



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 6, nº 2 (2020)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2020v6n2ID20620>



EMISSÕES DE CO₂ NO ENTORNO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO-GUARULHOS

**Daniel Nery dos Santos¹; Bruno Yuiti Hori²,
Diego Kauê Oliveira³; Victor Hugo Cordeiro
Serafim⁴**

¹Doutor em Geociências e Meio Ambiente, Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATEC São Paulo), São Paulo-SP, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4645-1790>

Email: daniel.santos80@fatec.sp.gov.br

²Graduado em Tecnologia de Logística Aeroportuária, Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATEC São Paulo), São Paulo-SP, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6441-6521>

Email: bruno.hori@fatec.sp.gov.br

³Graduado em Tecnologia de Logística Aeroportuária, Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATEC São Paulo), São Paulo-SP, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1211-3830>

Email: diegooliveira89@fatec.sp.gov.br

⁴Graduado em Tecnologia de Logística Aeroportuária, Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATEC São Paulo), São Paulo-SP, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0581-0216>

Email: victorhugo@fatec.sp.gov.br

Resumo

Os aeroportos são reconhecidamente grandes emissores de Gases de Efeito Estufa (GEE's), poluentes e ruídos. Assim, compreender as emissões provenientes dos aeroportos pode contribuir para a elaboração de ações mitigadoras na temática do aquecimento global, relacionando as emissões antrópicas à intensificação do aquecimento do planeta já que o Dióxido de Carbono (CO₂) é visto como o principal vilão no aumento da temperatura da Terra. A principal motivação deste estudo foi verificar os índices de concentração de CO₂ no entorno do AISP (Aeroporto Internacional de São Paulo). Para tanto, foram realizadas medições de CO₂ em diferentes pontos com o uso de equipamentos portatéis (medidor de CO₂ e GPS de campo). Os dados coletados foram analisados em ambiente SIG (Sistema de

Informação Geográfica). Os resultados demonstraram que as emissões de Dióxido de Carbono no entorno do AISP oscilaram de 436 a 490 ppm/CO₂. Tais emissões estão muito acima dos índices máximos constatados pela ONU no primeiro semestre de 2019, que alcançou uma média global de 409 ppm/CO₂.

Palavras-chave: CO₂; Aeroportos; Guarulhos; Aquecimento Global.

CO₂ EMISSIONS AROUND THE INTERNATIONAL AIRPORT OF SÃO PAULO-GUARULHOS

Abstract

Airports are known to be large emitters of greenhouse gases (GHGs), pollutants and noise. Thus, understanding the emissions from airports can contribute to the development of mitigating actions in the area of global warming by relating anthropogenic emissions to the intensification of global warming, since Carbon Dioxide (CO₂) is seen as the main villain of this increase in temperature on Earth. The main motivation of this study was to verify the CO₂ concentration indexes around the AISP (São Paulo International Airport). For this, CO₂ measurements were performed at different points using portable equipment (CO₂ meter and field GPS). The collected data was analyzed in GIS (Geographic Information System) environment. The results showed that the Carbon Dioxide emissions around the AISP ranged from 436 to 490 ppm/CO₂. These emissions are well above the maximum rates found by the UN in the first half of 2019, which reached a global average of 409 ppm/CO₂.

Keywords: CO₂; Airports; Guarulhos; Global Warming.

EMISIONES DE CO₂ ALREDEDOR DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO

Resumen

Los aeropuertos son reconocidos como los principales emisores de gases de efecto invernadero (GEI), contaminantes y ruido. Así pues, la comprensión de las emisiones de los aeropuertos puede contribuir al desarrollo de medidas de mitigación en la esfera del calentamiento global, vinculando las emisiones antropógenas a la intensificación del calentamiento del planeta ya que el Dióxido de Carbono (CO₂) es visto como el principal villano en el aumento de la temperatura de la Tierra. La principal motivación de este

estudio fue verificar las tasas de concentración de CO₂ alrededor del AISP (Aeropuerto Internacional de São Paulo). Para ello, se realizaron mediciones de CO₂ en diferentes puntos con el uso de equipo portátil (CO₂ metro y GPS de campo). Los datos recogidos fueron analizados en el (SIG) del Sistema de Información Geográfica. Los resultados mostraron que las emisiones de Dióxido de Carbono alrededor del AISP oscilaban entre 436 y 490 ppm/CO₂. Estas emisiones están muy por encima de las tasas máximas encontradas por las Naciones Unidas en el primer semestre de 2019, que alcanzaron un promedio mundial de 409 ppm/CO₂.

Palabras-clave: CO₂; Aeropuertos; Guarulhos; Calentamiento global.

1. INTRODUÇÃO

O controle dos gases poluentes e de efeito estufa tem despertado interesses de estudiosos em todo o mundo (HOFER et al., 2008; HOFER E EROGLU, 2010; RYERSON E KIM, 2013; OLIVEIRA, 2014), já que essas emissões afeta a qualidade de vida das pessoas e impacta negativamente o meio ambiente, principalmente nas médias e grandes cidades. Contudo, o controle da qualidade do ar requer um grande esforço pois o padrão hegemônico de produção está pautado numa matriz energética predominantemente alimentada por combustíveis fósseis, assim como os meios de transportes.

Muitos estudos apontam as emissões antrópicas de GEE's como a grande responsável pela mudança climática e pelo maior aquecimento global da Terra, sendo o CO₂ o principal gás dessa mudança no padrão global da temperatura (CHAPIN et al., 2002; XAVIER E KERR, 2008; OLIVEIRA, 2014). Dados do NOAA (2019), demonstram um crescimento médio anual das emissões entre 2% a 3% na última década e uma concentração média para o mês de Agosto de 2019 que atingiu os 409,95 ppm/CO₂, contra 406,99 ppm/CO₂ para o mesmo mês de 2018.

Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC - sigla em inglês para Intergovernmental Panel on Climate Change) em seu Relatório de 2018, sinalizou que as atividades humanas tenham causado aproximadamente 1°C de aquecimento global acima dos níveis pré-industriais, com uma faixa provável de 0,8°C a 1,2°C e deverá atingir 1,5°C entre os anos de 2030 e 2052, se continuar o padrão atual das emissões de GEE's. Ainda, para o IPCC as emissões antropogênicas de CO₂ são o grande vilão do aumento global da temperatura da Terra.

A ONU (Organização das Nações Unidas) apresentou 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS), entre eles os de números 11 (cidades e comunidades sustentáveis) e 13 (ação contra a mudança global do clima) que priorizam medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos. Assim, há uma convocação global para que os países se mobilizem através de ações público/privado em combate às mudanças climáticas.

De acordo com relatório da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2017), o AISP é o maior emissor de CO₂ do Brasil. Sendo assim, é importante considerar a necessidade de monitoramento da qualidade do ar no entorno de grandes aeroportos do país, como é o caso do objeto de estudo aqui analisado.

O município de Guarulhos (SP) conta com a segunda maior população do Estado de São Paulo, com aproximadamente 1.365.000 habitantes e com uma frota veicular de 636 mil (IBGE, 2020). Ainda, abriga o maior aeroporto internacional da América Latina: Aeroporto Internacional de São Paulo (AISP), que movimentou anualmente cerca de 37 milhões de passageiros (GruAirport, 2018).

Para Santos e Balassiano (2014) e Santos (2014), as mudanças climáticas podem afetar os sistemas de transporte (ferroviário, aquaviário, rodoviário e aéreo) em todos os países, potencialmente impedindo a mobilidade urbana e afetando a qualidade de vida das populações. Tais advertências já podem ser percebidas com relatos de estudos em algumas cidades ao redor do mundo, como Chicago e Durban, que apontam a mudança climática como responsável no aumento dos custos da infraestrutura da rede de transporte (HAYHOE et al., 2010; REVI et al., 2014).

A Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO), em sua 37ª Edição da Assembleia Geral, endossou o Programa Internacional de Ação sobre Aviação e Mudança Climática para desenvolver uma estrutura abrangente para medidas operacionais, tecnológicas e baseadas no mercado, bem como o uso de combustíveis para combater emissões da aviação internacional (ICAO, 2013).

Segundo o Anuário Estatístico (2017), da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), no Brasil a mobilidade urbana é excessivamente baseada no uso de veículos particulares. Ainda, de acordo com o autor supracitado, em 2017 o transporte de passageiros no país cresceu 2,7%, representando um total de 112,5 milhões de passageiros pagos no país, sendo 90,6 milhões de voos domésticos e 21,8 milhões de voos internacionais. Com esse resultado, o sistema de transporte aéreo atendeu 49 milhões de passageiros a mais que em 2008. Desta forma, o setor de transporte tem uma enorme contribuição para as emissões de GEE's e poluentes.

O setor de transporte aéreo tem sérias limitações tecnológicas na redução de suas emissões de GEE's, esse entrave acaba criando um gargalo para a diversificação da sua matriz energética, que está concentrada nos combustíveis fósseis (IATA, 2015). Assim, se faz necessário um esforço especial por pesquisas que possam apresentar alternativas à essa matriz energética, pois estamos diante de um cenário de incertezas quanto ao seu futuro, já que esses combustíveis são finitos.

O dióxido de carbono é o GEE's antropogênico mais importante na atmosfera, contribuindo com aproximadamente 66% da forçante radiativa e responsável por cerca de 82% do aumento da radiação (WMO, 2019).

O nível pré-industrial representou um balanço de fluxos entre a atmosfera, os oceanos e a biosfera terrestre de 278 ppm/CO₂. A fração molar de CO₂ em 2018 globalmente ficou numa média de 407,8 ppm/CO₂. O aumento na média anual de 2017 a 2018, 2,3 ppm/CO₂, é quase o mesmo identificado para 2016 a 2017 e praticamente igual à taxa de crescimento média da última década (WMO, 2019).

A principal motivação deste estudo foi verificar os índices de concentrações de CO₂ no entorno do AISP. Assim, foi possível entender a concentração do CO₂ no âmbito local das mediações de um grande aeroporto.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo: Uma Visão Geral

O município de Guarulhos é parte integrante da Região Metropolitana de São Paulo - RMS (Figura 1). Seu território tem uma extensão de cerca de 318,675 km² e uma localização geográfica estratégica para a movimentação de pessoas e mercadorias, com importantes equipamentos logísticos: *a)* sedia o maior aeroporto internacional da América Latina; *b)* dista aproximadamente 80 km do Porto de Santos; *c)* 110 km do aeroporto de Viracopos (Campinas); *d)* 17 km do centro da cidade de São Paulo (que conta também com outro importante aeroporto doméstico: Congonhas) e é cortada pelas duas rodovias federais mais importantes do Brasil – BRs-116 e 381.

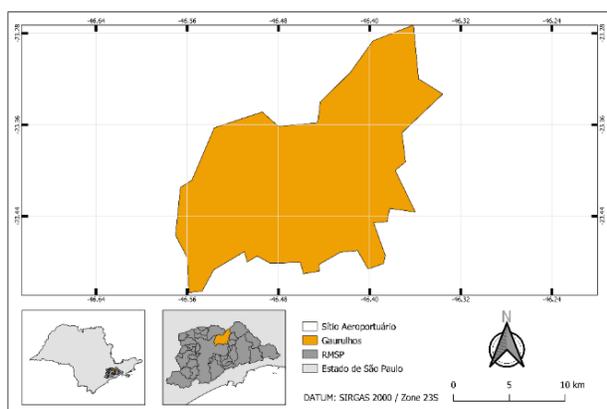


Figura 01 - Localização da Área de Estudo. Fonte: Autores (2020).

2.1.1 O Aeroporto Internacional de São Paulo (AISP)

O AISP foi inaugurado em 1985, e ocupa uma área de 14 km² sendo o maior aeroporto internacional da América Latina em movimentação de passageiros, chegando a transportar aproximadamente 37 milhões de pessoas por ano, com 266 mil pousos e decolagens (GruAirport, 2018). No ano de 2012 o complexo aeroportuário foi concedido à iniciativa privada, passando a ser administrado pelo consórcio entre as empresas Invepar e a Airports Company South Africa para um período de 20 anos.

O AISP conta com três terminais para embarques e desembarques, que são atendidos predominantemente pelo modal rodoviário (Figura 2).

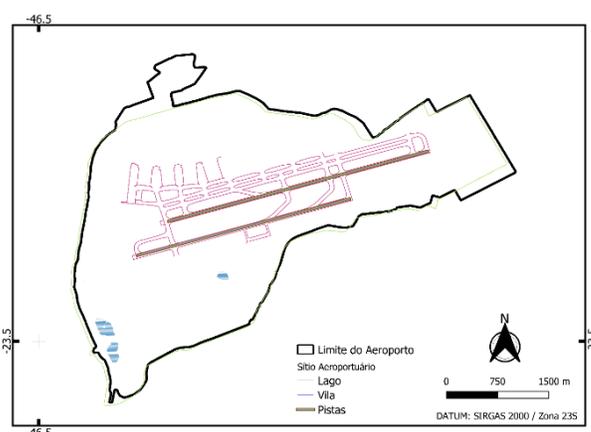


Figura 02 - Sítio aeroportuário. Fonte: Autores (2020).

A partir de 2018 foi inaugurado um ramal ferroviário que acessa o aeroporto, a estação Aeroporto-Guarulhos faz parte da linha 13-Jade da Companhia Paulista De Trens Metropolitanos (CPTM). A linha 13-Jade liga o aeroporto à estação Engenheiro Goulart, esse trajeto tem cerca de 12 km de extensão, de onde se tem acesso a Linha 12-Safira, que segue até as estações Tatuapé, Brás e Luz (expresso aeroporto).

No entorno do AISP a ocupação da terra é predominantemente horizontal com usos residencial, industrial e muitos galpões com centros de distribuição logísticos, onde caracteriza-se uma urbanização consolidada e de baixa qualidade na oferta de serviços básicos para a população, como coleta de esgoto, gestão de resíduos sólidos, além da educação e saúde precárias.

2.2. Técnicas

O monitoramento da qualidade do ar é sem dúvida uma tarefa nada fácil, já que depende de um conjunto de fatores ambientais, técnicos e administrativo-burocráticos, sendo o último o que mais dificulta os trabalhos, pois a ausência de uma rede de monitoramento dos gases e indisponibilidades destes tem se tornado um dificultador. Contudo, algumas cidades vêm desenvolvendo políticas de dados abertos que muito contribui para os estudos e entendimento. O presente trabalho de pesquisa coletou dados das emissões de CO₂ em 29 pontos no entorno do AISP.

As amostras foram coletadas *in situ*, no período da manhã entre 7:00 e 13:00 do dia 19 de Março de 2018, com temperatura entre 21° C a 33° C, com baixa cobertura de nuvens e umidade relativa do ar oscilando entre 41 a 61%. Ainda, foram coletados dados de altimetria, umidade relativa do ar, temperatura e CO₂ dos pontos. As medições foram realizadas através de equipamentos móveis (medidor de CO₂ e GPS), o medidor de CO₂ também foi utilizado para coletar temperatura e umidade relativa do ar, enquanto o GPS (Sistema de Posicionamento Global) coletou dados de altimetria e das coordenadas geográficas dos pontos amostrados. A distribuição dos pontos obedeceu distâncias de tal maneira que ficassem homogêneas distribuídas nas cabeceiras das pistas e no entorno do sítio aeroportuário. Para tanto, foram determinadas 4 áreas para

realizar as medições que contemplassem os pontos de pousos e decolagens e o entorno (Figura 3).

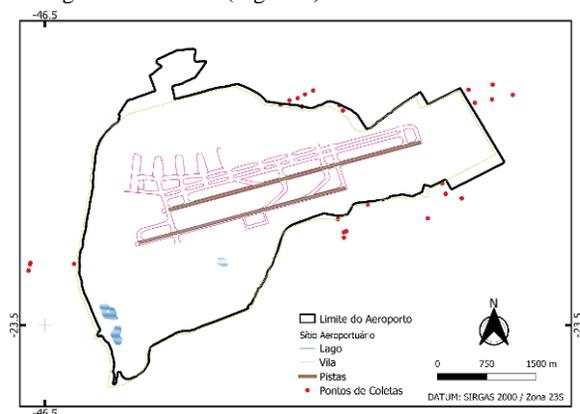


Figura 03 - Sítio Aeroportuário: Pontos de Coletas: CO₂/ppm.
Fonte: Autores (2020).

Os dados coletados em campo foram tratados e geoespacializados através de técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), com o uso do software de geoprocessamento QGIS, versão 3.10.6. Através do *plugin* de Interpolação de Dados com método de Ponderação de Distância Inversa (IDW – “Inverse Distance Weigting”, em inglês) foi possível a criação de isovalores para os dados de CO₂. O IDW é o método utilizado com maior frequência pelos especialistas em SIG (LONGLEY et al., 2005).

Segundo Pietrobelli; Vargas (2019), “para prever um valor para qualquer local não amostrado, o IDW usa os valores medidos em torno do local de previsão. Esses valores medidos mais próximos do local de previsão terão maior influência sobre o valor previsto do que aqueles mais distantes.”

Para análise da concentração do CO₂, os dados foram agrupados em (N-norte; NNE-norte-nordeste; NE-nordeste; ENE- leste-nordeste; E-leste; ESSE-leste-sudeste; SE-sudeste; SSE-sul-sudeste, S-sul; SSW-sul-sudoeste; SW-sudoeste; WSW-oeste-sudoeste; W-oeste; WNW-oeste-noroeste; NW-Noroeste e NNW-nortenoroste).

Para uma maior compreensão da concentração do gás foram realizadas coletas das cotas altimétricas, da temperatura e umidade relativa do ar ao longo dos pontos. Assim, com a aplicação do diagrama de dispersão, correlação e regressão linear foi possível comparar a concentração máxima do CO₂ com os diferentes parâmetros supracitados. Por fim, foi feita uma modelagem estatística para identificar a variação na concentração do CO₂ ao longo dos pontos amostrados. Para tanto, considerou-se os valores mínimos e máximos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Variação na Concentração de CO₂

Os dados de concentração de CO₂ apresentaram um valor mínimo de 416 ppm e chegando ao máximo de 517 ppm, que representa uma diferença de 101 ppm, enquanto a variação oscilou entre 4 ppm e 78 ppm (Figura 4). Os altos índices

ocorreram nas proximidades da cabeceira da pista voltada à face Norte na região de influência da Avenida Natalia Zarif, que concentra a maior parte das operações de pousos e decolagens, além de ser uma área com importantes avenidas que acessam o sítio aeroportuário.

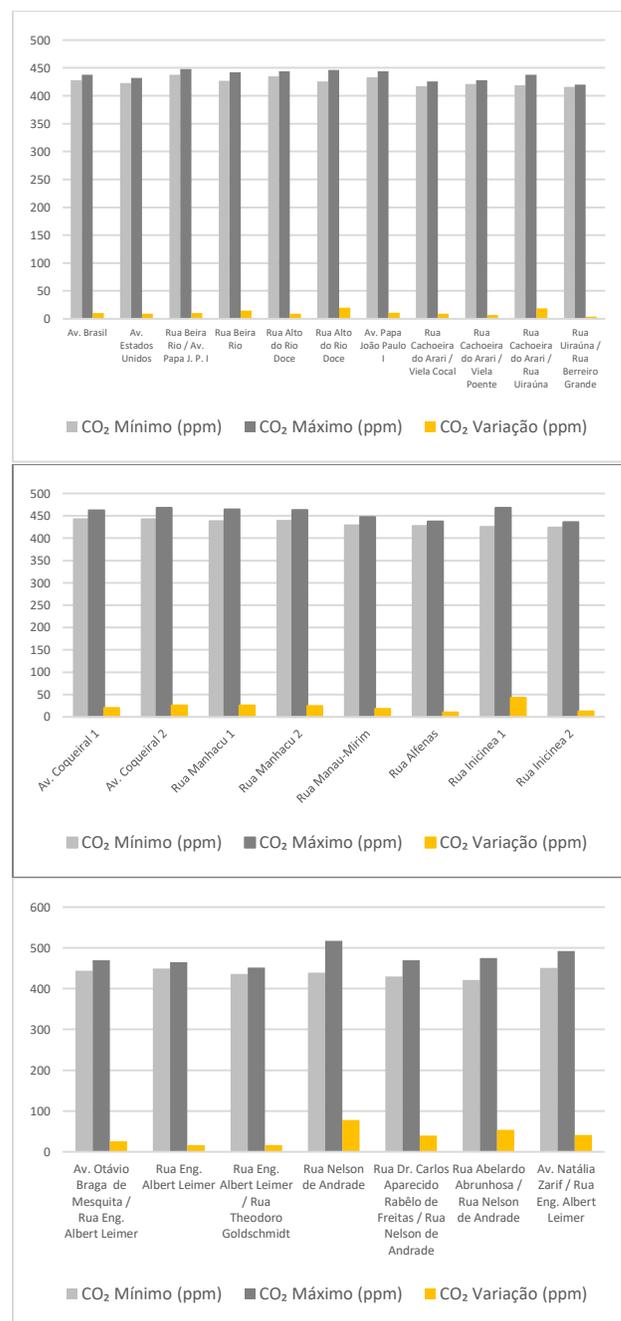


Figura 04 - Gráfico de Variação de CO₂. Fonte: Autores (2020).

3.2. Relação Entre a Concentração de CO₂ com: Temperatura – Altimetria – Umidade Relativa do Ar

A maior concentração do gás se deu nas menores temperaturas, ou seja, nas primeiras horas das medições com os termômetros marcando entre 20° e 22° C, na medida que as horas avançavam notou-se uma redução na concentração. Ainda vale destacar que a maior movimentação de aeronaves (pousos e decolagens) ocorre no começo da manhã, o chamado Pico 1. Os resultados para as cotas altimétricas e umidade relativa do ar também não mostraram relação na concentração do CO₂ (Figura 5). Contudo, um fator que pode dificultar a sua dispersão é a característica de uso e ocupação da terra, que no entorno do sítio aeroportuário ocorre predominantemente de forma horizontal, até mesmo por não ser permitido pelo Plano Diretor a construções com mais que três pavimentos.

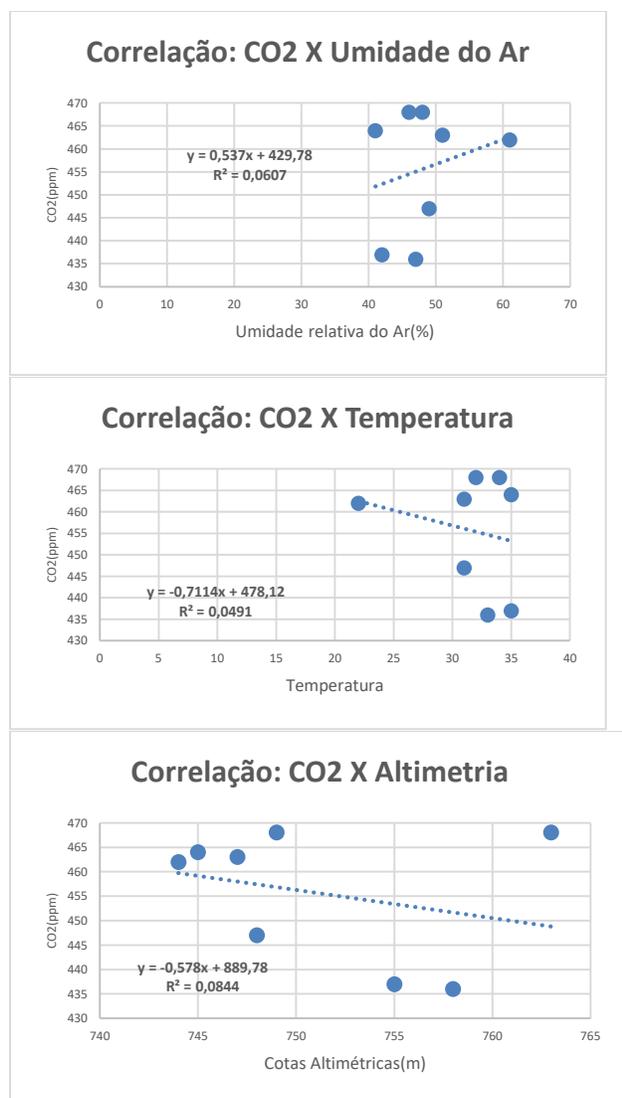


Figura 05 - Gráficos de Correlação entre o CO₂ e: Umidade Relativa do Ar, Altimetria, Temperatura. Fonte: Autores (2020).

3.3. Distribuição Geográfica da Pluma de CO₂

As emissões de CO₂ nos arredores do AISP apresentam um padrão de maior concentração nas zonas de pousos e decolagens (cabeceiras das pistas) com destaque para a face Norte, indicando uma contribuição do modal aéreo nas emissões totais no entorno do sítio aeroportuário.

Os valores observados nas cabeceiras das pistas variaram entre 432 a 490 ppm/CO₂, enquanto no entorno do sítio constatou-se uma oscilação entre 436 e 454 ppm/CO₂, com uma variação de 54 ppm. Contudo, é preciso registrar o fato dos valores de concentração do CO₂ no entorno se aproximarem das cabeceiras se dá pela intensa presença de um tráfego veicular pesado, principalmente de ônibus que acessam o próprio aeroporto, sendo maior índice constatado na Face N. Portanto, com a análise dos dados é possível afirmar que a Face N (uma das cabeceiras) do aeroporto é a maior contribuinte das emissões de CO₂ na região, tanto pelo fato de ser a área diretamente exposta aos pousos e decolagens como pela interferência da SP-019, a única via que acessa o sítio aeroportuário. Ainda, é possível observar a forte concentração do CO₂ ao WNW, NW e NNW (Figura 6).

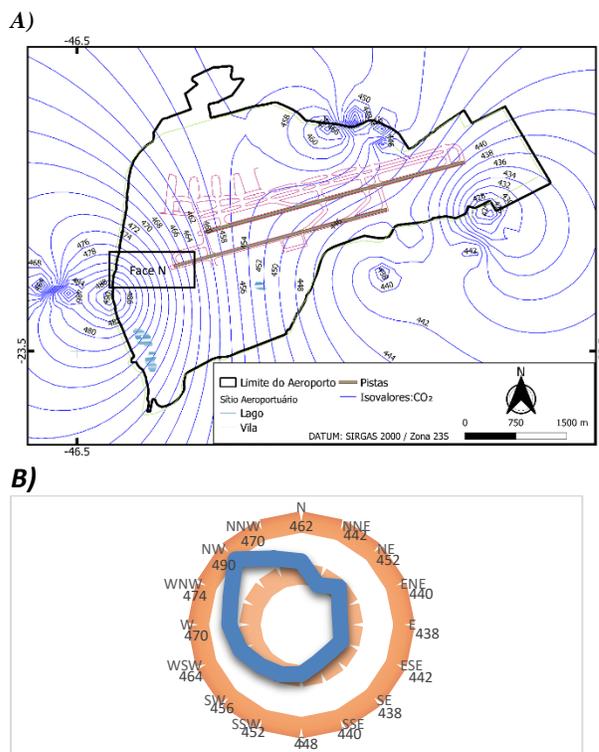


Figura 06 - A) Isovalores: Concentração Geográfica da Pluma de CO₂. B) Gráfico de Concentração e Dispersão do CO₂ ppm. Fonte: Autores (2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou apresentar os índices de concentração de CO₂ no entorno do maior aeroporto da América Latina, sobretudo

as emissões provenientes das operações relacionadas às aeronaves.

As emissões de CO₂ na região do aeroporto apresentou maiores níveis nas cabaceiras (particularmente na Face N - Norte), não por acaso, já que estão diretamente relacionadas com as maiores operações médias anuais de pousos e decolagens das aeronaves, além do fato da proximidade da SP-019, que é a rodovia que acessa o aeroporto. Assim, é possível afirmar que o complexo aeroportuário do AISP contribui significativamente no acréscimo das emissões de CO₂ na região em que está inserida.

A urgência na redução nas emissões de GEE's para diminuir os efeitos do aquecimento global alerta o setor aéreo para uma necessidade de rever as suas políticas em relação aos mecanismos de controle de suas emissões, incluindo o AISP. Assim como os órgãos reguladores e fiscalizadores que devem cobrar melhores práticas do setor. Ainda, a comunidade internacional pode incluir a aviação civil em regimes internacionais de políticas climáticas com controle das suas emissões.

Por fim, livre de qualquer altivez, este estudo pode instigar para que outras pesquisas possam elucidar fatos que aqui não foram apresentados ou estimular diferentes entendimentos, como os efeitos da poluição do ar na saúde das pessoas que ali habitam, principalmente as crianças, os idosos e aqueles que de maneira geral sofrem de problemas respiratórios crônicos.

5. REFERÊNCIAS

- ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. *Anuário do Transporte Aéreo*, 2017. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/mercado-de-transporte-aereo/anuario-do-transporte-aereo/dados-do-anuario-do-transporte-aereo>. Acesso: 31 de Jan. de 2019.
- CHAPIN, F.S.; MATSON, P.A.; MOONEY, H.A. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. New York: Springer, 2002. 436p.
- GruAirport – *Relatório da Administração de 2017*. Disponível em: [file:///C:/Users/DANIEL/Downloads/4T17%20%20RELATORIO%20DA%20ADMINISTRACAO%202017%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DANIEL/Downloads/4T17%20%20RELATORIO%20DA%20ADMINISTRACAO%202017%20(1).pdf). Acesso em: 09/02/2019.
- HAYHOE, K.; VANDORN, J.; CROLEY, T.; SCHLEGEL, N.-J.; WUEBBLES, D. (2010). Regional Climate Change for Chicago and the US Great Lakes. *Journal of Great Lakes Research*. 36. 7-21, 2010.
- HOFER, Christian; EROGLU, Cuneyt. Investigating the Effects of Economies of Scope on Firms' Pricing Behavior: Empirical Evidence from the US Domestic Airline Industry. *Transportation Research Part E*, v. 46, p. 109-119, 2010.
- HOFER, Christian; WINDLE, Robert J.; DRESNER, Martin E. Price Premiums and Low Cost Carrier Competition. *Transportation Research Part E*, v. 44, p. 864-882, 2008.
- IATA, 2015. *Sustainable aviation fuel roadmap*. Retrieved from: <https://www.iata.org/whatwedo/environment/Documents/safr-1-2015.pdf>.
- IBGE. *Cidades IBGE*. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/guarulhos/panorama>. Acesso em 15/02/2019.
- ICAO, 2013a. *Destination Green: driving progress through action on aviation and the environment*. The ICAO Journal 68 (2) Retrieved from: https://www.icao.int/publications/journalsreports/2013/6802_en.pdf.
- IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change (2018)*. Global Warming of 1.5°C. Disponível em: https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf. Acesso em: 12/02/2019.
- LONGLEY, Paul A. et al. *Geographic information systems and science*. John Wiley & Sons, 2005.
- OLIVEIRA, Marcelo Eduardo Dias de. *Estimativas de Emissões de N₂O e CH₄ na Cultura da Cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo*. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *Greenhouse Gas Bulletin: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Using Global Observations through 2019*.
- NOAA - *National Oceanic and Atmospheric Administration*. Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. Disponível em: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/gr.html>. Acesso em: 06/10/2019.
- PIETROBELLI, Fabrício; VARGAS, Júlio Celso Borello. *POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E CICLISMO URBANO: ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO ATMOSFÉRICA DE MATERIAL PARTICULADO FINO SOBRE A REDE CICLOVIÁRIA DA CIDADE DE SÃO PAULO EM 2018*.
- RYERSON, Megan S.; KIM, Hyun. The Impact of Airline Mergers and Hub Reorganization on Aviation Fuel Consumption. *Journal of Cleaner Production*, v. 85, p. 395-407, 2013.
- REVI, A.; SATTERTHWAITTE, D.E.; ARAGÓN-DURAND, F.; CORFEE-MORLOT, J.; KIUNSI, R.B.R.; PELLING, M. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part a: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA - 535-612. 2014.
- SANTOS, Andrea Souza. *A IMPORTÂNCIA DO SETOR DE TRANSPORTE PARA O AUMENTO DE RESILIÊNCIA DAS CIDADES FRENTE À MUDANÇA CLIMÁTICA: UMA PROPOSTA DE PLANO DE AÇÃO PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO*. 2014. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciências)-Universidade Federal do Rio de

Janeiro, Programa de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Engenharia de Transportes.

SANTOS, A. S.; BALASSIANO, R., 2014: *Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas no setor de transportes*. Capítulo 5.3.3. 1. ed. Rio de Janeiro: COPPE/ UFRJ, 2014. v.2. 234-244p.

XAVIER, M.E.R.; KERR, A. S. A análise do efeito estufa em textos paradidáticos e periódicos jornalísticos. *Caderno Brasileiro de ensino de Física*, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 325-349, 2008.

Recebido em: 30/04/2020

Aceito para publicação em: 30/11/2020

