (2024)

**Tabela A- IX: Controle de qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2022 a 31/12/2022)**

	UR (%)	P (mb)	Ceil (m)	Prec. (mm)	Rad. (W/m <sup>2</sup> )	Td (°C)
Dados Esperados	8760	8760	8760	8760	8760	8760
Dados Registrados	8736	8736	8748	8753	8680	8736
Válidos	99,73%	99,73%	99,86%	99,92%	99,09%	99,73%
Inválidos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ausentes	0,27%	0,27%	0,14%	0,08%	0,91%	0,27%
Valor Máximo	100	1.032,3	3.048,0	43,2	1.134,67	26,0
Valor Médio	79	1.014,6	1322,1	0,2 / 2,3	182,31	16,9
Valor Mínimo	27	998,3	61,0	0,0 / 0,254	0,00	-2,0

Fonte: REDEMET e INMET (2024)

**Tabela A- X: Controle de qualidade dos dados das estações meteorológicas com o método da interpolação (01/01/2023 a 31/12/2023)**

	UR (%)	P (mb)	Ceil (m)	Prec. (mm)	Rad. (W/m <sup>2</sup> )	Td (°C)
Dados Esperados	8760	8760	8760	8760	8760	8760
Dados Registrados	8760	8760	8760	8733	8681	8760
Válidos	100,00%	100,00%	100,00%	99,69%	99,10%	100,00%
Inválidos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ausentes	0,00%	0,00%	0,00%	0,31%	0,90%	0,00%
Valor Máximo	100	1.032,3	3.048,0	36,6	1.098,75	27,0
Valor Médio	82	1.014,2	1.222,0	0,2 / 2,6	177,69	18,6
Valor Mínimo	25	995,3	30,5	0,0 / 0,254	0,00	0,0

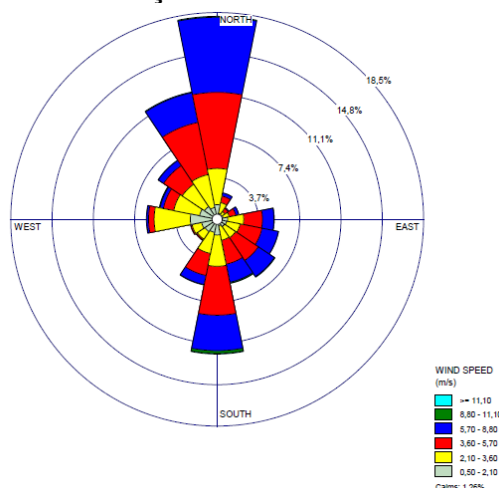
Fonte: REDEMET e INMET (2024)

Todas as variáveis estudadas referentes às estações de Florianópolis/SC se enquadram dentro dos intervalos de validade determinados na Tabela A- I e na Tabela A- II. Quanto à representatividade, todas as variáveis estão acima do limiar de 90% anual determinado pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA, 2000), para o período compreendido entre 01 de janeiro de 2021 e 31 de dezembro de 2023. Ressalta-se que os valores médio e mínimo da variável precipitação foram apresentados considerando todos os dados disponíveis (esquerda) e considerando apenas os índices pluviométricos acima de 0,254 mm (direita).

A Figura A- II retrata a rosa-dos-ventos para a cidade de Florianópolis/SC. É notável a predominância do vento que vem da direção norte.

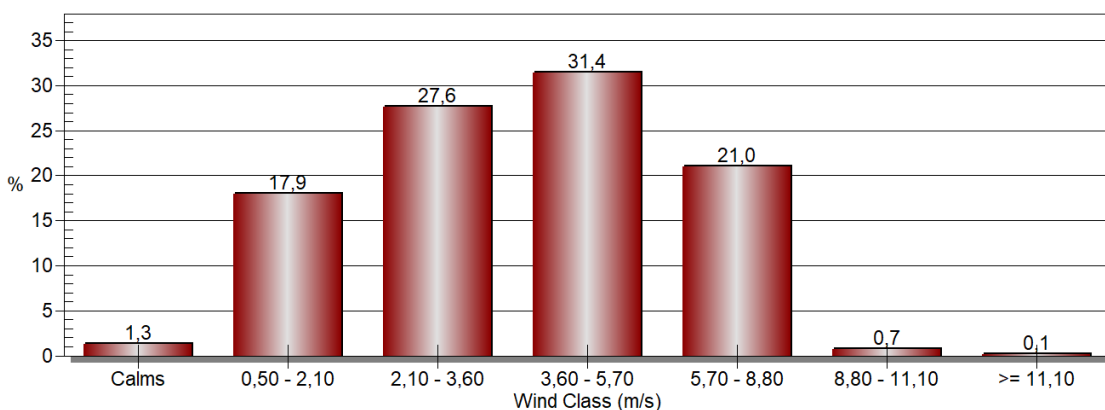
A frequência registrada em cada intervalo de velocidade do vento para a estação em questão está ilustrada na Figura A- III, indicando que os ventos calmos contabilizaram em 1,26%.

**Figura A- II: Rosa dos ventos para a cidade de Florianópolis/SC através dos dados da estação do REDEMET**



Fonte: AERMET (2024)

**Figura A- III: Distribuição de frequência de velocidade do vento para a estação do REDEMET**

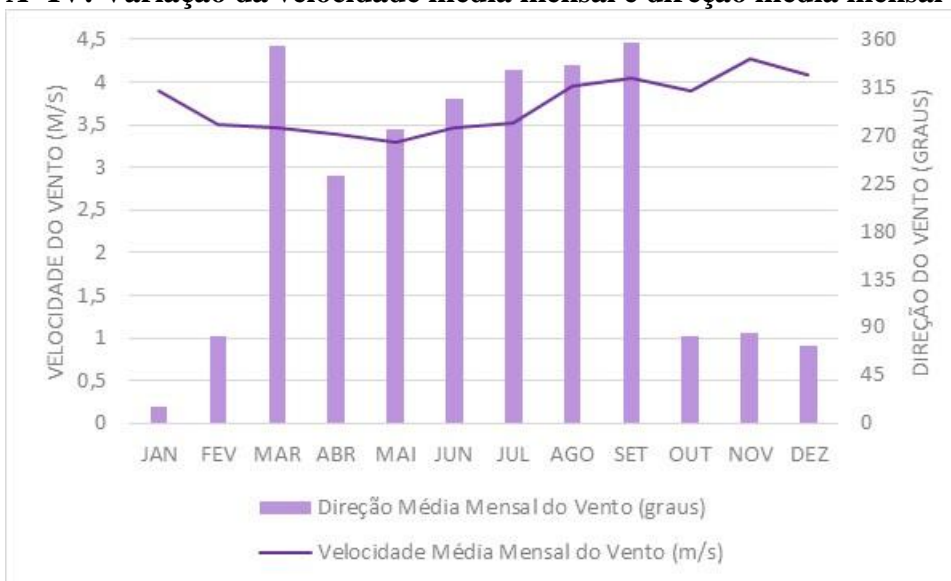


Fonte: AERMET (2024)

A Figura A- IV mostra as variações da direção e da velocidade média mensal do vento. Observa-se que, no período analisado, a direção média mensal predomina de norte, e a velocidade possui um valor mínimo no mês de maio de 3,30 m/s, e um valor máximo em novembro, de 4,27 m/s. O período que compreende o final do inverno e início da primavera apresenta maiores valores de velocidade, mas devido ao diferencial de pressão atmosférica. Os sistemas de alta pressão à leste estão intensos, e as regiões de baixa pressão continentais à oeste se intensificam à medida em que os raios solares que incidem sobre a superfície aumentam sua intensidade. A soma da radiação solar mais intensa com a ausência de nuvens intensifica o calor no continente (Figura A- V), aumentando a temperatura (Figura A- VI) e diminuindo a pressão, consequentemente diminuindo a densidade do ar (Figura A- VII). Essa queda na pressão sobre a região continental em conjunto com os sistemas de alta pressão sobre o Oceano Atlântico (ASAS e Altas Polares Móveis - APMs) provoca o aumento da velocidade do vento em

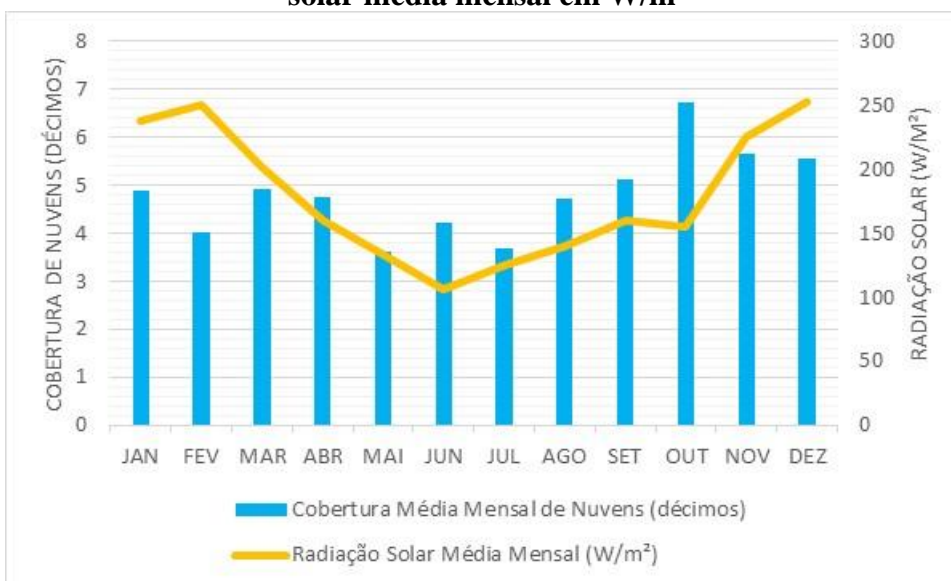
Florianópolis/SC no período citado. O menor valor de radiação solar ocorre no mês de junho, com 105,87 W/m<sup>2</sup> e o maior no mês de dezembro, com 252,34 W/m<sup>2</sup>. Para a cobertura de nuvens, o menor valor está no mês de maio, representando 3,633 décimos do céu encoberto na média, e o maior em outubro com 6,729 décimos de nebulosidade. O mês mais frio, na média, é junho com 17,54 °C, e o mais quente é janeiro, com média de 25,44°C. Não há períodos chuvosos bem definidos sobre a cidade de Florianópolis/SC, porém, há uma tendência de ocorrer maiores precipitações entre outubro e março, e o contrário entre abril e setembro.

**Figura A- IV: Variação da velocidade média mensal e direção média mensal do vento**



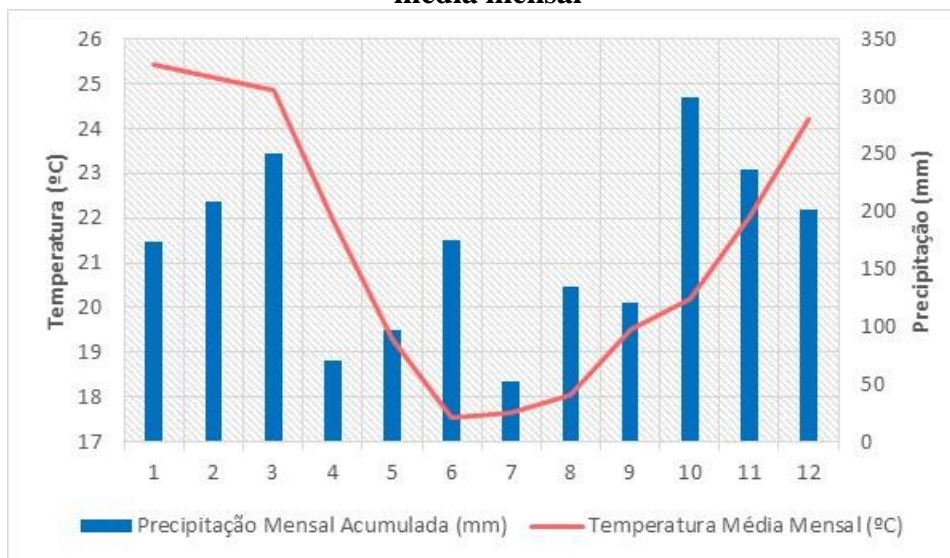
Fonte: REDEMET (2024)

**Figura A- V: Variação da cobertura de nuvens média mensal em décimos e da radiação solar média mensal em W/m<sup>2</sup>**



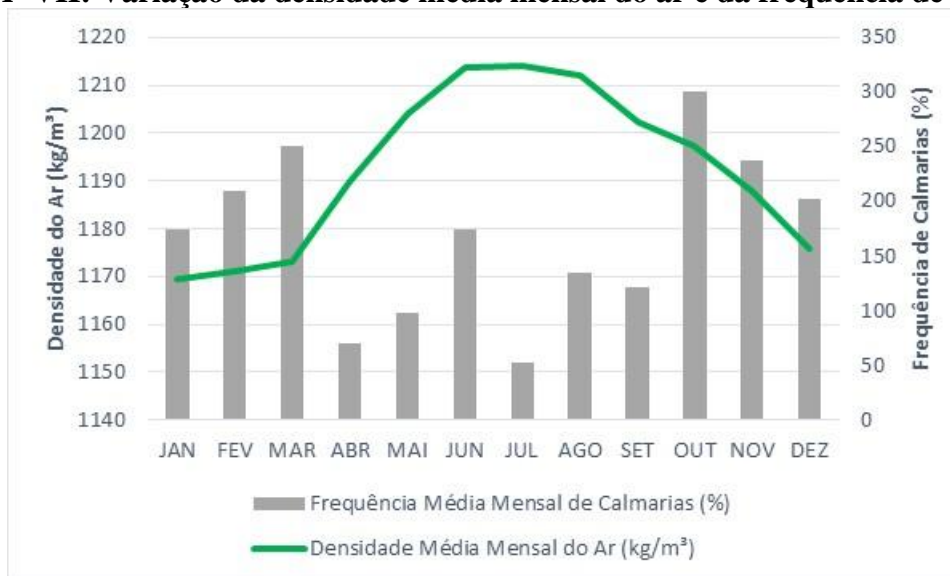
Fonte: REDEMET e INMET (2024)

**Figura A- VI: Variação da temperatura média mensal e da precipitação acumulada média mensal**



Fonte: REDEMET e INMET (2024)

**Figura A- VII: Variação da densidade média mensal do ar e da frequência de calmarias**



Fonte: REDEMET e INMET (2024)

A Figura A- VII mostra os valores médios mensais de densidade do ar e frequências de calmaria. Sob condições de ar mais denso é observado o fenômeno de subsidência, que consiste na descendência do ar, ou seja, o ar tende a ir de cima para baixo na atmosfera. Esse fenômeno dificulta a dispersão dos poluentes, aprisionando-os próximos à superfície e, por conta disso, observa-se uma camada espessa de névoa com coloração mais escura sobre os grandes centros urbanos nos meses de inverno, período em que são registrados os maiores valores de densidade do ar. Já valores mais baixos denotam ascendência do ar, indicando condições instáveis e favoráveis à dispersão. Nos meses de verão, período de menor densidade, é mais raro encontrar a camada de poluição sobre as metrópoles. No período analisado, o menor valor médio de

densidade do ar ocorre em dezembro, com 1.175,76 g/m<sup>3</sup>, e o maior valor em julho, 1.214,22 g/m<sup>3</sup>.

As situações de calmaria também são importantes nas análises das condições atmosféricas para estudos de dispersão. No período diurno sob ventos calmos, o aquecimento proveniente da radiação solar favorece as trocas turbulentas pelo mecanismo de convecção, apresentando condições extremamente instáveis. Durante a noite ocorre o inverso, a atmosfera apresenta condições extremamente estáveis, especialmente sob céu claro (TURNER, 1964). A calmaria é definida quando a velocidade do vento possui valores menores do que 0,5 m/s, de acordo com o padrão utilizado no software *WRPlot View*, responsável por gerar a rosa-dos-ventos e a figura de frequência de velocidades do vento. O menor valor se dá no mês de outubro com 0,72%, e o maior valor no mês de julho, com 1,68%.

Turner apresentou um método para determinar categorias de estabilidade de Pasquill-Gifford a partir de dados que foram coletados rotineiramente em estações do Serviço Nacional de Meteorologia dos EUA (NWS). O método estima os efeitos da radiação líquida na estabilidade atmosférica a partir do ângulo solar (em função da hora), cobertura total de nuvens e altura do teto (TURNER, 1964). Como a variável altura do teto não está disponível nos dados da estação do INMET, foi estimada a partir do método desenvolvido por David Romps (2017), utilizando a aproximação do cálculo da altura da base das nuvens como altura do teto (são valores similares, uma vez que o termo “altura do teto” significa a altura da base da camada de nuvens que cobre mais da metade do céu) (BRASIL, 2006). O método de Turner é utilizado para classificar o estado da atmosfera, sendo considerado o que possui melhor acurácia segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA, 1994) na representação das classes de estabilidade de Pasquill-Gifford. Os valores e suas respectivas classificações foram assumidos conforme os seguintes critérios definidos na Tabela A- XI.

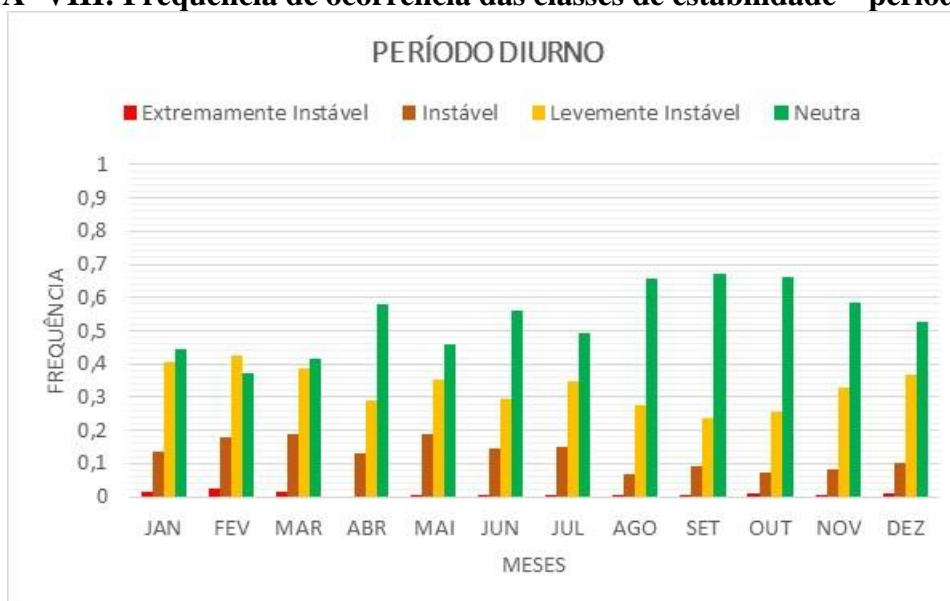
**Tabela A- XI: Classificação da estabilidade atmosférica de Turner**

Índice	Estado da Atmosfera
1	Extremamente Instável
2	Instável
3	Ligeiramente Instável
4	Neutra
5	Ligeiramente Estável
6	Estável
7	Extremamente Estável

**Fonte: EPA (1994)**

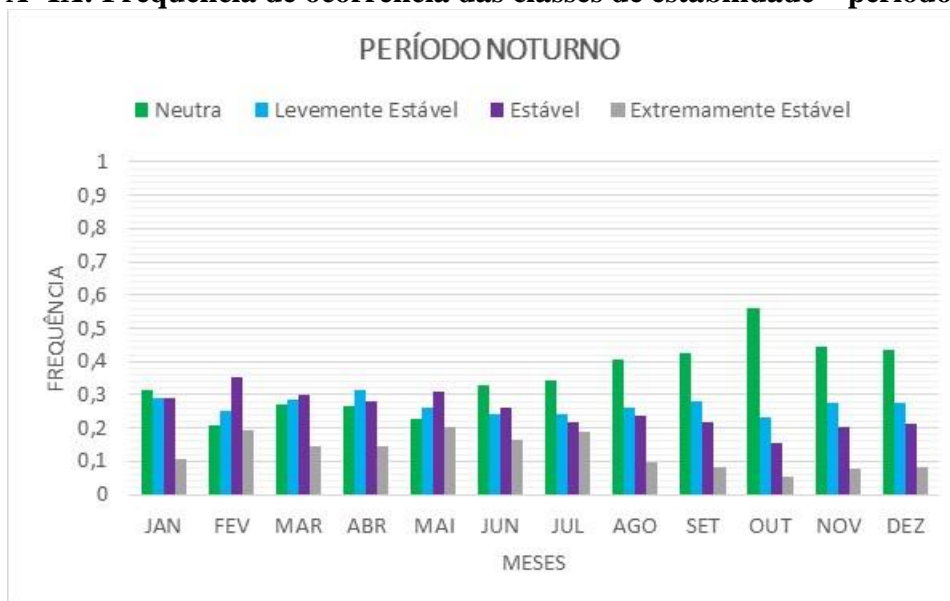
A Figura A- VIII e a Figura A- IX ilustram as condições atmosféricas observadas no período analisado para a cidade de Florianópolis/SC, baseado nos dados meteorológicos fornecidos pela estação do REDEMET. Diferenciam-se os períodos diurno e noturno sendo o diurno entre uma hora após o nascer do sol e uma hora antes do pôr-do-sol, onde as forçantes convectivas atuam com maior intensidade, e o noturno o restante das horas. A categoria 7 de Turner consiste em cobertura de nuvens menor ou igual a 4 décimos e velocidade do vento abaixo de 1,9 m/s, o que representa uma condição desfavorável à dispersão dos poluentes devido a ventos mais fracos e ausência de nuvens, favorecendo a perda radiativa (perda de calor da superfície para o espaço), tendo como consequência o resfriamento mais próximo à superfície e a manutenção da temperatura mais alta em uma camada acima da superfície, aumentando a probabilidade da formação da inversão térmica, fenômeno que impede a dispersão dos poluentes para a atmosfera. A categoria 4 possui como principais características alta cobertura de nuvens, altura da base das nuvens até aproximadamente 2.100 metros de altitude em relação ao solo (condições destes dois parâmetros onde há maior probabilidade de presença de precipitação pluviométrica) e ventos mais fortes, o que representa maior facilidade de dispersão dos poluentes. Observa-se uma maior frequência de atmosfera extremamente estável nos meses de maio a julho, assim como uma menor frequência de atmosfera neutra, sendo estes os três meses do ano mais desfavoráveis à dispersão. Estas duas categorias de estabilidade atmosférica representam as condições mais desfavoráveis e favoráveis à dispersão dos poluentes, respectivamente.

**Figura A- VIII: Frequência de ocorrência das classes de estabilidade – período diurno**



Fonte: Autores (2024)

**Figura A- IX: Frequência de ocorrência das classes de estabilidade – período noturno**



Fonte: Autores (2024)

## 5. CONCLUSÕES

A partir de todas as informações supracitadas, tanto para a análise da validação dos dados coletados do período entre 01/01/2021 e 31/12/2023 da Estação do REDEMET e do INMET localizadas no município de Florianópolis/SC, quanto para a comparação climatológica e de superfície das regiões de Florianópolis/SC e da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis, conclui-se que os dados fornecidos estão aptos para serem inseridos no AERMOD *View*. Isso porque apresentaram validação superior a 90%, seja em quantidade, seja em qualidade dos dados coletados. Além disso, as estações de Florianópolis/SC estão instaladas a distâncias aproximadas de, uma no mesmo local do empreendimento e a outra a 10 quilômetros, e foram selecionadas também por possuir dados válidos e mais representativos, conforme citado na seção 2, e por serem as mais próximas do sítio da Zurich Airport Brasil – Aeroporto de Florianópolis. Através da análise feita das classes de estabilidade e das variáveis meteorológicas, o que se espera para a região de estudo, portanto, são condições favoráveis à dispersão dos poluentes, sendo o mês de maio o mais desfavorável.