



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Engenharia

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo.

**O Caso do Impacto Ambiental (Gases de Efeito de Estufa e Ruído) em São
Tomé e Príncipe**

Versão Corrigida apos Defesa

Leroy Arias Boa Morte do Nascimento

Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Aeronáutica

(Ciclo de Estudos Integrado)

Orientador: Prof. Doutor Jorge Miguel dos Reis Silva

Covilhã, maio de 2019

Dedicatória

Em memória de:

Constantino Sousa do Nascimento, o meu eterno avô.

Agradecimentos

Este trabalho não teria sido possível sem o contributo do meu orientador Prof. Doutor Jorge Miguel dos Reis Silva e a Engenheira Maria Emilia Baltazar ao qual expresso o meu agradecimento.

O meu bem-haja aos Professores e Técnicos do Departamento Ciências Aeroespaciais pelo imprescindível papel na minha formação.

Agradeço à Universidade da Beira Interior, a academia que me acolheu como estudante e dirigente associativo da associação académica, e à Covilhã cidade que foi minha casa durante o percurso académico.

Este trabalho contou com apoio institucional das seguintes entidades às quais expresso o meu devido agradecimento: ao INAC - Instituto Nacional de Aviação Civil de STP, na qualidade do Presidente do INAC Sr. Dr. Eneias Santos, Diretor Técnico Sr. Dr. Leopoldo do Nascimento, Departamento de Transporte Aéreo Sr. Dr. Elves Reis e Departamento Manutenção e Operação Sr. Dr. Manuel Soares e o Staff do INAC; à STP Airways na qualidade do Presidente da STP Airways em São Tomé e Príncipe Sr. Dr. Felisberto Neto; à ENASA - Empresa Nacional de Aeroportos e Segurança Aérea, na qualidade de Sr. Dr. Januário Barreto, Sr. Dr. Heraclito Neves e a Sra. Dra. Nilsa Paquete; à ENARPORT- Empresa Nacional de Administração dos Portos, na qualidade de Sr. Dr. Olívio Menezes, Sr. Dr. Osvaldino Espírito Santo; ao INM - Instituto Nacional de Meteorologia de São Tomé e Príncipe, na qualidade do Sr. Eng. Adérito Santana; à Direção Geral de Turismo de São Tomé e Príncipe, na qualidade da Diretora Sra. Dra. Mirian Daio e à Sra. Dra. Nelsy Sousa; à Direção das Florestas e da Biodiversidade de São Tomé e Príncipe; ao Ministério de Ambiente; e ao Centro Cultural Português em São Tomé e Príncipe, na pessoa do Sr. Dr. Nelson Mota.

E em especial ao Abílio Bragança Neto por toda a atenção e amabilidade dispensadas, aos meus Tios Odete Carvalho e Horácio Batista pela hospitalidade e orientação e à Ângela Duarte minha companheira pelo apoio ao longo desta jornada e por último, não menos importante, quero dedicar este trabalho aos meus pais, irmãos, familiares e amigos pela motivação, força e coragem que me deram ao longo destes anos.

Resumo

O transporte aéreo é um sector de atividade com externalidades positivas e negativas, sendo a positiva, todas as receitas diretas e indiretas associadas ao transporte aéreo, e por outro lado a negativa, são os gases de efeito de estufa e de ruído, com custos de impactos na saúde pública, agricultura, biodiversidade entres outros recursos naturais, constituindo uma grande preocupação para as entidades internacionais que regulam este sector de atividade tendo em conta a influência deste efeito no nosso quotidiano. A ICAO vem implementando regulamentos na contenção dessas externalidades, como inovação tecnológica, na melhoria de consumo de combustível e eficiência energética, juntamente com as empresas fabricantes.

Este trabalho realça os resultados de aproximação de externalidades (Ruídos e GEE) associadas ao transporte aéreo em São Tomé e Príncipe no ciclo LTO padronizada pela ICAO na política de mitigação de poluentes dos motores das aeronaves, que têm como consequência a proliferação do Gás de efeito de Estufa que tem degradado o meio ambiente e a saúde pública. Este trabalho teve como base os dados estatísticos dos anos 2016 e 2017 do INAC, onde foram analisados os movimentos, rotas, tráfego e as frotas das aeronaves das operadoras que operam no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe de voo regular, por meio de análises dos motores das aeronaves através do certificado tipo de cada uma das aeronaves e pela base de dados de emissões de escapes da ICAO e da EASA de acordo com o processo operacional de redução de ruídos. No que diz respeito às taxas de ruídos, os valores diferem entre os aeroportos mundiais, muitas vezes dependem da localização e do fluxo do tráfego aéreo, e a política de cobrança das taxas de ruído nos aeroportos mundiais tem como objetivo que as companhias aéreas reajustem o tipo de rota e aeronaves a operarem e por outro lado a influência do mesmo no custo social e no bem estar dos residentes nos arredores dessas infraestruturas.

Os resultados confirmam as externalidades associadas ao transporte aéreo em São Tomé e Príncipe consoante as avaliações das operadoras em STP com estimativa de crescer na projeção futura com o aumento triplicado das frequências de voo atual, ou com o surgimento de novas rotas, com possível liberalização deste sector no mercado africano. A questão ambiental é uma questão de sustentabilidade para STP, atendendo que o País tem como fonte económica a agricultura, a pesca e o turismo.

Palavras-chaves:

- Transporte Aéreo;
- Externalidades do Transporte Aéreo (Positivos e Negativos);
- Impacte Ambiental (Ruído e GEE);
- Sustentabilidade.

Abstract

Air transport is a sector of activity with positive and negative externalities, with all the direct and indirect revenues associated with air transport being positive, and on the other, negative, are greenhouse gases and noise, with costs of impacts on public health, agriculture, biodiversity among other natural resources, being a major concern for the international entities that regulate this sector of activity taking into account the influence of this effect on our daily lives. ICAO has been implementing regulations to contain these externalities, such as technological innovation, improved fuel consumption and energy efficiency, together with manufacturing companies.

This paper highlights the results of the approximation of externalities (noise and GHG) associated with air transport in São Tomé and Príncipe in the LTO cycle standardized by ICAO in the policy of mitigating pollutants of aircraft engines, which has the consequence of the proliferation of the effect gas which has degraded the environment and public health. This work was based on the statistical data of the years 2016 and 2017 of the INAC, where the movements, routes, traffic and fleets of the aircraft of the operators operating in the international airport of São Tomé and Príncipe of regular flight were analysed, through analyses of aircraft engines through the type certificate of each aircraft and by the ICAO and EASA exhaust emissions database in accordance with the operational noise reduction process. As far as noise levels are concerned, the figures differ between world airports, often depending on the location and flow of air traffic, and the policy of charging noise at world airports is intended to allow airlines to readjust the type of route and aircraft to operate and on the other hand the influence of the same on the social cost and welfare of the residents in the surroundings of these infrastructures.

The results confirm the externalities associated with air transport in São Tomé and Príncipe according to the evaluations of the operators in STP with an estimate of growing in the future projection with the tripled increase of the current frequencies of flight or with the appearance of new routes, with the possible liberalization of this one sector in the African market. The environmental issue is a matter of sustainability for STP, given that the country has as economic source agriculture, fishing and tourism.

Keywords:

- Air Transport;
- Air Transport Externalities (Positive and Negative);
- Environmental Impact (Noise and GEE);
- Sustainability.

Índice

Dedicatória	i
Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xvii
Lista de Gráficos	xix
Lista de Imagens	xx
Acrónimos e Abreviaturas	xxiii
Capítulo 1: Introdução	xi
1.1 Introdução	1
1.2 Motivação	2
1.3 Objeto e Objetivo	3
1.4 Metodologia	4
1.5 Estrutura da Dissertação	6
Capítulo 2: Estado da Arte	9
2.1 Introdução	11
2.2 Importância do Transporte Aéreo	12
2.3 Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo	17
2.3.1 Externalidades Positivas	17
2.3.2 Externalidades Negativas	18
2.3.2.1 Introdução	18
2.3.2.2 Gases de Efeito de Estufa	21
2.3.2.3 Ruído	32
2.4 Legislações Aplicável ao Controlo de GEE e de Ruído	40
2.4.1 ICAO	40
2.4.2 América Latina e Caribe	42
2.4.3 Europa	43
2.4.4 Médio Oriente	45
2.4.5 África	45
2.5 Conclusão	46
Capítulo 3: Caso de Estudo	49
3.1 Introdução	51
3.2 São Tomé e Príncipe	53

3.2.1 Caracterização Social e Económica	53
3.3 Sistema de Transporte.....	55
3.3.1 Introdução	55
3.3.2 Transporte Aéreo	57
3.3.2.1 Infraestruturas Aeroportuárias.....	57
3.3.2.2 Indicadores de Movimento, Carga e Correio.....	61
3.3.2.3 Campanhas Aéreas a Operar em STP	64
3.3.2.3.1 Características Técnicas das Aeronaves.....	64
3.3.2.3.2 Frequências de Movimentos	65
3.4 Externalidades Negativas do Transporte Aéreo	65
3.4.1 Introdução	65
3.4.2 Gases do Efeito Estufa	66
3.4.3 Ruído	78
3.5 Conclusão.....	79
Capítulo 4: Análise de Resultados.....	83
4.1 Introdução.....	85
4.2 Análise de Resultados	85
4.2.1 Análise Emissões GEE	85
4.2.2 Análise de Consumo de Combustível	86
4.2.3 Análise de Ruídos das Aeronaves.....	88
4.3 Impactos dos GEE e Ruído.....	89
4.4 Medidas de Controlo dos Impactos	94
4.5 Conclusão.....	94
Capítulo 5: Conclusão	99
5.1 Síntese da Dissertação	101
5.2 Considerações Finais.....	103
5.3 Perspetivas de Investigação Futuras	105
Referências.....	109
Anexos	117
Anexo 1: Cartas de Rotas e Aproximação do Aeroporto de STP.....	117
Anexo 2: Certificado Tipo das Aeronaves	122
Anexo 3: ICAO-Emissões de Escape do Motor	124
Anexo 4: EASA-Folhas de Dados para Ruído.....	125

Lista de Figuras

Figura 1: Tráfego Anual Mundial (EU, 2017)	11
Figura 2: Taxa de Crescimento Tráfego Aéreo por Regiões do Globo (EU, 2017)	12
Figura 3: Projeções de Crescimento do Tráfego Aéreo por Região do Globo (EU, 2017).....	12
Figura 4: Avaliação do IPCC sobre GEE (ICAO, 2010, p. 2).	18
Figura 5: Emissões de Aeronaves e seus Impactos (ICAO, 2007).....	19
Figura 6: Externalidades do Transporte Aéreo (Schipper, Rietveld, & Nijkamp, 2001).	20
Figura 7: Fase dos Ciclos LTO (Lam Lo, Martini, Porta, & Scotti, 2018).	22
Figura 8: Emissões de Carbono no Ciclo LTO (Lam Lo, Martini, Porta, & Scotti, 2018).	22
Figura 9: Processo Descolagem no Ciclo LTO (Gamboa, 2008)	23
Figura 10: Processo Aterragem no Ciclo LTO (Gamboa, 2008).....	24
Figura 11: Ciclo LTO (ICAO Doc 9889)	24
Figura 12: Exposição de Ruído, Efeitos Epidemiológicos (PETER LERCHER, 2003)	35
Figura 13: Curvas de Risco de Ruídos, Percentagem Estimada de Pessoas Afetadas (PETER LERCHER, 2003)	36
Figura 14: Gravidade dos Efeitos do Ruído na Saúde (WHO, 2011)	36
Figura 15: Conceito Tecnológico de Redução de Ruído (JAXA, 2015).	41
Figura 16: Índice de Exportação do Ano 2016 (OCE & PRINCIPE, 2016).	55
Figura 17: Aeroporto Internacional de São Tomé e Príncipe (Google Maps, 2019).....	59
Figura 18: Aeroporto Doméstico de São Tomé e Príncipe (Google Maps, 2019)	60
Figura 19: população ao Redor do Aeroporto	89
Figura 20: Influência de GEE e Ruído por Zona Habitacional	91
Figura 21: Zonas de Propagação de GEE e Ruído.....	92

Lista de Tabelas

Tabela 1: Metodologia do Estudo.	5
Tabela 2 : Os 20 Maiores Aeroportos Mundiais (ACI, 2018).	16
Tabela 3: Valores Padrão do Ciclo LTO (ICAO Doc-9889).	24
Tabela 4: Combustível no Ciclo LTO (Rypdal, Kristin; Kilde, Niels; Seide, Steve; Treanton., Karen, 2010).	25
Tabela 5: Restrições de Ruído por Zona em Torno dos Aeroportos (EPA Network, 2015).	37
Tabela 6: Vulnerabilidade Face Alteração Climática em STP (NDC , 2017).	52
Tabela 7: Característica de Aeroporto de São Tomé e Príncipe (Pena, 2016).	59
Tabela 8: Características Operacionais (Pena, 2016).	59
Tabela 9: Aeronaves e Motores a ser analisados.	64
Tabela 10: Tabela: Operadores Aéreos em STP.	65
Tabela 11: Valores Aproximados das Distâncias e Tempos da Descolagem no Ciclo LTO.	66
Tabela 12: Valores aproximados de distâncias e tempos da descolagem no ciclo LTO.	66
Tabela 13: Nível de Ruído em dB (FAA, 2012).	78
Tabela 14: Estimativa de taxas de descolagem e aterragem no ciclo LTO (em €).	79
Tabela 15: Correlação do Efeito de Ruído por Zona Habitacional	91
Tabela 16: Conclusão da correlação do Efeito de Ruído por Zona Habitacional	91
Tabela 17: Correlação do Efeito GEE na Zona Habitacional	92
Tabela 18: Conclusão da correlação do Efeito GEE na Zona Habitacional.....	92

Lista de Gráficos

Gráfico: 1 Repartição de Emissões de GEE (FAA , 2015, p. 9).	13
Gráfico: 2 Principais Mercados do Transporte Aéreo (IATA, 2017, p. 3).	14
Gráfico: 3 Movimentos de Passageiros Globais (IATA, 2017, p. 3).	15
Gráfico: 4 Redução da Exposição ao Ruído com Crescimento do Tráfego Aéreo (ECAC. CEAC, 2016 , p. 36).	42
Gráfico: 5: Mecanismo de Monitorização de GEE na Europa (EEA, 2018).	44
Gráfico: 6 Percentagem de Emissões de GEE em Transporte na Europa (EEA, 2018).	44
Gráfico: 7 Análise de Eventos em Aeroporto Internacional de STP (Pena, 2016, p. 43)	60
Gráfico: 8 Evolução de Passageiros (INAC, 2018).	61
Gráfico: 9 Evolução de Movimentos (INAC, 2018).	62
Gráfico: 10 Evolução de Cargas (kg) (INAC, 2018).	62
Gráfico: 11 Evolução de Correios (INAC, 2018).	63
Gráfico: 12 Movimento por Companhia Aérea (INAC, 2018).	63
Gráfico: 13 Movimento de Passageiros Domestico e Internacional 2017 (INAC, 2018).	64
Gráfico: 14 Análise de Emissões CO ₂ no Ciclo LTO/kg.	67
Gráfico: 15 Análise de Emissões CH ₄ no Ciclo LTO/kg.	67
Gráfico: 16 Análise de Emissões N ₂ O no Ciclo LTO/kg.	68
Gráfico: 17 Análise de Emissões NO _x no Ciclo LTO/kg.	68
Gráfico: 18 Análise de Emissões CO no Ciclo LTO/kg.	69
Gráfico: 19 Análise de Emissões NMVOCs no Ciclo LTO/kg.	69
Gráfico: 20 Análise de Emissões SO ₂ no Ciclo LTO/kg.	70
Gráfico: 21 Análise de Consumo de Combustível Durante o Ciclo LTO/kg	70
Gráfico: 22 Análise Geral das Emissões Durante o Ciclo LTO/kg	71
Gráfico: 23 Análise das Emissões de HC no Ciclo LTO/kg.	72
Gráfico: 24 Análise das Emissões de CO no Ciclo LTO/kg.	72
Gráfico: 25 Análise das Emissões de NO _x no ciclo LTO/kg	73
Gráfico: 26 Análise de Consumo de Combustível no LTO (kg/s).	73
Gráfico: 27 Análise de Consumo de Combustível das Aeronaves no Ciclo LTO (kg/s).	74
Gráfico: 28 Projeções de Emissões CO ₂ /kg.	74
Gráfico: 29 Projeções de Emissões de CH ₄ /kg	75
Gráfico: 30 Projeções de Emissões N ₂ O/kg	75
Gráfico: 31 Projeções de Emissões NO _x /kg	76
Gráfico: 32 Projeções de Emissões de CO/kg	76
Gráfico: 33 Projeções Emissões de NMVOCs/kg	77
Gráfico: 34 Projeções de Emissões SO ₂ /kg	77
Gráfico: 35 Projeções de Consumos de Combustível/kg	78
Gráfico: 36 Emissões de GEE Semanal no Ciclo LTO/kg.	85
Gráfico: 37 Emissões de GEE Anual no Processo LTO/kg	85

Gráfico: 38 Emissões de GEE Projeção Triplicada Frequência Atual no Ciclo LTO/kg	86
Gráfico: 39 Consumo de Combustível Semanal no Ciclo LTO/kg.	86
Gráfico: 40 Consumo de Combustível Anual no Ciclo LTO/kg.	87
Gráfico: 41 Consumo de Combustível Anual na Frequência Atual Triplicada no LTO/kg	87
Gráfico: 42 Ruídos das Aeronaves na Descolagem no Ciclo LTO/dB.	88
Gráfico: 43 Ruído das Aeronaves na Aterragem no Ciclo LTO/dB.	88

Lista de Imagens

Imagem 1: Biodiversidade em STP(DGT,2018)	51
---	----

Acrónimos e Abreviaturas

ACI	Airports Council International
ASDA	Accelerate Stop Distance Available
ATAG	Air Transport Action Group
ATB	Air Transport Bureau
ATC	Air Traffic Control
ATK	Available Tonne Kilometres
ATM	Air Traffic Management
BISTP	Banco Internacional de São Tomé e Príncipe
CAEP	Committee on Aviation Environmental Protection
CH4	Metano
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ eq	Dióxido de Carbono Equivalente
dB	Decibel
DF	Direção das Florestas
DTH	Direção do Turismo e Hotelaria
DTT	Direção de Transporte Terrestre
ECAC	European Civil Aviation Conference
EMAE	Empresa de Água e Eletricidade
ENASA	Empresa Nacional de Aeroportos e Segurança Aérea
FAA	Federal Aviation Administration
FAO	Fundo das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
GBP	Guia de Boas Práticas
GEE	Gaz com Efeito de Estufa
HC	Hidrocarbonetos
H ₂ O	Água
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
INAC	Instituto Nacional de Aviação Civil
INE	Instituto Nacional de Estatística
INM	Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC	Intergovernmental Panel for Climate Change
LDA	Landing Distance Available
LED	Light Emitting Diode
Length	Comprimento
Leq	Equivalent Continuous Noise Level

LFC	Lâmpadas Fluorescentes Compactas
LTO	Landing and take-off cycle
LULUCF	Uso da Terra, Mudanças de Uso de Terras e Florestas
MA	Ministério de Ambiente
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NO _x	Óxidos de Azoto
NO ₂	Dióxido de Azoto
N ₂ O	Óxido Nitroso
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
RTK	Revenue Tonnes-Kilometers
SAATM	Single African Air Transport Market
SESAR	Single European Sky ATM Research
SES	Single European Sky
SCN	Segunda Comunicação Nacional
STP	São Tomé e Príncipe
TCN	Terceira Comunicação Nacional
TODA	Takeoff Distance Available
TORA	Take Off Run Available
UE	European Union
UICN	The International Union for Conservation of Nature
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica
USD/ US\$	Dólar dos Estados Unidos
Width	Largura
WHO	World Health Organization
WLF	Weight Load Factor

Capítulo 1: Introdução

1 1 Introdução

São Tomé e Príncipe enquanto um País Insular, o transporte aéreo é um vetor importante no desenvolvimento, sendo o único meio de ligação com outros países.

As externalidades nas indústrias aeronáuticas, são consequências do transporte aéreo devido a agentes poluidores do ar e da poluição sonora, tomando eles identidades positivas e negativas com custos associados. Hoje em dia, a preocupação em salvaguardar o meio ambiente e de proteger o planeta Terra é urgente, pois, podemos observar diversas catástrofes naturais que têm exponencialmente sucedido em diversas partes do mundo devido às alterações climáticas, no que diz respeito ao tratamento de águas, armazenamento de energias e transportes. Nós retiramos da Terra os recursos naturais para assegurar o nosso estilo de vida (bens alimentares, bens e equipamentos vários e infraestruturas), no entanto, uma grande parte desses recursos são desperdiçados e transformados em resíduos. É um facto que todos esses desperdícios provocam efeitos negativos sobre a natureza (efeitos esses que não são apenas locais e regionais, mas também mundiais), onde se constata a poluição das águas de diversos rios através de resíduos, como podemos observar os diversos detritos plásticos dando à costa em diversos países, traduzindo-se em poluição à escala mundial (Nascimento, 2010). Para os Estados insulares, as mudanças climáticas e os seus efeitos associados são a principal preocupação, partilhando limitação de capacidade de adaptação à variabilidade climática atual e mudanças climáticas futuras, tendo em conta a vulnerabilidade na variabilidade climática na sua projeção do aumento da erosão costeira, mais solos salinos, a mudança das áreas de pesca, mais secas e escassez de água, mudanças na precipitação causando alteração na vegetação, eventos extremos de alta temperatura, inundações e secas, risco de tufões e furações, causas de resultados adversos para a saúde pelas doenças assim transmitidas (Ebi, Lewis, & Corvalan, 2006).

Tendo em conta a segurança alimentar e o meio ambiente deve levar-se em consideração, alimentos, água, energia, e clima, e também a produção, distribuição e consumo de alimentos, sendo que a falta desses recursos influenciará o estilo de vida alimentar de cada País. Ao minimizar os impactos ambientais e aumentando a eficiência dos recursos naturais, exigirá o aumento da produtividade agrícola, em particular nos países em desenvolvimento, onde a agricultura representa uma grande parcela do produto interno bruto (PIB) e onde ainda existem grandes lacunas de produtividade (UN, 2013, p. 12).

Perspetiva-se que o crescimento do tráfego aéreo trará crescimento económico, e ganhos de produtividade das companhias aéreas. Embora as aeronaves produzidas hoje sejam 75% mais silenciosas do que aquelas fabricadas há 50 anos, o ruído das aeronaves continua a ser a causa mais significativa de reações adversas na comunidade para a operação e a expansão dos aeroportos em todo o mundo (ICAO, 2010, p. 34).

Em contrapartida, as compensações de mercado de carbono são uma componente fundamental das políticas globais, regionais e nacionais de redução de emissões, sendo um mecanismo eficaz para sustentar ações contra as mudanças climáticas. A compensação é mais eficaz do que um imposto, uma vez que o imposto sobre o carbono exige apenas que as empresas paguem pelas suas emissões, sem qualquer garantia de que o pagamento leve à redução de emissões. O sucesso de uma medida de redução de CO₂ não deve ser avaliado com base no custo de conformidade para os operadores, mas com base na mitigação de CO₂ (IATA, 2018).

Relativamente ao impacto da alteração climática no transporte aéreo, em 2009 a aviação foi a primeira indústria de transportes a estabelecer metas climáticas globais: uma meta de eficiência a curto prazo, uma meta a médio prazo para limitar as emissões líquidas de CO₂ através do crescimento neutro de carbono, e uma meta a longo prazo para reduzir pela metade as emissões líquidas de CO₂. Em relação a um segundo objetivo, um esquema de compensação global, ele poderia ter um papel fundamental a desempenhar. Estas metas foram definidas como parte dos esforços do setor para responder ao desafio global da mudança climática, atendendo que a operação eficiente do sistema de aviação internacional depende de padrões e sistemas acordados globalmente (ATAG, 2016, p. 1).

No âmbito da política do transporte aéreo no mercado Africano, a expansão dos serviços aéreos na África e a promoção de um comércio externo mais diversificado e do turismo oferece uma oportunidade para pôr em marcha um ciclo virtuoso de crescimento económico e desenvolvimento sustentável (ATAG, 2003, p. 8), e por outro lado:

- melhorar a eficiência do transporte aéreo e o desempenho ambiental;
- desenvolver infraestruturas e estabelecer pontes com outros meios de transporte;
- potenciar parcerias com comunidades e outros grupos de interesse para promover as exportações e o turismo.

1.2 Motivação

A indústria da aviação acordou em 2008 o primeiro conjunto mundial de metas específicas para mudanças climáticas. A indústria já está a chegar ao primeiro objetivo, melhorar a eficiência de combustível da frota em 1,5% ao ano até 2020. A partir de 2020, a aviação estabilizará as suas emissões líquidas de CO₂ enquanto continua a crescer para atender às necessidades dos passageiros e das economias. Em 2050, a indústria pretende reduzir sua pegada líquida de CO₂ para 50% abaixo do que era em 2005 (IATA, 2011).

O Continente Africano é um continente vulnerável aos impactos adversos da mudança climática, trazendo desequilíbrio económico uma vez que tem como fonte económica o sector agrícola, logo com as constantes secas e inundações tem havido escassez de alimentos e também a

proliferação de doenças tropicais. Por outro lado, tendo em conta que para a mitigação desse impacto se requer o uso de altas tecnologias, os países com fracos recursos económicos são os mais vulneráveis.

São Tomé e Príncipe possui uma flora e fauna bastante rica e ocupa um lugar de destaque ao nível da sub-região, no que concerne ao número de espécies de fauna e flora endémicas. Contudo, nos últimos anos a vulnerabilidade às mudanças climáticas têm provocado: a diminuição das chuvas e a conseqüente diminuição dos caudais dos rios, a erosão costeira e inundações, e a perda da biodiversidade; a poluição dos rios, ribeiras e nascentes por produtos químicos; o aumento da erosão costeira; a expansão desordenada das áreas urbanas; a desflorestação e degradação florestal; e a utilização de áreas com potencial agrícola para outros fins.

Como Santomense esta realidade afeta-me, logo esta dissertação analisa a realidade de STP, no que diz respeito à externalidade ambiental (GEE e Ruído) associada ao transporte aéreo, pois esses mesmo impactos têm conseqüências na economia e no bem-estar social e habitacional da população.

1.3 Objeto e Objetivo

Este trabalho tem como objeto analisar as externalidades associadas a transporte aéreo em São Tomé e Príncipe, de acordo com operadoras aéreas a operarem nos seus aeroportos, tipos de frota de aeronaves, a frequência de voo, a fim de quantificar as externalidades negativas (GEE e Ruído).

O objetivo principal é pois avaliar externalidades (GEE e Ruído) associadas ao transporte aéreo no ciclo LTO no contexto das características das infraestruturas aeroportuárias em STP, tanto no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe localizada na ilha de São Tomé como no aeroporto doméstico na ilha do Príncipe, e assim abrir o caminho quer para a realização de mapas de ruído para ambos, como criar corredores de voo na fase de aproximação atendendo que uma das cabeceiras da pista é paralela ao Hospital Central de São Tomé e Príncipe que se encontra aproximadamente 1 km do aeroporto.

Para a realização deste trabalho contei com dados estatísticos de voo relativamente ao ano 2016 e 2017 disponibilizado pelo INAC - Instituto Nacional de Aviação Civil e ENASA, e Empresa Nacional de Aeroportos e Segurança Aérea.

1.4 Metodologia

Para atingir os objetivos que proponho, vou analisar as infraestruturas aeroportuárias, as companhias aéreas que operam em STP, as características técnicas dessas aeronaves, as frequências de voo. Com isto vou quantificar (na medida do possível) as emissões de GEE e o Ruído e perceber também o impacto de GEE e do Ruído em STP.

A metodologia utilizada na realização desta dissertação como se pode verificar na Tabela 1, está dividida em 4 partes:

1ª Parte: Caracterização de Transporte Aéreo e as Externalidades Associadas

A primeira parte pode ser considerada como uma revisão do Estado da Arte onde é retratada uma abordagem generalizada ao transporte aéreo internacional.

2ª Parte: Caracterização das Infraestruturas Aeroportuárias e Transporte Aéreo em STP

De modo a compreender as características do transporte aéreo e as suas infraestruturas em São Tomé e Príncipe, a segunda parte retrata o estudo de caso, salienta todas as informações recolhidas sobre as características dos aeroportos.

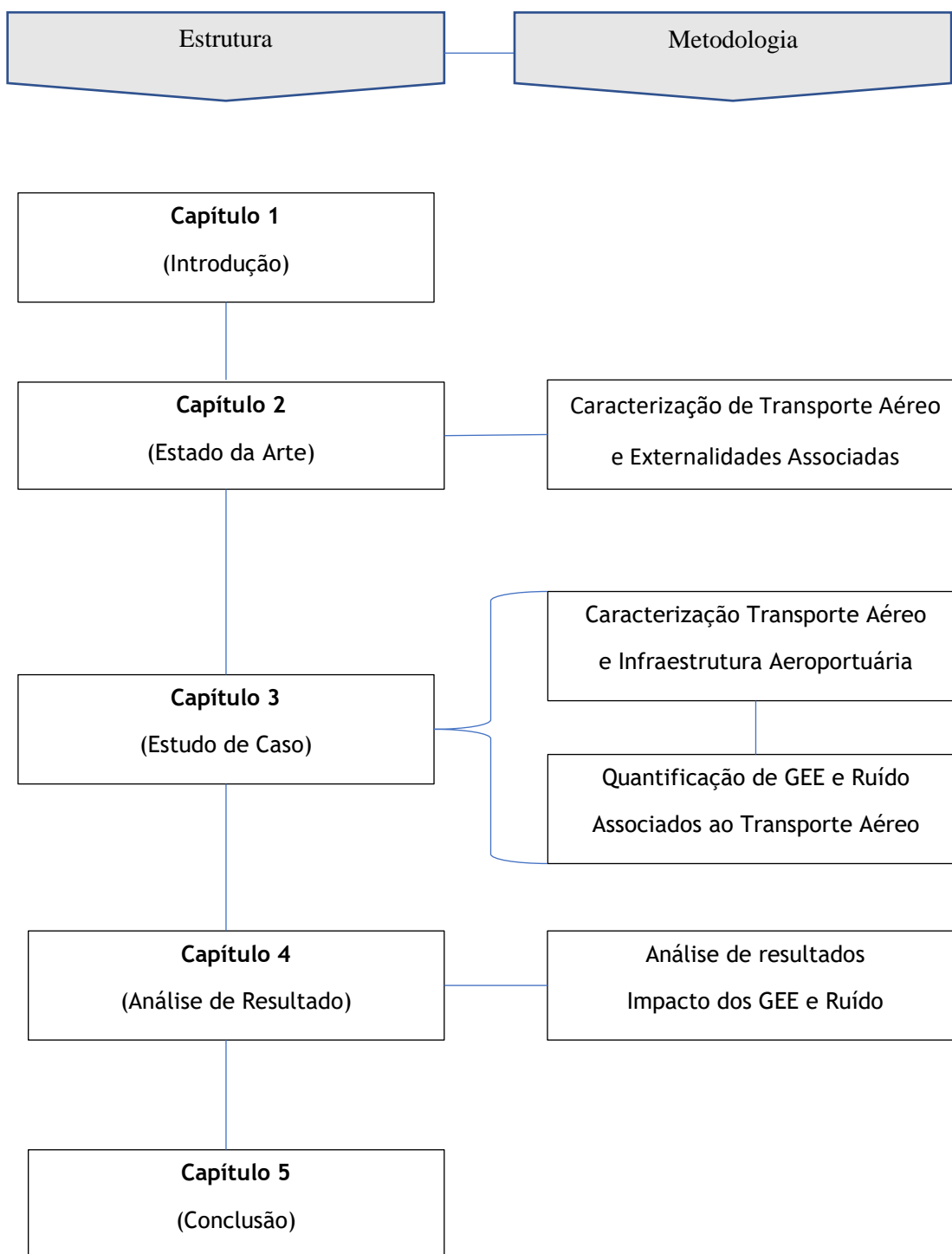
3ª Parte: Análise de Resultados

É realizada a análise crítica dos resultados obtidos relativamente a externalidades negativas associadas ao transporte aéreo em São Tomé e Príncipe, na perspetiva do panorama atual e nas projeções futuras desses impactos.

4ª Parte: Conclusão

Refere-se à conclusão do trabalho, no contexto dos objetivos alcançados, e uma análise de futuras investigação no âmbito das externalidades associadas ao transporte aéreo em STP.

Tabela 1: Metodologia do Estudo.



1.5 Estrutura da Dissertação

O desenvolvimento desta dissertação começou com a revisão bibliográfica sobre as externalidades associadas ao transporte aéreo e o seu impacto ambiental. Atendendo ao crescimento exponencial deste meio de transporte ao nível global, foi realizada uma pesquisa exaustiva sobre as legislações, os avanços alcançados e as preocupações atuais, de modo a compreender este dilema. A presente dissertação encontra-se organizada em 5 capítulos.

O Capítulo 1, apresenta a introdução do tema, o objeto e os objetivos deste estudo, as palavras-chave de pesquisa, seguidos da indicação da metodologia para alcançar os principais objetivos; também são explicadas as motivações que tiveram na base deste trabalho.

No capítulo 2, estado da arte, representa uma visão histórica do transporte aéreo de uma forma genérica, aonde se realçam a importância do transporte aéreo, as externalidades associadas ao transporte aéreo, e as legislações aplicáveis ao controlo de GEE e do Ruído.

No Capítulo 3, é feito um estudo de caso, onde é elaborada a caracterização socio económica, sistemas de transporte, e quantificação de externalidades negativas associadas ao transporte aéreo em São Tomé e Príncipe.

No capítulo 4 serão realizadas as análises aos resultados.

No capítulo 5 serão enunciadas as conclusões, as considerações finais, e as perspetivas de investigações futuras.

Capítulo 2: Estado da Arte

2.1 Introdução

Este capítulo representa o estado da arte retratando a importância do transporte aéreo, as externalidades associadas ao transporte aéreo, a legislação aplicável ao controlo de GEE e de Ruído. O transporte aéreo tem impactos positivos e negativos, esses efeitos positivos são muitos importantes, ajudam a promover economia, facilitação de circulação de bens e serviços e a globalização, por outro lado os efeitos negativos são diversos, derivado da liberalização dos mercados que traz consigo diversas vulnerabilidades.

O número de passageiros transportados em todo o mundo cresceu 6,3%, para um recorde de 3,7 mil milhões em 2016 (EU, 2017), como podemos constatar na Figura 1:, continuando a tendência de recuperação desde a crise financeira global. Este crescimento foi impulsionado também por um crescimento de 3,1% nas economias globais e nas reduções nas tarifas aéreas ajudadas pelos preços dos combustíveis, em média 43% menor em 2015 do que no ano anterior.

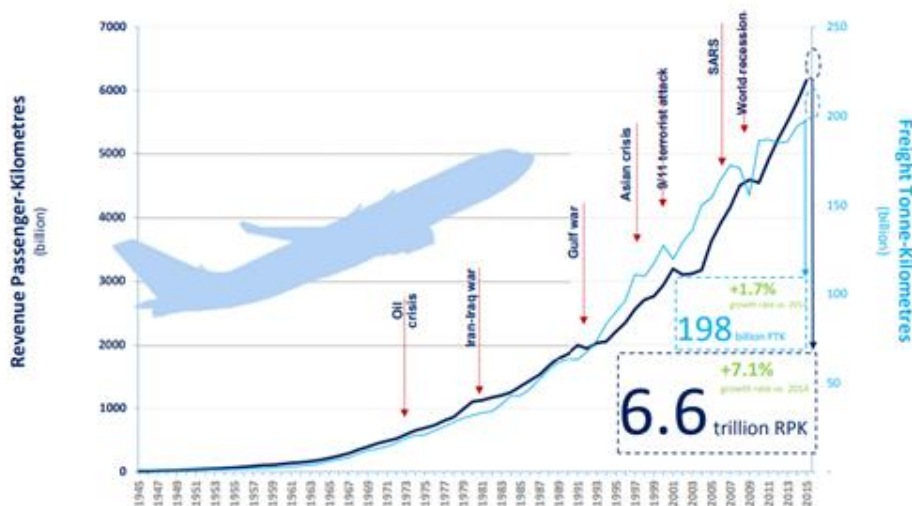


Figura 1: Tráfego Anual Mundial (EU, 2017).

Em contrapartida, como realçado na Figura 2:, no que diz respeito à chegada e partida de passageiros movimentados nos aeroportos do mundo, o tráfego atingiu 7 mil milhões de passageiros em 2015, um aumento de 6,4% em relação ao ano anterior. Esta foi uma taxa de crescimento maior do que os 5,5% observados em 2014. O crescimento acelerou nas regiões da América do Norte e Ásia-Pacífico, compensando um crescimento ligeiramente mais lento em outras regiões. O Médio Oriente continuou a ser a região com o crescimento mais rápido do mundo, com cerca de 9,6%, impulsionado pelo crescimento contínuo dos aeroportos e mega hub das áreas do Golfo, enquanto o crescimento mais lento foi observado em África com 0,6% em 2015, mais lento do que em 2014 devido à instabilidade e ameaças terroristas no norte da África e uma desaceleração nas economias impulsionadas por mercados (EU, 2017).

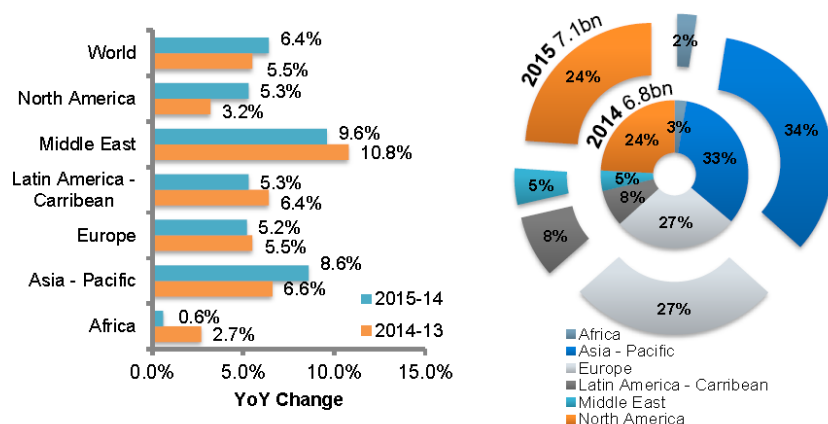


Figura 2: Taxa de Crescimento Tráfego Aéreo por Regiões do Globo (EU, 2017).

Por outro lado, houve um crescimento mais rápido nos serviços aéreos diretos do que nos voos de ligação, os passageiros diretos cresceram a uma taxa de + 6,0% entre 2010 e 2015, enquanto os passageiros com ligações cresceram a uma taxa de + 4,0% no mesmo período. Esta tendência reflete o aumento do uso de aeronaves de última geração, como os tipos Boeing 787 e Airbus 350 como podemos observar na Figura 3: (EU, 2017).

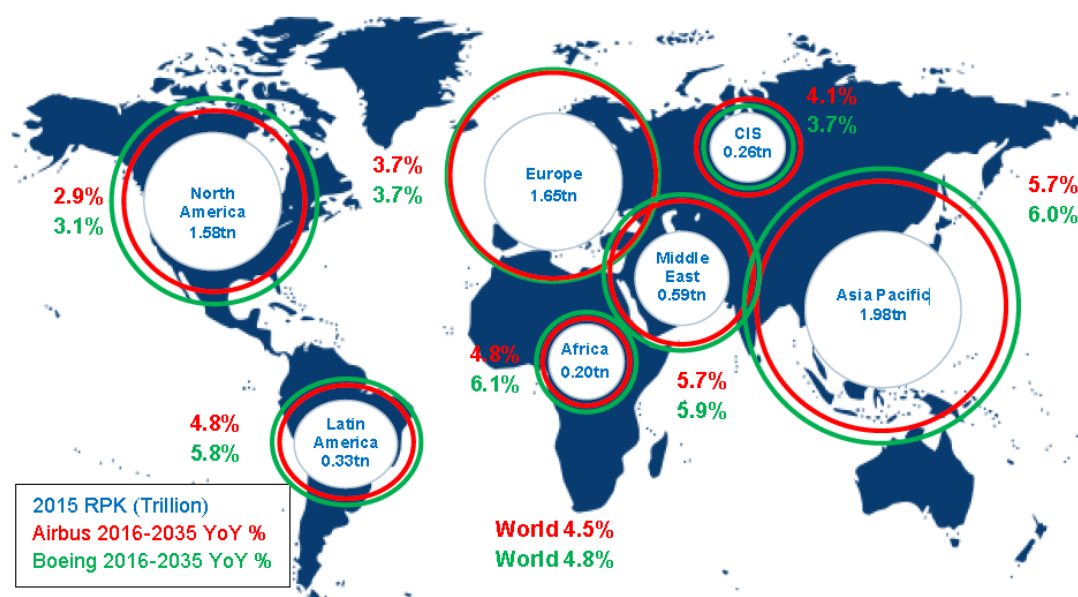


Figura 3: Projeções de Crescimento do Tráfego Aéreo por Região do Globo (EU, 2017).

2.2 Importância do Transporte Aéreo

Tendo em conta a dinâmica do mundo em que vivemos, hoje em dia o transporte aéreo é multifuncional, tendo vários propósitos, com diversas finalidades (passageiro, carga, passageiro-carga); a aviação civil pode ainda ser utilizada para fins especiais, ou para diferentes tipos de tarefas com impactes económicos e de produção (agricultura, uso meteorológico,

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

operação de fotografia aérea, vigilância sobre tubulação de gás e condutas de óleo, vigilância da floresta, tráfego rodoviário, exploração geológica, reconhecimento de comunicações), bem como a aviação militar; transporte aéreo-espacial; aviação desportiva; etc. (Zheleznaia, 2014).

Um dos objetivos do operador de transporte é estabelecer um padrão de procura para os seus serviços. Em simultâneo ele tem de adequar os preços que pratica à percepção que os clientes fazem do mercado e conseqüente procura que geram, estabelecendo uma política de preços e uma estratégia de desenvolvimento da operação de transporte que otimize a utilização da própria frota. Esta forma de procedimento aplica-se, em regra, a todas as empresas que asseguram o transporte de passageiros e de carga por via terrestre, marítima ou aérea (Silva, 2011).

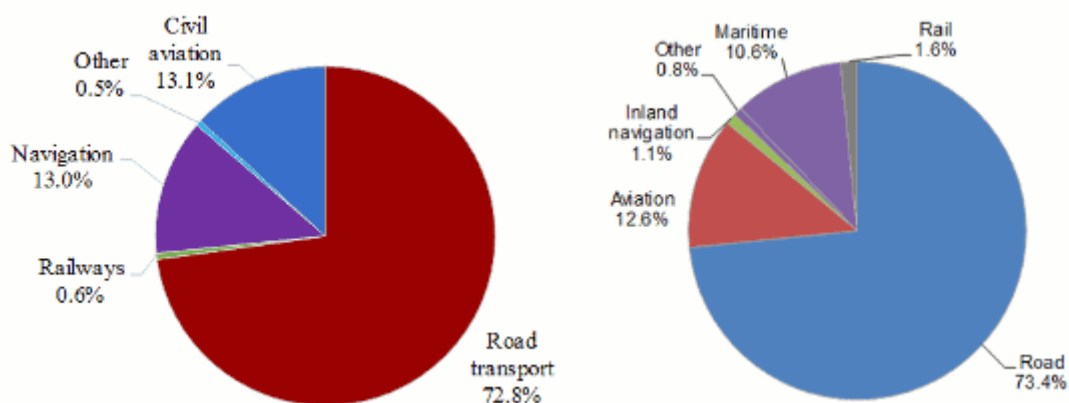


Gráfico: 1 Repartição de Emissões de GEE (FAA , 2015, p. 9).

A aviação destaca-se entre os meios de transporte, no entanto, que procurou melhorar a eficiência de combustível ao longo da última década, conforme mostrado no Gráfico 1 (FAA , 2015, p. 9).

Este sector de atividade não funciona sem a infraestrutura aeroportuária, logo, o desenvolvimento dos aeroportos seguiu a necessidade de alguns operadores oferecerem serviços de transporte entre dois pontos. Isso começou com um campo de avião muito simples, com hangares para preparar apenas as formalidades para o voo. A maioria desses campos não tinha uma pista propriamente dita, mas tinham espaço aberto onde as aeronaves pudessem aterrar qualquer que fosse a direção de vento no aeródromo, (V.Gollnick & and, 2016, pp. 17-18). O transporte aéreo proporciona benefícios sociais significativos (ATAG, 2016):

- O transporte aéreo melhora a qualidade de vida ao ampliar o lazer e a cultura. Ele oferece uma ampla variedade de destinos de férias em todo o mundo e um meio acessível para visitar amigos e parentes distantes;
- O transporte aéreo ajuda a melhorar os padrões de vida e a reduzir a pobreza;

- O transporte aéreo pode ser o único meio de transporte em áreas remotas, promovendo a inclusão social;
- O transporte aéreo contribui para o desenvolvimento sustentável. Ao facilitar o turismo e gerar crescimento económico, gera também empregos, aumenta as receitas com impostos e promove a conservação de áreas protegidas;
- A rede de transporte aéreo facilita a entrega de socorro emergência e humanitário em qualquer lugar da Terra e garante a entrega rápida de suplementos médicos e órgãos para transplante.

O Transporte Aéreo é o sector de atividade estrategicamente importante que dá um contributo vital para a economia e o emprego em geral; a aviação cria cerca de 5 milhões de empregos e contribui com 300 mil milhões de euros, ou 2,1% para o PIB europeu (UE, 2018).

Atendendo ao crescimento exponencial deste sector, no que diz respeito a **Mudanças no Desenvolvimento do Mercado**, haverá um aumento de passageiros em 2036 que irão viajar, ou seja, 7,8 mil milhões, com os indicadores apontando uma procura crescente para a conectividade global (IATA, 2017, p. 2) como se pode verificar pelas projeções de 2016 a 2036 em relação ao mercado do transporte aéreo Gráfico 2.

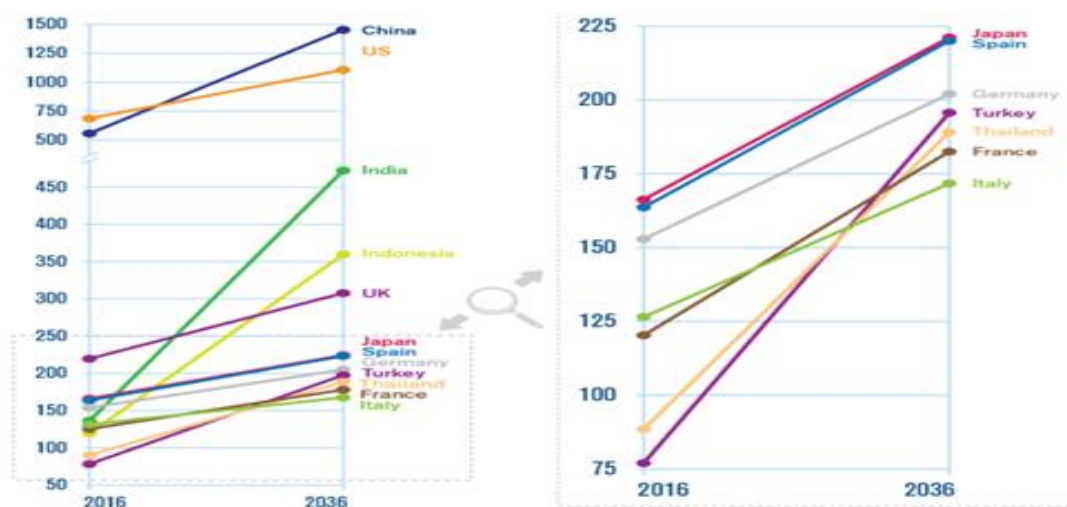


Gráfico: 2 Principais Mercados do Transporte Aéreo (IATA, 2017, p. 3).

No plano de **Riscos, Oportunidades e Sustentabilidade**, no Gráfico 3, a maximização dos possíveis benefícios do crescimento da aviação vai depender da manutenção dos níveis atuais de liberalização do comércio tendo um crescimento anual que poderá alcançar dois pontos percentuais, chegando mesmo a triplicar o número de passageiros durante os próximos 20 anos (IATA, 2017, p. 2).

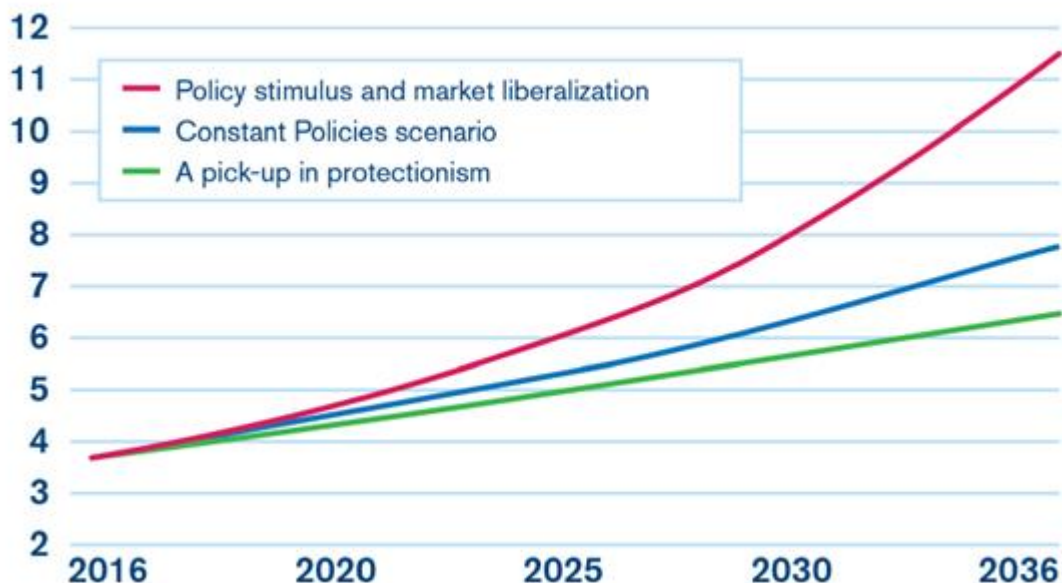


Gráfico: 3 Movimentos de Passageiros Globais (IATA, 2017, p. 3).

Pensa-se que o crescimento deste sector de atividade vai exigir que as parcerias sejam fortalecidas entre a indústria da aviação, as comunidades e os governos, a fim de ampliar e modernizar as infraestruturas de apoio. As pistas, os terminais e o acesso terrestre aos aeroportos irão experimentar pressões crescentes, tendo que procurar soluções inovadoras para esses desafios, bem como para os processos de organização das bagagens e a segurança, a manipulação de cargas, e outras atividades igualmente necessárias (IATA, 2017, p. 3).

A indústria da aviação adotou uma estratégia robusta para reduzir os seus impactos ambientais, particularmente as suas emissões de carbono para alcançar o crescimento neutro de carbono a partir de 2020 e cortar as emissões de CO₂ pela metade até 2050 (IATA, 2016, p. 1).

De certo que, os **Mercados que crescem aceleradamente**, estão a alcançar uma taxa de crescimento por mais de 7,2% por ano, significando que esses mercados irão dobrar em tamanho a cada década. A maioria desses mercados está na África, incluindo: Serra Leoa, Benim, Mali, Ruanda, Togo, Uganda, Zâmbia, Senegal, Etiópia, Costa do Marfim, Tanzânia, Maláui, Chade, Gambia e Moçambique, (IATA, 2017, p. 4); entretanto, tendo em conta o **Crescimento Regional**:

- As rotas da **Ásia-Pacífico** terão mais 2,1 mil milhões de passageiros anuais até 2036, para um mercado geral de 3,5 mil milhões. A taxa de crescimento anual média de 4,6% será a terceira maior, atrás da África e do Oriente Médio.
- A região **Norte Americana** irá crescer 2,3% por ano e, em 2036, vai transportar um total de 1,2 mil milhões de passageiros, ou seja, 452 milhões de passageiros adicionais por ano.

- A **Europa** também irá crescer 2,3%, e vai acrescentar mais 550 milhões de passageiros por ano. O mercado total será de 1,5 mil milhões de passageiros.
- Os mercados **Latino-americanos** irão crescer 4,2%, atingindo um total de 757 milhões de passageiros, ou seja, 421 milhões de passageiros adicionais, por ano, comparado com os dias de hoje.
- O **Médio Oriente** irá crescer fortemente (5,0%) e vai processar 322 milhões de passageiros adicionais por ano em rotas dentro da região, atingindo um máximo de 517 milhões de passageiros até 2036.
- A **África** irá crescer 5,9%. Até 2036, vai transportar 274 milhões de passageiros adicionais para um mercado total de 400 milhões de passageiros.

A procura continuou com um forte crescimento anual nos principais aeroportos do mundo, como se pode verificar Tabela 2, tanto em número de passageiros quanto em carga aérea. O tráfego de passageiros nos 20 aeroportos mais movimentados do mundo cresceu 5,2% em 2017. Com quase 1,5 mil milhões de passageiros passando por seus terminais em 2017, esse grupo de 20 aeroportos representa 17% do tráfego global de passageiros (ACI, 2018):

- Total de passageiros: + 6,6%;
- Total de passageiros internacionais: + 8,4%;
- Carga total (inclui correio): + 7,9%;
- Aluguer internacional total: + 9,9%;
- Total de movimentos de aeronaves: + 2,4%.

Tabela 2 : Os 20 Maiores Aeroportos Mundiais (ACI, 2018).

Classificação 2017	Classificação 2016	Cidade do Aeroporto / País / Código	Planificação	
			Passageiros	Mudança Percentual
1	1	ATLANTA, US(ATL)	103902992	-0.3
2	2	BEIJING, CN (PEK)	95786442	1.5
3	3	DUBAI, AE (DXB)	88242099	5.5
4	5	TOKYO, JP (HND)	85408975	6.5
5	4	LOS ANGELES CA, US, (LAS)	84557968	4.5
6	6	CHICAGO IL, US (ORG)	79828183	2.4
7	7	LONDON, GB, (LHR)	78014598	3.0
8	8	HONG KONG, HK, (HKG)	72663955	3.4
9	9	SHANGHAI, CN, (PVG)	70001237	6.1
10	10	PARIS, FR, (CDG)	69471442	5.4
11	12	AMSTERDAM, NL, (MAS)	68515425	7.7

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

12	11	DALLAS/FORT WORTH TX, US (DFW)	67092194	2.3
13	15	GUANGZHOU, CN (CAN)	65887473	10.3
14	13	FRANKFURT, DE (FRA)	64500386	6.1
15	14	ISTANBUL, TR (IST)	63872283	6.0
16	22	NEWDELHI, IN (DEL)	63015620	14.1
17	19	JAKARTA, ID (CGK)	63015620	8.3
18	17	SINGAPORE, SG (SIN)	62220000	6.0
19	20	INCHEON, KR (ICN)	62157834	7.5
20	18	DENVER CO, US (DEN)	61379396	5.3
20 maiores aeroportos mundial do ano 2017			146970005	5.2

2.3 Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo

2.3.1 Externalidades Positivas

Efetivamente a análise típica das externalidades positivas, são o custo-benefício do transporte aéreo (IATA, 2006) atendendo que os benefícios para os utilizadores são de:

- Facilitar o comércio mundial;
- Aumentar a produtividade em toda a economia global;
- Melhorar a eficiência da cadeia de suprimentos;
- Permitir o investimento interno e externo;
- Atuar como um estímulo para a inovação.

Logo o transporte aéreo apresenta como benefício externo, as ligações diretas e indiretas que são tipicamente invocadas para demonstrar a presença de benefícios externos do transporte (Schipper, Youdi; Rietveld, Piet; Nijkamp, Peter, 2001), tendo benefícios económicos significativos para as empresas e indústrias que operam ao redor dessas infraestruturas, havendo um impacto visível nos benefícios diretos ou indiretos para os utilizadores e para a indústria fomentando assim economia regional.

2.3.2 Externalidades Negativas

2.3.2.1 Introdução

O Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC), retrata as mudanças climáticas como mudança no clima ao longo do tempo, seja devido à variabilidade natural, ou como resultado da atividade humana. A mudança climática global é causada pela acumulação de gases de efeito estufa (GEE), tendo no transporte aéreo um contribuinte pequeno, mas importante, para a mudança climática (ICAO, 2010, p. 2).

Os motores das aeronaves produzem emissões semelhantes a outras emissões produzidas pela combustão de combustíveis fósseis. No entanto, a maioria dessas emissões é libertada diretamente na alta troposfera e nas estratosferas mais baixas, onde se acredita que elas tenham um impacto diferente na composição atmosférica, como mostrado na Figura 4.

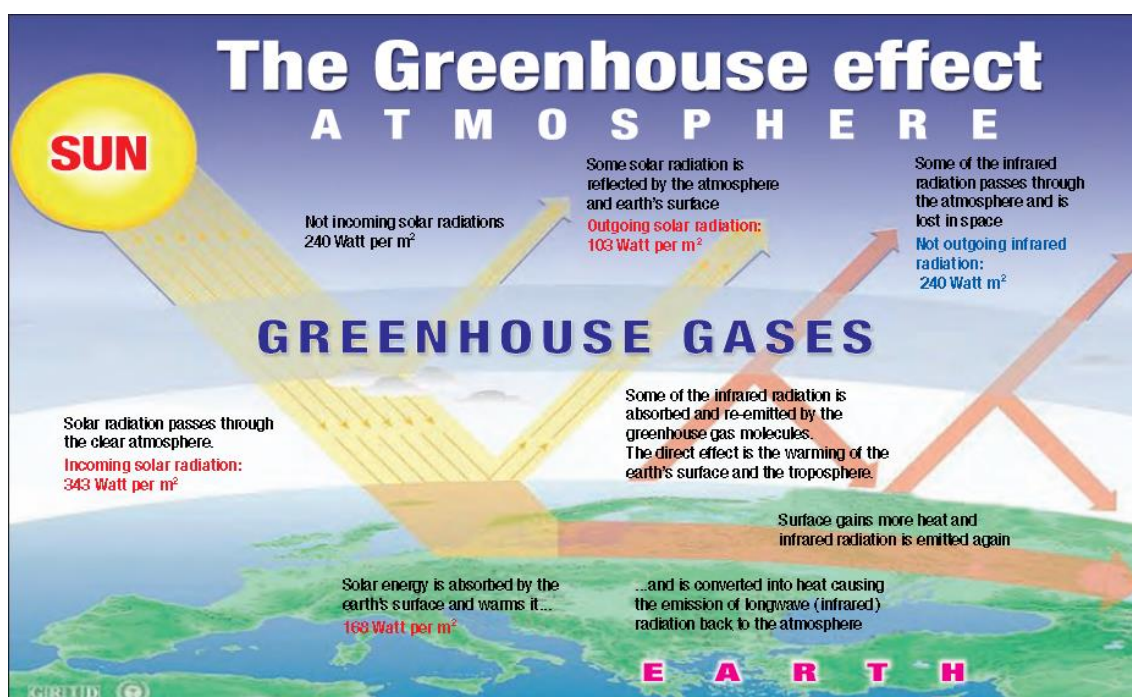


Figura 4: Avaliação do IPCC sobre GEE (ICAO, 2010, p. 2).

É de realçar que os impactos específicos desses gases e partículas quando emitidos e formados são difíceis de quantificar. Como mostra a Figura 4, os GEE fixam o calor na atmosfera da Terra, levando ao aumento geral das temperaturas globais, e alterando os padrões climáticos naturais. Na Figura 5 são retratados os potenciais gases libertados por motor de uma aeronave.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

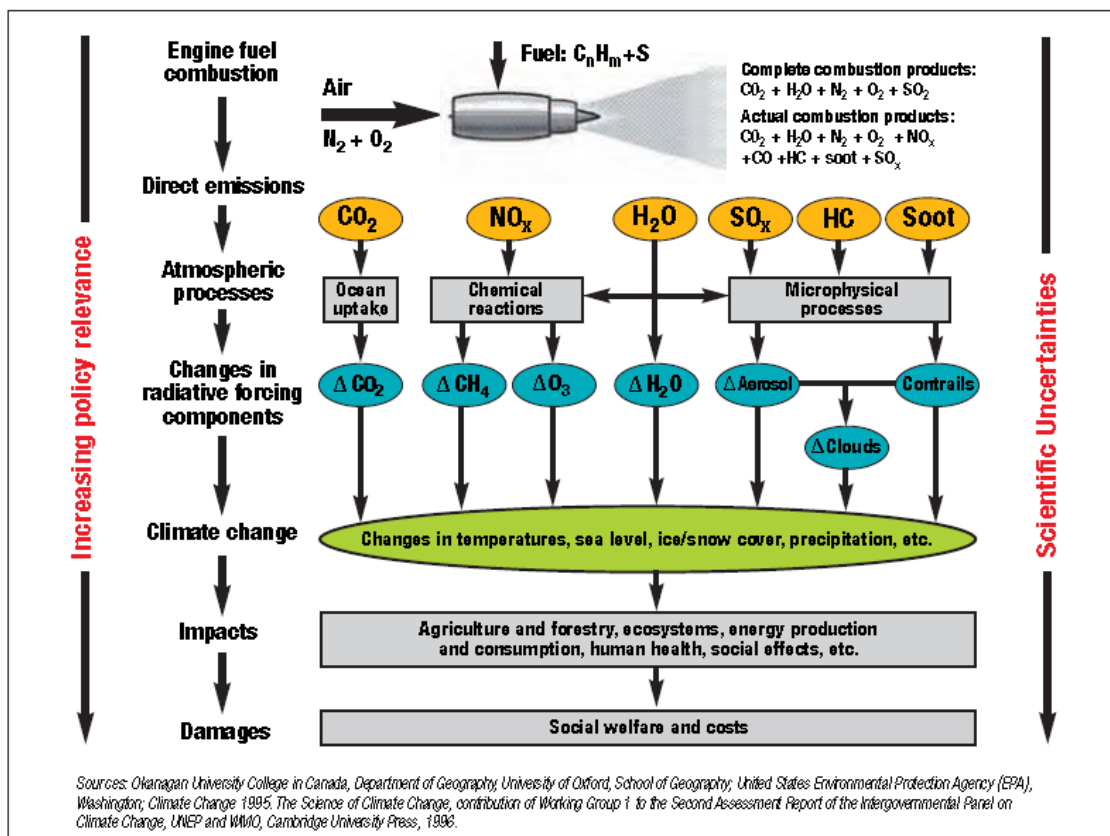


Figura 5: Emissões de Aeronaves e seus Impactos (ICAO, 2007).

As emissões totais de CO₂ da aviação representam aproximadamente 2,0 a 2,5% do total anual de emissões de CO₂. Outras emissões da aviação são óxidos de nitrogênio (NO_x, onde NO_x = NO + NO₂), partículas de sulfato e fuligem e vapor de água; entretanto, há interesses na implementação de políticas mitigatórias, realçadas no ACORDO de CONPENHAGA, onde alguns Países e a União Europeia traçaram objetivos de um aumento não superior a 2 °C até 2100 em relação aos níveis pré-industriais (ICAO, 2010, p. 5).

De acordo com o Comité Permanente de Meio Ambiente da ACI, (ICAO, 2010, p. 20), uma das suas principais tarefas é desenvolver, coordenar e implementar políticas sobre todas as questões relacionadas ao meio ambiente e aos aeroportos.

As previsões do aumento do tráfego e de frota aérea desenvolvidas pelo grupo de apoio à análise económica do Comité de Proteção Ambiental da Aviação (CAEP) da OACI concluíram que as emissões de motores das aeronaves, afetam as populações em todo o mundo que vivem perto dos aeroportos, constituindo um problema local e global (ICAO, 2013, p. 34 a 40).

A rede de transporte aéreo tem impactos económicos negativos (IATA E. B., 2006) por exemplo, os aeroportos "hub" podem sofrer com o aumento do congestionamento. Tal como muitos outros

sectores, o transporte aéreo tem custos externos (Schipper, Youdi; Rietveld, Piet; Nijkamp, Peter, 2001) sendo esses efeitos negativos resultantes diretamente dos:

1) Efeitos externos dependendo diretamente da produção nos mercados aéreos: poluição do ar local, poluição sonora, poluição atmosférica global, poluição do solo e incómodo sonoro ao redor dos aeroportos, risco de acidente e congestionamento.

(2) Efeitos externos indiretos, a montante ou a jusante, poluição associada à produção de aeronaves ou querosene, eliminação de aeronaves sucateadas, custos associados à “superexploração” de combustíveis à base de carbono, resíduos aeroportuários e materiais nocivos ao meio ambiente utilizados na manutenção de aeronaves.

(3) Efeitos externos associados à presença de infraestruturas: modificação de cursos fluviais e drenagem de campo e deterioração no ecossistema através da construção de aeroportos, poluição de água e solo através de efluentes de aeroportos e vazamento de tanques de armazenamento, impactos na flora e fauna em torno do aeroporto.

Entretanto é de realçar que o processo de avaliação dos efeitos externos do transporte aéreo faz uso de uma cadeia de relações separadas, da saída dos mercados de transporte até aos custos monetários infligidos; A Figura 6 fornece uma visão mais explícita e detalhada nos processos avaliativos dos custos externos.

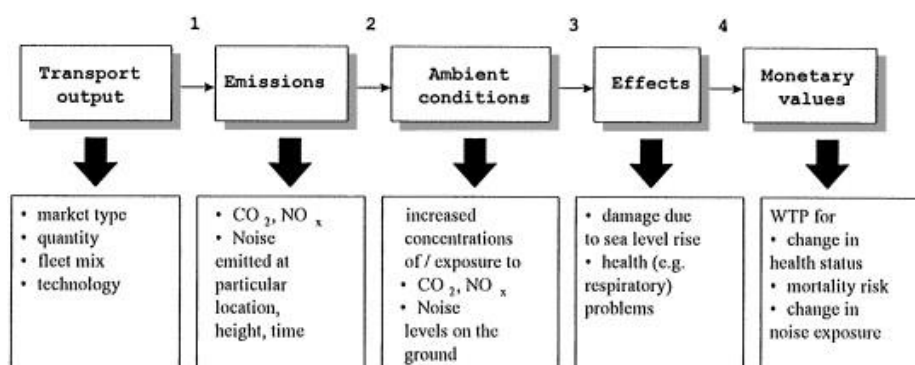


Figura 6: Externalidades do Transporte Aéreo (Schipper, Rietveld, & Nijkamp, 2001).

Atendendo ao percurso das externalidades de transporte aéreo, as avaliações destes custos podem ser feitas através de vários métodos, pelo uso de preferências no estabelecimento de valores, pela economia e do bem-estar, e pelos custos dos recursos marginais da degradação ambiental:

- Métodos de preferência revelados: método de preço hedónico; método de custo de viagem; evitar o comportamento; método do factor de produção.
- Métodos de preferência expressa: avaliação contingente; classificação contingente; comparação parelha; jogos de alocação.

- Métodos de não preferência, baseados em: custos de prevenção; custos reais de reparação, reparação ou redução; avaliação implícita.

Por fim, convém referir que os principais *poluentes resultantes da combustão são: CO, os hidrocarbonetos não queimados, o NOx (inclui NO e NO₂), o SO₂, e as partículas sólidas. Estes poluentes podem causar problemas de saúde, “smog”, chuva ácida, a destruição da camada do ozono, e o efeito de estufa* (Silva A. R., 2017), a sua mitigação passa pelo seguinte:

- *O dióxido de carbono (CO₂) é o gás com efeito de estufa mais importante devido às grandes quantidades libertadas e ao longo tempo de permanência na atmosfera. As concentrações crescentes têm um efeito direto bem como consequências no clima que se começa a fazer sentir e poderão atingir proporções dramáticas se não forem alteradas as políticas energéticas;*

- *As emissões de Monóxido de Carbono (CO), são as mais elevadas nos transportes, devida à combustão incompleta dos combustíveis e a sua redução deve-se ao melhoramento no controlo da combustão nos veículos automóveis e ao aumento dos veículos com motores Diesel;*

- *Óxidos de nitrogénio (NOx) têm dois efeitos indiretos no clima. Os óxidos de nitrogénio produzem ozono sob a influência da luz solar, mas também reduzem a concentração atmosférica de metano no ambiente; são derivados dos sectores de transporte, produção e distribuição de energia elétrica e indústria, e a sua diminuição é conseguida através da introdução de conversores catalíticos;*

- *Dióxido de enxofre (SO₂), resulta de queima de combustíveis, e os decréscimos nas emissões podem ser alcançados à custa de tratamento de pós-combustão dos gases de exaustão e à substituição de combustíveis por outros com menos teor de enxofre;*

- *A redução das emissões de partículas sólidas é conseguida à custa de mudanças de combustível e da implementação de medidas específicas na produção de energia elétrica e na indústria.*

2.3.2.2 Gases de Efeito de Estufa

De acordo com (Maria Nadia Postorino, 2018) as emissões de carbono produzidas diretamente pelas aeronaves dependem da quantidade de movimentos de aeronaves e do tamanho das aeronaves. Aterragem, descolagem, ou seja, o ciclo LTO, são as operações de aeronaves mais importantes que contribuem para as emissões de carbono no aeroporto no lado ar; por outro lado, a quantidade produzida de CO₂ pelo ciclo LTO depende das características da aeronave, tais como o consumo de combustível e o tamanho das mesmas e dos procedimentos LTO Figura7.

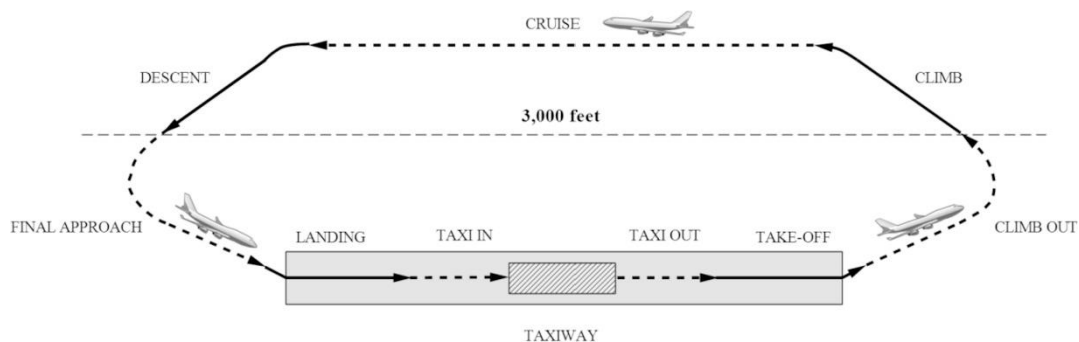


Figura 7: Fase dos Ciclos LTO (Lam Lo, Martini, Porta, & Scotti, 2018).

Durante as fases de LTO, as aeronaves geralmente operam com potência reduzida a 30% do impulso total na aterragem e 7% durante a entrada / saída de táxi (Postorino, Maria Nadia; Mantecchini, Luca; Paganelli, Filippo, 2018). Os pilotos controlam diretamente a direção e a velocidade da aeronave, enquanto que o Sistema de Controle do Movimento do Solo (GMCS) coordena as aeronaves no solo para garantir movimentos terrestres eficientes e seguros, incluindo as operações de taxiamento. A Figura 7 mostra o esquema típico das fases LTO como parte de todo o voo. Para serviços aéreos de curta distância, as fases LTO representam uma parte relevante de toda a duração do voo.

A Figura 8 mostra o modo como a emissão de carbono é obtida na operação LTO; de salientar que:

- Características relacionadas às aeronaves: tipo de motor e seus desempenhos; Ciclo LTO; número de movimentos de aeronaves; layout do lado ar;
- Características relacionadas ao solo: procedimentos de taxiamento no solo e tipo de veículo envolvido durante procedimentos de pushback, quando necessários.

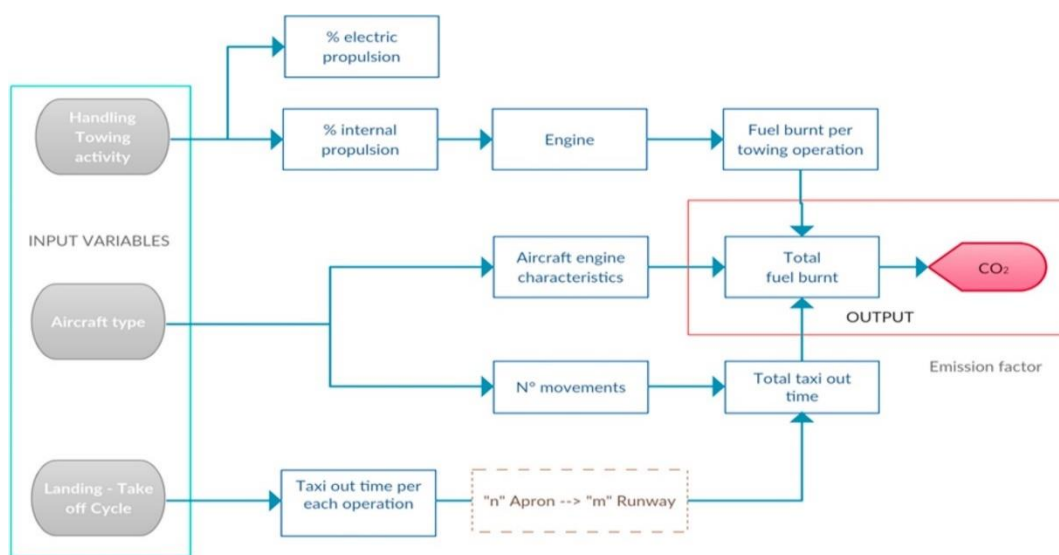


Figura 8: Emissões de Carbono no Ciclo LTO (Lam Lo, Martini, Porta, & Scotti, 2018).

No âmbito das externalidades negativas, para realizar avaliações de GEE é necessário recorrer a análise de tempo envolvido e respetiva distância percorrida pela aeronave; esta análise foi dividida em duas partes, a de decolagem e a da aterragem:

1) Decolagem:

O ciclo LTO do ICAO desdobra-se em várias fases, como a decolagem, aterragem, aproximação e o taxiamento (Gamboa, 2008) onde:

A decolagem, para efeitos de análise, pode ser dividida em quatro fases: Aceleração no solo desde o repouso; Rotação para a atitude de decolagem; Transição desde a saída do solo até atingir o ângulo de subida; e Subida inicial e passagem sobre a altura do obstáculo.

Nas duas primeiras fases a aeronave encontra-se no solo enquanto que nas duas últimas ela já se encontra em voo, de acordo com a Figura 9.

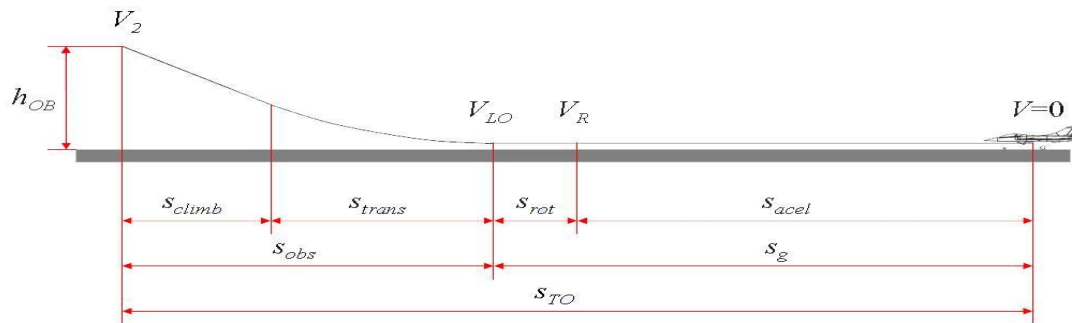


Figura 9: Processo Decolagem no Ciclo LTO (Gamboa, 2008).

2) Aterragem:

Do mesmo modo que a decolagem, a aterragem da aeronave, para efeitos de análise, pode ser dividida em quatro fases, (Gamboa, 2008): Aproximação após passagem sobre o obstáculo; Transição; Toque no chão e rotação; e Desaceleração até ao repouso.

Nas duas primeiras fases a aeronave encontra-se em voo, enquanto que nas duas últimas ela já se encontra no solo, como verificamos na Figura 10.

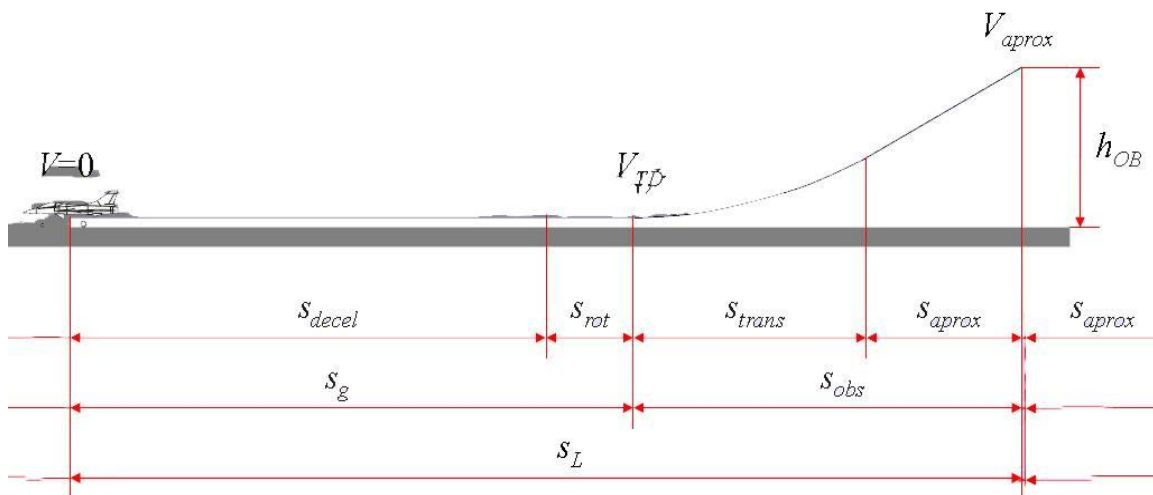


Figura 10: Processo Aterrissagem no Ciclo LTO (Gamboa, 2008).

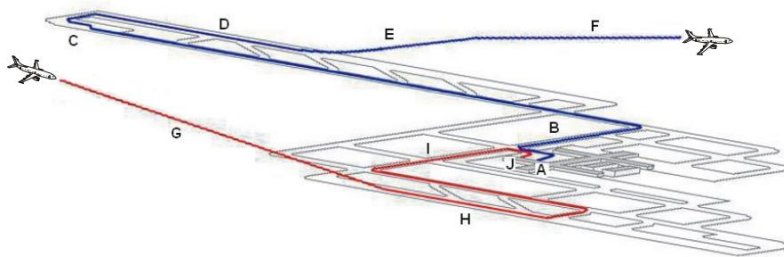


Figura 11: Ciclo LTO (ICAO Doc 9889).

De acordo com a ilustração da Figura 11 da ICAO, observamos: a composição da fase da Partida: A- Ligar motor; B-Taxiamento para pista; C-Espera no solo; D-taxiamento da decolagem; E- Início da subida; F-Subida em rota; e por sua vez a composição das fases correspondente a Chegada: G-Aproximação final; H-Pouso; I-Taxiamento; J-Desligar motor.

A Tabela 3 e a Tabela 4, apresentam dados estandardizados da ICAO por fases de ciclo LTO.

Tabela 3: Valores Padrão do Ciclo LTO (ICAO Doc-9889).

Fase	Tempo(min)	Potência (%)
Aproximação	4	30
Taxiamento	26	7
Decolagem	0,7	100
Aterrissagem	2,2	85

Tabela 4: Combustível no Ciclo LTO (Rypdal, Kristin; Kilde, Niels; Seide, Steve; Treanton., Karen, 2010).

Uso de Combustível Padrão e Fatores de Emissão de Aeronaves para Ciclo LTO e Cruzeiro								
Doméstico	Combustível	SO ₂	CO	CO ₂	NO _x	NMVOCS	CH ₄	N ₂ O
LTO (kg/LTO) - Frota nova	850	0.8	8.1	2680	10.2	2.6	0.3	0.1
LTO (kg/LTO) - Frota Velha	1000	1.0	17	3150	9.0	3.7	0.4	0.1
Cruzeiro		1.0	7	3150	11	0.7	0	0.1
Internacional	Combustível	SO ₂	CO	CO ₂	NO _x	NMVOCS	CH ₄	N ₂ O
LTO (kg/LTO) - Frota Nova	2500	2.5	50	7900	41	15	1.5	0.2
LTO (kg/LTO) - Frota Velha	2400	2.4	101	7560	23.6	66	7	0.2
Cruzeiro		1.0	5	3150	17	2.7	0	0.1

Obtenção da distância e tempo da decolagem no ciclo LTO

Para obtenção da distância e tempo na decolagem, a análise foi baseada nas normas do FAR 25 juntamente com o anexo 16 do documento da ICAO. O trabalho foi feito de acordo com o algoritmo abaixo referenciado para a obtenção das distâncias e tempos no ciclo LTO no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe.

a) Fase da aceleração

$$h_{obs} = 10,7m$$

$$V = 0 \text{ até } V_{LO}$$

O valor da velocidade no meio distancia de aproximação é $V = 0,707V_{LO}$, onde V_{LO} é a Velocidade decolagem (Gamboa, 2008).

$$V_{LO} = 1,2 V_S = 1,2 \sqrt{\frac{2W/S}{\rho C L_{max}}} \quad (1)$$

Nesta fase a aeronave parte de repouso e acelera a uma atitude constante até atingir a velocidade de rotação, logo a equação da distância de aceleração é dada por:

$$S_{acel} = \frac{W(V_{LO})^2}{2g[T-D-\mu(W-L)]0,707V_{LO}} \quad (2)$$

Para aeronave a hélice:

$$S_{accel} = \frac{\sqrt{2} (1,2)^2 (W/S)^{1,5}}{g \rho n_p (\rho C_{Lmax})^{1,5} (P_e / W)} \quad (3)$$

Onde o valor da velocidade de descolagem V_{LO} é dada em função da velocidade de perda V_s ; na realidade ela assume o valor de $1,2V_s$; entretanto:

$$V_{LO} = 1,2V_s = 1,2 \sqrt{\frac{2W/S}{\rho C_{Lmax}}} \quad (4)$$

E o tempo de aceleração:

$$t_{accel} = \frac{2S_{accel}}{V_{LO}} \quad (5)$$

Onde

C_{Lmax} corresponde ao coeficiente de sustentação máxima da aeronave na fase da descolagem, em que o arrasto é dado por:

$$D = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{V_{LO}}{\sqrt{2}} \right)^2 S (C_{D0} + \phi K C_L^2) \quad (6)$$

E o parâmetro compensativo da diminuição de arrasto é dada por

$$\phi = \frac{(16h/b)^2}{1 + (16h/b)^2} \quad (7)$$

Por sua vez h é a distância da asa ao solo e b é a envergadura da asa, e a sustentação é dada por:

$$L = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{V_{LO}}{\sqrt{2}} \right)^2 \quad (8)$$

b) Fase de Rotação

Nesta fase a velocidade permanece constante e quando a velocidade atinge a velocidade de rotação, V_R , que por sua vez é igual à velocidade de descolagem, o tempo da rotação e a distância da rotação são dadas pelas seguintes equações (Gamboa, 2008):

$$t_{rot} = 3s \quad (9)$$

e

$$S_{rot} = V_{LO} * t_{rot} \quad (10)$$

c) Corrida ao Solo

Esta fase contém as duas primeiras fases da descolagem, a da aceleração e a da rotação:

$$S_g = S_{acel} + S_{rot} \quad (11)$$

e

$$t_g = t_{acel} + t_{rot} \quad (12)$$

d) Transição e Subida

Nesta fase a aeronave irá descrever o arco de curva no plano vertical que lhe possibilita alterar da trajetória paralela à pista, que segue durante a corrida no solo, para uma trajetória reta de subida que lhe possibilita a ultrapassagem da altitude de obstáculo (Gamboa, 2008).

Entretanto nessa fase a velocidade é curvilínea igual à velocidade de descolagem de acordo com o factor carga que é o rácio entre a sustentação e o peso da aeronave, como se descreve na equação:

$$n = \frac{L}{W} \quad (13)$$

A curva da trajetória é descrita por:

$$r = \frac{(V_{LO})^2}{g(n-1)} \quad (14)$$

E o angulo da curvatura durante a transição é:

$$\theta_{obs} = \cos^{-1} \left(\frac{r-h_{obs}}{r} \right) \quad (15)$$

Em que para aeronave turbojato é:

$$\theta_{obs} \leq 0,9 \cos^{-1} \left(\frac{T}{W} - \frac{1}{E_{LO}} \right) \quad (16)$$

E na aeronave turboélice:

$$\theta_{obs} \leq 0,9 \cos^{-1} \left(\frac{n_p P_e}{W V_{LO}} - \frac{1}{E_{LO}} \right) \quad (17)$$

E a distância de transição:

$$S_{trans} = S_{obs} = \gamma \sin \theta_{obs} \quad (18)$$

E o tempo da transição:

$$t_{trans} = t_{obs} = \frac{r \theta_{obs}}{v_{LO}} \quad (19)$$

E a altura de transição:

$$h_{trans} = r(1 - \cos \theta_{trans}) \quad (20)$$

E a distância de subida:

$$S_{climb} = \frac{h_{obs} - h_{trans}}{\tan \theta_{trans}} \quad (21)$$

E a distância de observação no solo, que depende da distância da transição e a da de subida:

$$S_{obs} = S_{trans} + S_{climb} \quad (22)$$

E o tempo de subida:

$$t_{climb} = \frac{S_{climb}}{V_{LO} \sin \theta_{trans}} \quad (23)$$

E o tempo observação, do solo até ao ar, o qual depende do tempo da observação e o da subida:

$$t_{obs} = t_{trans} + t_{climb} \quad (24)$$

e) Fase da descolagem

Nesta fase final do processo da descolagem, terão que se ter em conta as fases de corrida no solo e a da observação, logo a distância da descolagem é dada por:

$$S_{TO} = S_g + S_{obs} \quad (25)$$

E o tempo da descolagem é dada pela expressão:

$$t_{TO} = t_g + t_{obs} \quad (26)$$

Obtenção da distância e tempo da aterragem no ciclo LTO

Dando seguimento ao algoritmo acima citado, nesta fase a aproximação no qual a altura de obstáculo é $h_{obs} = 15,24$ a aeronave aproxima-se do solo numa trajetória retilínea e permanecendo com a velocidade de aproximação $V_{approx} = 1,3V_S$, na qual a aeronave percorre um arco que lhe altera a trajetória aproximando-se paralelamente à pista tocando o solo com uma velocidade $V = 1,15V_S$; mas, ao tocar ao solo, a aeronave muda o ângulo de atitude de arfagem de forma a encostar a roda e nariz no chão, logo é uma fase muito rápida em que numa abordagem inicial se considera que a velocidade no final da rotação tem ainda o mesmo valor da velocidade de toque $V_{TD} = 1,3V_S = V_R$ (Gamboa, 2008). Logo o algoritmo é:

a) Fase de aproximação

Nesta fase a distância de aproximação é dada por:

$$S_{approx} = \frac{h_{obs} - h_{trans}}{\tan \theta_{trans}} \quad (27)$$

E altura de transição é dada por:

$$h_{trans} = r(1 - \cos \theta_{trans}) \quad (28)$$

E o raio da curvatura:

$$r = \frac{(V_{LO})^2}{g(n-1)} \quad (29)$$

E o ângulo da transição é dada pela equação:

$$\theta_{trans} = 3 \quad (30)$$

E o tempo de aproximação é definida por:

$$t_{trans} = \frac{S_{approx}}{V_{approx} \sin \theta_{trans}} \quad (31)$$

b) Fase de transição

A distância de transição e o tempo da transição são dados por:

$$S_{trans} = r \sin(\theta_{trans}) \quad (32)$$

e

$$t_{trans} = \frac{r \theta_{trans}}{V_{approx}} \quad (33)$$

c) Fase Aérea da aterragem

Nesta fase teremos que ter em conta as distâncias de aproximação e a transição, ou seja, corresponde a uma fase em que aeronave se encontra em voo entre altura de obstáculo até ao toque na pista (Gamboa, 2008); entretanto a distância de observação é dada por:

$$S_{obs} = S_{approx} + S_{trans} \quad (34)$$

E o tempo da observação é dada por:

$$t_{obs} = t_{approx} + t_{trans} \quad (35)$$

d) Fase da rotação

Quando a aeronave toca no solo é necessário baixar a roda do nariz para iniciar a travagem e a fase da desaceleração (Gamboa, 2008); logo o tempo de rotação nesta fase é:

$$t_{rot} = 3s \quad (36)$$

E a distância de observação é dada por:

$$S_{obs} = V_{TD} t_{rot} \quad (37)$$

e) Fase da desaceleração

A distância percorrida pela aeronave após a rotação até atingir o repouso, (Gamboa, 2008) $V = V_{TD}$ até $V = 0$ é obtida como a distância de desaceleração dada por:

$$S_{desacel} = \frac{W(V_{LO})^2}{2g[T - D - \mu(W - L)]0,707V_{LO}} \quad (38)$$

E também é descrita dessa forma utilizando spoilers para aumentar arrasto e eliminando a sustentação:

$$S_{desacel} = \frac{W(V_{LO})^2}{2g[D + \mu W]0,707V_{LO}} \quad (39)$$

E tempo de desaceleração é dado por:

$$t_{desacel} = \frac{2}{V_{TD}} S_{desacel} \quad (40)$$

A velocidade de toque no solo é dada por:

$$V_{DT} = 1,3V_S = 1,3 \sqrt{\frac{2W/S}{\rho C_{Lmax}}} \quad (41)$$

E o arrasto é dado por:

$$D = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{V_{TD}}{\sqrt{2}} \right)^2 S (C_{D0} + \phi K (C_{Lmax})^2) \quad (42)$$

E o parâmetro ϕ é dado por:

$$\phi = \frac{(16h/b)^2}{1 + (16h/b)^2} \quad (43)$$

E a sustentação é dada por:

$$L = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{V_{TD}}{\sqrt{2}} \right)^2 S C_L \quad (44)$$

f) Corrida no solo

Nesta fase, durante a aterragem, é de realçar a importância da desaceleração e a rotação (Gamboa, 2008); logo a distância de corrida no solo é dada por:

$$S_g = S_{desacel} + S_{rot} \quad (45)$$

E o tempo de corrida no solo é dado por:

$$t_g = t_{desacel} + t_{rot} \quad (46)$$

g) Aterragem

Nesta fase temos que ter em conta as outras duas fases, da observação e da corrida no solo (Gamboa, 2008); entretanto a distância de aterragem é dada por:

$$S_L = S_g + S_{obs} \quad (47)$$

E o tempo de aterragem é dado por:

$$t_L = t_g + t_{obs} \quad (48)$$

2.3.2.3 Ruído

A liberalização¹ no mercado da UE gerou o desenvolvimento de transportadoras de baixo custo, a emissão por assento/quilómetro oferecido ASK por rota, por distancia e por padrão, ou seja,

¹ Existem dois principais ramos de investigações sobre externalidades da aviação. O primeiro fluxo centra-se no impacto das externalidades da aviação (principalmente emissões de GEE e Ruído) nas proximidades dos aeroportos, enquanto o segundo ramo investiga o impacto futuro das emissões da aviação na mudança climática usando algoritmos ad-hoc.

Análise das duas fases do voo: (1) o ciclo LTO; e (2) o ciclo de subida, cruzeiro e descida (CCD). Estes são divididos, como o combustível é queimado em diferentes padrões e tem diferentes tipos de impacto ambiental. Em particular, durante o ciclo LTO, o fluxo de combustível pode mudar com a saída nominal do motor nas configurações de potência das atividades correspondentes, como taxiar, decolar e subir.

Cálculo dos dois índices de emissões de CO₂: (1) a quantidade total; e (2) a eficiência de emissão dada pela quantidade de CO₂ gerada pelo assento-quilómetro oferecido (ASK). Como as emissões totais de CO₂ de uma rota são proporcionais à distância e frequência, ao empregar o segundo índice, as rotas de longa distância ou de alta frequência não foram discriminadas. A utilização dos assentos disponíveis na segunda formação do índice eliminou ainda mais o efeito de diferentes tamanhos de aeronaves.

a liberalização na Europa trouxe o efeito colateral de reduzir a externalidade de transporte aéreo, fazendo com que maioria das empresas do sector estimassem políticas econométricas e a sua elasticidade num modelo econométrico para identificar o impacto das externalidades associadas ao transporte aéreo (Lo P. L., et al., 2018), a política inicial de ruído da aviação concentrou-se na redução do ruído na fonte. Estimulados por padrões de certificação de ruído cada vez mais rigorosos, os fabricantes incorporaram tecnologia progressivamente mais silenciosa (Girvin, 2009). O caso de escalonamento das taxas do ruído foi analisado por (Brueckner & Girvin, 2007). O impacto da regulação do ruído do aeroporto na qualidade do serviço aéreo e nas tarifas aéreas reconhece que o dano por ruído varia entre aeroportos, principalmente devido à heterogeneidade na topografia local; entretanto os altos níveis de ruídos de aeronaves que partem ou chegam aos aeroportos podem ser cobrados, na opinião de (Chaug-IngHsu & Pei-HuiLin, 2005). Alguns aeroportos Europeus, Asiáticos e Americanos aplicam uma sobretaxa ou desconto percentual sobre a taxa de aterragem baseada no MTOW, dependendo da categoria acústica das aeronaves (Morrell & Lu, 2000). De fato, os custos sociais (GiovanniNero & ABlack, 2000) devidos às operações de aeronaves incluem também, entre outros, as emissões de aeronaves, a poluição da água e o congestionamento do tráfego rodoviário em torno do aeroporto associado ao acesso terrestre onde o equilíbrio entre os impactos econômicos e ambientais associados à expansão dos aeroportos continuará sendo um desafio para todos os stakeholders.

Seguindo uma análise econométrica da relação entre o tráfego aéreo e seus principais utilizadores, as previsões de tráfego aéreo em relação ao combustível de aviação apresentará um crescimento mundial elevadíssimo (BenoîtChèze, PascalGastineau, & JulienChevallier, 2011). No entanto, deve-se ressaltar que as ações da América Latina, África, Rússia são maiores no consumo mundial de combustível de aviação do que no tráfego aéreo mundial. Isso pode ser explicado pelo fato de que essas regiões são menos eficientes em termos de tráfego (ou seja, elas são caracterizadas por menos WLF e menores ganhos de energia). Devido ao seu alto WLF e grandes ganhos de energia, as ações da China e da Europa na procura mundial de combustível por jato são menores do que no tráfego aéreo. Este também é o caso dos países asiáticos e da Oceânia. Apesar dos ganhos significativos de energia, a participação da América do Norte e Central é constante. Isso pode ser explicado pelo peso do mercado doméstico nos EUA (56% para ser comparado a 5% na Europa). De acordo com (Miyoshi & Mason, 2009), o tipo de aeronave, a altitude de cruzeiro e a distância são usados para determinar o consumo de combustível. Entretanto os efeitos ecológicos na aviação levarão a uma redução na procura por transporte aéreo e menor atividade de tráfego aéreo e, conseqüentemente, a redução de emissões (Vespermann & Wald, 2011).

As emissões da aviação afetam a qualidade do ar e o clima global, no entanto as emissões da aviação ocorrem tanto na alta troposfera como na baixa estratosfera, onde podem ter um

impacto desproporcional no clima podendo afetar a saúde humana e o meio ambiente (FAA , 2015).

As evidências de estudos epidemiológicos sobre a associação entre a exposição ao tráfego e ruído de aeronaves e hipertensão arterial e doença cardíaca isquêmica aumentaram nos últimos anos aumentando o risco de pressão alta (Vogiatzis, 2012). De acordo com (ECAC.CEAC Doc29, 2016, p. 35) os níveis de ruído dependem das seguintes variáveis :

- o tipo de aeronave;
- o tipo de motor;
- a configuração do voo ao longo da trajetória de voo (peso, velocidade, posições dos flaps, posição do trem de aterragem, etc.);
- as condições meteorológicas que influenciam o desempenho da aeronave também influem com a propagação do ruído gerado;
- sistema de captação de ruído;
- o tipo de solo (superfície acústica dura e / ou macia);
- a presença de outras superfícies refletoras.

Logo de acordo com (WHO, 2011) para indicadores de ruído harmonizados na Diretiva 2002/49 / EC da EU, o nível dia-tarde-noite L_{den} em decibéis é definido por:

$$L_{den} = 10 * \lg \frac{1}{24} * \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right) \quad (49)$$

- L_{dia} , L_{tarde} e L_{noite} são os níveis sonoros médios ponderados em 12, 4 e 8 horas, respetivamente, conforme definido na norma ISO 1996-2: 1987;
- O dia é de 12 horas, a tarde de 4 horas e a noite de 8 horas. Estados-Membros podem encurtar o período da tarde em 1 ou 2 horas e alongar o dia e / ou o período noturno em conformidade (o mesmo para todas as fontes).

Há indicadores de ruído suplementares aplicados em alguns casos: além de L_{den} e L_{night} , se for caso disso, podem ser considerados indicadores como L_{day} e $L_{evening}$; pode ser vantajoso utilizar indicadores de ruído especiais e valores limite relacionados... alguns exemplos (Diretiva 2002/49 / CE) são:

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

- um número médio muito baixo de eventos de ruído em um ou mais períodos (por exemplo, menos de um evento de ruído por hora); um evento de ruído pode ser definido como um ruído que dura menos de cinco minutos, como o ruído de um trem ou aeronave que passa;
- Forte conteúdo de baixa frequência do ruído; e
- L_{Amax} ou SEL (sound exposure level) para proteção no período noturno no caso de picos de ruído. No entanto, as fórmulas para aproximação do ruído, é a seguinte:

$$L_{den} \approx L_{day,16h} - 2 * \ln((L_{day,16h} - L_{night,8h})/22.4)) \quad (50)$$

- com fluxo de tráfego uniformemente distribuído, + 6,4 dB;
- distribuído uniformemente 07:00 - 22:00, sem tráfego noturno, + 1,9 dB;
- 10% do tráfego entre 22:00 - 07:00, + 2,9 dB.

A Figura.12 descreve as curvas de exposição-resposta de estudos epidemiológicos, que podem ser resumidas em termos quantitativos com declives médios de cerca de 2% por L_{den} , calculados pela média das inclinações das seis linhas; estima-se que uma redução do nível de ruído crônico em 5 L_{den} resultaria em um melhor desempenho em 10%, onde os resultados de estudos sobre ruído de aeronaves são consistentes.

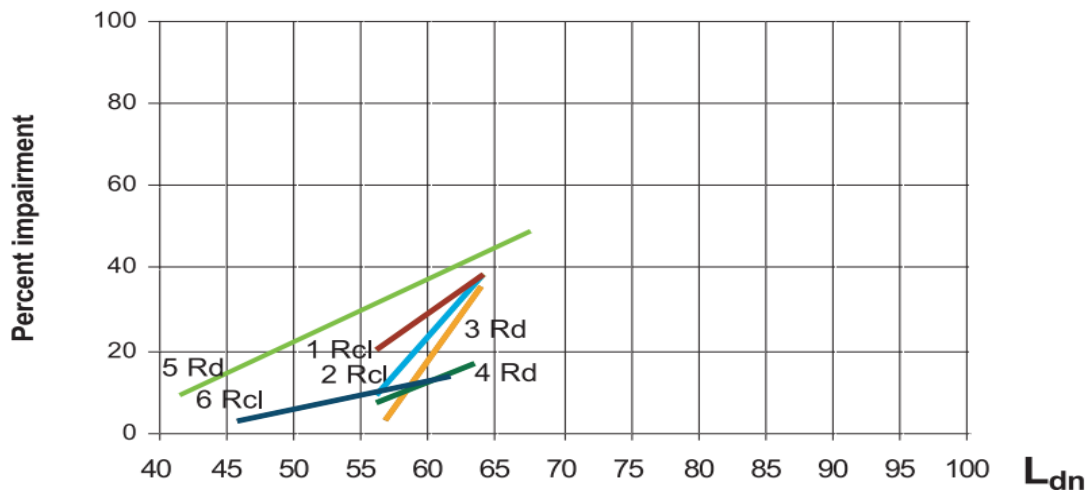


Figura 12: Exposição de Ruído, Efeitos Epidemiológicos (PETER LERCHER, 2003).

Para obter a relação de exposição-resposta, assumiram que 100% das pessoas expostas ao ruído são cognitivamente afetadas pelos níveis de ruído muito elevados, 95 L_{den} , e que nenhuma delas foi afetada seguramente abaixo do nível, 50 L_{den} . Uma linha reta (acumulação linear) ligando esses dois pontos, como na Figura 13, pode ser usada como base para algumas aproximações. Esta linha reta é uma subestimação do efeito real, uma vez que, por razões

teóricas baseadas em uma distribuição normal subjacente (assumida), a curva verdadeira deve ter a mesma forma de função sigmoideal que as duas curvas na Figura.13. Dentro da faixa de exposição a ruído 55-65 L_{den}, a linha reta e a distribuição sigmoideal de linha sólida concordam com aproximadamente 20% da extensão. Na faixa de 65 a 75 LDN, o número deve estar na faixa de 45 a 50% e acima de 75 L_{night} na faixa de 70 a 85%.

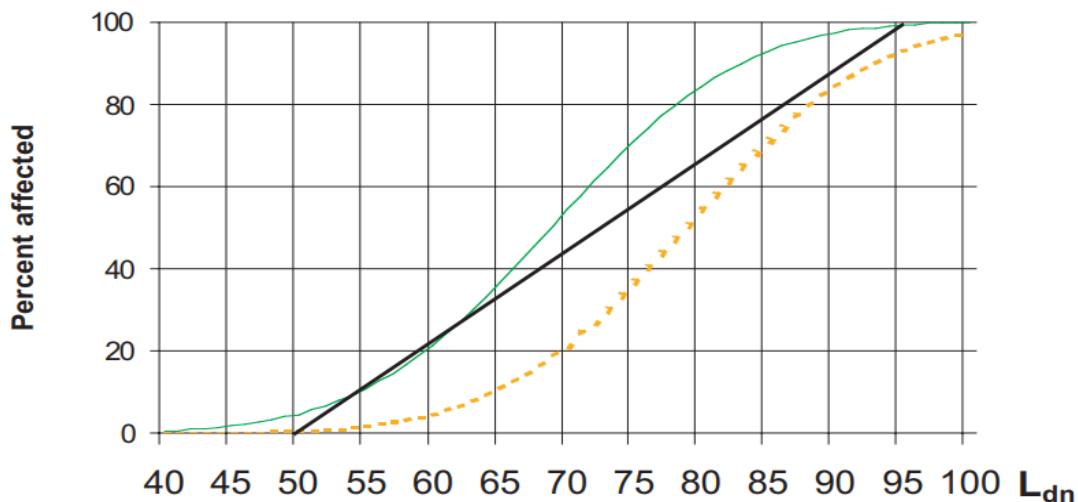


Figura 13: Curvas de Risco de Ruídos, Percentagem Estimada de Pessoas Afetadas (PETER LERCHER, 2003).

A gravidade dos efeitos para a saúde, devido ao ruído versus o número de pessoas afetadas é esquematicamente apresentado na Figura 14.

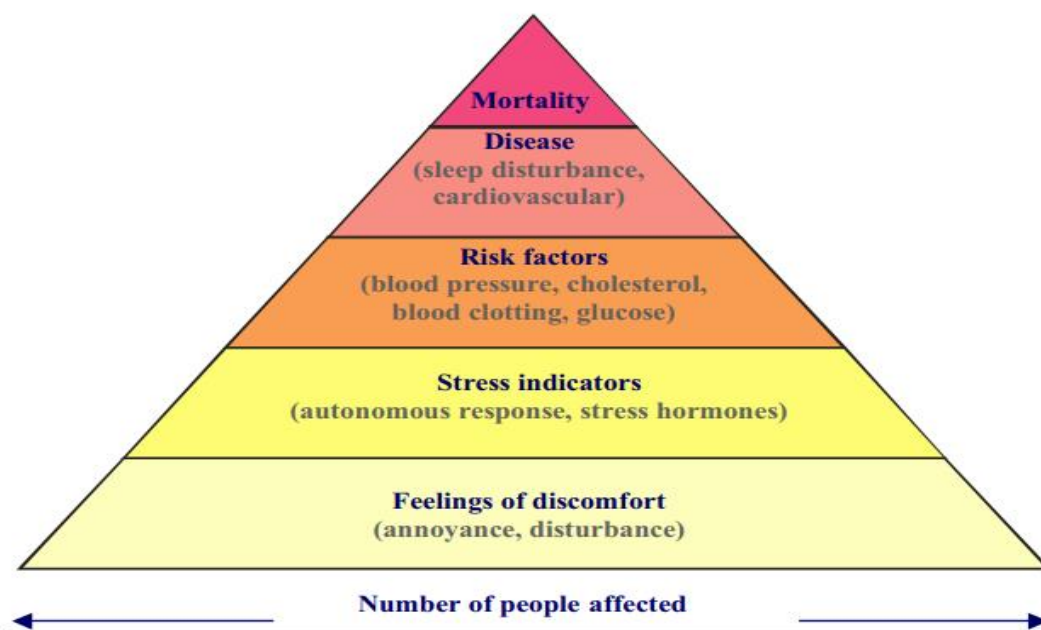


Figura 14: Gravidade dos Efeitos do Ruído na Saúde (WHO, 2011).

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

A pirâmide retrata as possíveis consequências de ruídos na saúde pública que poderá culminar em morte. O (FAA, 1979) Programa FAR Parte 150 permitiu que os operadores de aeroportos submetessem voluntariamente mapas de exposição a ruídos e programas de compatibilidade de ruído à FAA para revisão e aprovação. Um programa de compatibilidade de ruído estabelece as medidas que um operador aeroportuário “adotou” ou “propôs” para a redução de usos de terra incompatíveis existentes e a prevenção de usos de terra incompatíveis adicionais dentro da área coberta por mapas de exposição a ruídos. As medidas de redução de ruído tipicamente recomendadas enquadram-se em três categorias: medidas operacionais, como mudanças no uso da pista ou mudanças na localização da pista de voo; medidas preventivas, como exploração de uso da terra compatível como redução de ruído exposto ao redor das infraestruturas aeroportuárias; medidas corretivas, como a compra de propriedade ou isolamento acústico de propriedades residenciais, que estão expostas a ruído significativo de aeronaves.

Logo, de acordo com (Gonçalves, 2009, p. 57) a relevância dos impactos ambientais de acordo com a ICAO e a ONU, impôs aos países signatários a responsabilidade, de se esforçarem a:

- *Limitar ou reduzir o número de pessoas afetadas significativamente pelo ruído aeronáutico;*
- *Limitar ou reduzir o impacto das emissões da aviação na qualidade local do ar;*
- *Limitar ou reduzir o impacto das emissões de gás de efeito estufa no clima global.*

Em vários países, uma transição dos indicadores de ruído para o sistema europeu levou à adoção do Lden. Um zoneamento baseado no Lden, como o da Tabela 5, estabelece a classificação de ruído em torno dos aeroportos Europeus (EPA Network, 2015).

Tabela 5: Restrições de Ruído por Zona em Torno dos Aeroportos (EPA Network, 2015).

Valor Lden [dB(A)]	Restrições
<55	- Não há restrições para empreendimentos habitacionais - Isolamentos acidentais para o ruído noturno - Não há desenvolvimento de novas áreas habitacionais
55<Lden<65	- Restrições para construção de casas individuais - Isolamento necessário para manter um nível interior saudável
>65	- Nenhuma casa nova permitida - Isolamento pesado para casas existentes
>70	- Nenhum alojamento permitido; casas existentes devem ser removidas

A situação de ruído da aeronave nas proximidades das infraestruturas aeroportuárias depende de vários fatores, estes incluem os tipos de aeronaves que utilizam o aeroporto, o número geral de descolagens e aterragens, as condições de operação, a hora em que essas operações ocorrem, as pistas utilizadas, as condições climáticas e os procedimentos de voo específicos do aeroporto que afetam a aeronave e ruído produzido (ICAO, 2008, p. 57).

Impostos sobre as taxas de ruídos adotados em diversos aeroportos

O ruído dos aviões continua a ser uma das maiores barreiras à expansão do aeroporto e à construção de novos aeroportos ao redor do mundo. O ruído imposto por movimento de aeronaves é dado T , a taxa de imposto é dada por t , a medida de ruído da aeronave é dada por n , o nível de ruído limiar é dado por \tilde{n} , e o peso da aeronave em quilogramas é dado w . Os aeroportos podem optar por usar a medida de ruído (EPNdB) ou a medida para o nível de exposição sonora (SEL) em dB, (Girvin, Raquel, 2009). Alguns casos práticos:

- a) Aeroporto de Chiang-Kai-Shek, Taiwan

A fórmula de imposto de ruídos por partida é dada por

$$T = t_n(n * \tilde{n}) + t_w * w(w/1000) \quad (51)$$

Onde n é medição de ruído, \tilde{n} certificação de descolagem, t_n é o Taiwan dolar por dB, t_w é Taiwan dolar por tonelada, em que \tilde{n} é 73 EPNdB e $t_n = t_f$ e t_w respetivamente TW\$95 5 TW\$ 17 em 2005.

- b) Aeroporto International de Sydney, Austrália

$$T = t_n 2^{(n*\tilde{n})/15} \quad (52)$$

O imposto pela descolagem é dado pela equação em que \tilde{n} é 265 EPNdB e t_n é 196,18 AU\$ em 2006.

- c) Aeroportos do Japão

$$T = t_n(n * \tilde{n}) \quad (59)$$

Onde a média aritmética da certificação de ruído da aeronave é dado pela equação em que \tilde{n} é 83 EPNdB e t_n é 3400 yen em 2006.

d) Autoridade Civil da Holanda (Netherlands)

O imposto de ruído para as aeronaves comerciais é dada por

$$T = et_n 10^{(n*\tilde{n})/45} \quad (53)$$

Em que o factor diminui de acordo com número de motores das aeronaves, e os valores de \tilde{n} é 270 EPNdB e t_n é 127,5 € em 2006.

e) Aeroporto de Estocolmo, Suécia

O imposto de ruído por movimento

$$T = t_n 10^{(n*\tilde{n})/10} \quad (54)$$

Em que de \tilde{n} é 99 EPNdB para chegadas e 104 EPNdB por partidas e t_n é 30 Swedish kroner igualmente para chegadas e partidas em 2006.

f) Aeroportos de Itália e Áustria

Em Itália o imposto sobre o ruído cobrado por cada partida e chegada de aeronaves em função do peso e ruído da aeronave, dada por

$$T = t_f + t_w 10^{(n*\tilde{n})/10} \quad (55)$$

O Aeroporto Internacional de Viena vai um passo adiante na simplificação do ruído com o imposto sobre o ruído sendo uma taxa fixa de 1,12 € por passageiros que partem.

g) Outros aeroportos

No caso do aeroporto de Schiphol em Amsterdam tem três categorias de ruído por aeronaves, onde a aeronave mais silenciosa recebe uma taxa de aterragem de 10% desconto, por outro lado as aeronaves mais ruidosas pagam uma sobretaxa de 30%.

Os aeroportos Suíços, Zurique e Genebra, possuem cinco categorias de ruído de aeronaves. Por exemplo, em 2006 a aeronave mais silenciosa não pagava imposto de ruído para chegadas durante o dia; as tarifas para aeronaves de outras categorias de ruído variam de 200 a 1000 francos suíços por aterragem, e uma sobretaxa noturna adicional graduada que é mais alta para descolagens do que aterragens.

O aeroporto de Frankfurt na Alemanha tem sete categorias de ruído para as aeronaves onde as taxas de ruído por operação variam de 0 para a aeronave mais silenciosa até 8000 euros para as aeronaves mais ruidosas. A maioria das aeronaves comerciais atuais enquadra-se nas quatro categorias mais silenciosas. Há uma sobretaxa noturna adicional, que varia de 34,50 a 300 euros para aeronaves nas quatro categorias mais silenciosas operando entre as 23:00 e as 5:00.

No Reino Unido, os aeroportos da Heathrow e Stansted, usam três categorias de ruído para estabelecer as taxas de aterragem para aeronaves por categoria, e são cobradas 1,5 vezes as taxas de aterragem, enquanto as aeronaves mais silenciosas recebem um desconto de 10% sobre as tarifas.

2.4 Legislações Aplicável ao Controle de GEE e de Ruído

2.4.1 ICAO

O transporte aéreo não é exceção no que diz respeito a normas e legislações reguladoras, atendendo a sua importância e a finalidade, como transporte passageiros, buscas e salvamentos, entre outros. Logo a ICAO desenvolveu a metodologia de quantificar emissões de gases de efeito estufa e de ruído. Na segunda metade da década de 90, teve lugar na Europa uma intensificação de políticas e de desenvolvimentos tecnológicos relativos à cartografia do ruído das aeronaves de acordo com anexo 16 da ICAO (ECAC. CEAC, 2016 , p. 36), nomeadamente políticas, normas e orientações internacionais para redução do ruído das aeronaves e a poluição sonora proveniente do tráfego dos aeroportos baseando-se na abordagem das seguintes prioridades, a fim de alcançar o máximo benefício da maneira mais rentável, (ICAO, 2010):

- redução na origem do ruído do avião (por exemplo, motores menos barulhentos);
- medidas de planeamento e gestão do uso do solo (por exemplo, zoneamento em torno dos aeroportos);
- procedimentos operacionais de redução do ruído (por exemplo, pistas preferenciais, descolagem otimizada, rotas ou procedimentos de aproximação ou aterragem); e
- restrições operacionais locais (por exemplo, proibir alguns ou todos os voos à noite).

Juntamente com a JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) tem sido desenvolvido o Projeto DREAMS, no qual usam condições meteorológicas para reduzir o ruído da aeronave, atendendo que, à medida que o volume de tráfego aéreo cresce, o ruído ouvido no solo também deve aumentar. Para lidar com os problemas do ruído das aeronaves, a Organização da Aviação Civil Internacional adotou uma abordagem equilibrada. A ideia era a de resolver o problema do ruído combinando os quatro elementos principais acima referidos, com base nas condições e circunstâncias de cada aeroporto e país (JAXA, 2015).

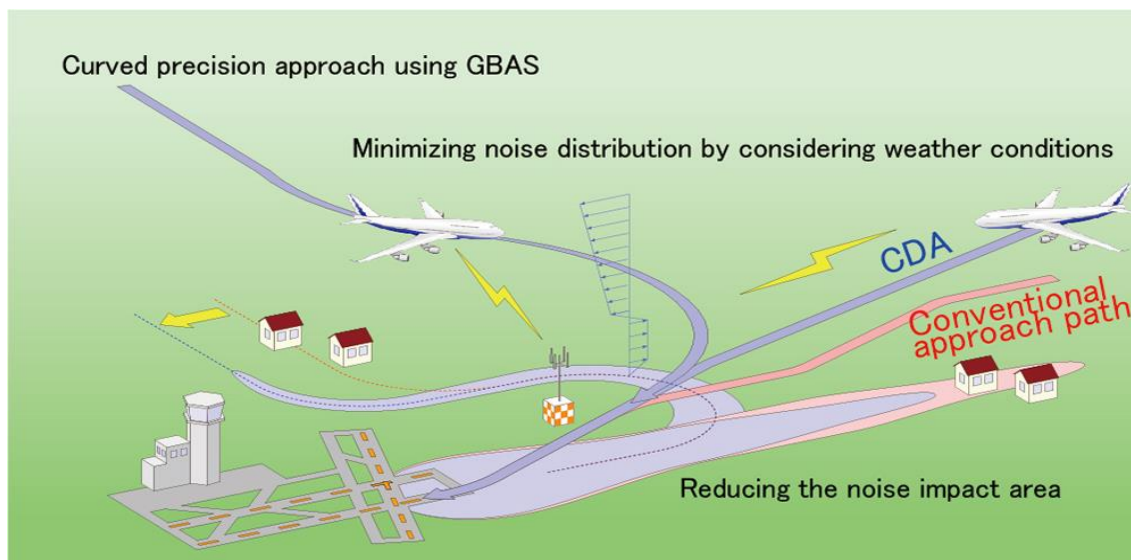


Figura 15: Conceito Tecnológico de Redução de Ruído (JAXA, 2015).

O conceito da Figura 15, visou desenvolver um programa de previsão de ruído, onde otimizaram o caminho de aproximação das aeronaves com base nas condições meteorológicas. Isto facultou a distribuição vertical da velocidade do som, permitiu fazer modelos de previsão para a propagação do som. Este conceito foi testado no Aeroporto Internacional de Narita, onde se mediu o ruído das aeronaves em descolagem e na aterragem no aeroporto. O ruído foi medido quatro vezes num ano, sob diferentes condições climáticas.

A Organização da Aviação Civil Internacional chegou a acordo sobre uma resolução para uma medida baseada no mercado global para abordar as emissões de CO₂ da aviação internacional a partir de 2021. A resolução acordada estabelece o objetivo e os principais elementos do projeto do esquema global, bem como um roteiro para a conclusão do trabalho de implementação em várias etapas e modalidades. O Esquema de Compensação e Redução de Carbono para a Aviação Internacional, ou CORSIA, visa estabilizar as emissões de CO₂ nos níveis de 2020, exigindo que as companhias aéreas compensem o crescimento de suas emissões após 2020. Assim as companhias aéreas serão obrigadas a monitorar as emissões em todas as rotas internacionais e por sua vez compensar as emissões das rotas incluídas no esquema através da compra de unidades de emissão elegíveis geradas por projetos que reduzem as emissões em outros setores.

Contudo os poluentes de aeronaves geralmente se transformam em três etapas diferentes: 1) imediatamente após sair do combustível dentro do motor, 2) a jusante do motor, e 3) após as emissões terem arrefecido e se misturado com a atmosfera ambiente. Na saída do motor da aeronave, os gases de combustão quentes se misturam ao ar ambiente formando partículas de aerossol; essas partículas chegam às comunidades aeroportuárias durante as operações de aterragem e descolagem (FAA, 2015, p. 6).

O [Doc 8168-OPS/611- Volume II- Construção de Procedimentos Visuais e de Voo por Instrumentos, (Annex 11, Appendix 3)] da ICAO, aborda o procedimento apropriado para usar para a redução de ruídos, sob o método do Procedimentos de Redução de Ruído na Descolagem 1 e 2 (NADP1 e NADP2).

2.4.2 América Latina e Caribe

Com o emergente crescimento do transporte aéreo, a FAA teve a necessidade de criar regulamentos para ter um transporte aéreo mais seguro, eficiente e moderno; entretanto liberalizou totalmente o mercado dos EUA e, nesse âmbito, a América Latina foi representada pela Comissão Latino-Americana e Caribe de Aviação Civil (LACAC), estabelecida na Segunda Conferência de Autoridades Aeronáuticas da América Latina, realizada na Cidade do México em 1973, com objetivo de proporcionar às autoridades de aviação civil dos Estados membros uma estrutura apropriada para discutir e planejar medidas cooperativas, e coordenar as suas atividades de aviação civil, (ICAO, 2004, p. 82).

Em 2013 a FAA, ICAO e o CAEP fundaram o Programa Contínuo de Eliminação de Emissões de Ruído (CLEEN), para avançar no desenvolvimento de tecnologias para reduzir ainda mais o ruído das aeronaves como se verifica no Gráfico 4. Este programa suporta a tecnologia da FAA e conjuntos alternativos de soluções de combustível para aeronaves. A CLEEN irá desenvolver tecnologias ecologicamente corretas para aeronaves civis. Essas tecnologias ajudarão a atingir os objetivos da NextGen de reduzir os impactos de ruído e emissões na aviação. Um dos objetivos do programa CLEEN é desenvolver uma tecnologia de aeronaves certificáveis que reduza os níveis de ruído das aeronaves atuais e futuras (ECAC. CEAC, 2016 , p. 36).

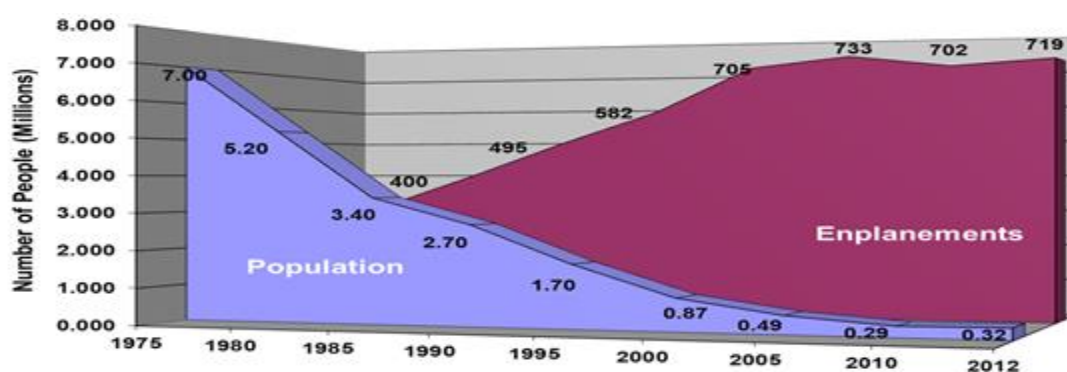


Gráfico: 4 Redução da Exposição ao Ruído com Crescimento do Tráfego Aéreo (ECAC. CEAC, 2016 , p. 36).

2.4.3 Europa

A Europa é representada pela ECAC - Conferência Europeia da Aviação Civil, fundada em Estrasburgo, em 1954, em conformidade com uma iniciativa da ICAO e do Conselho da Europeu (ICAO, 2004, p. 81). Entretanto com a criação do SES (Céu Único europeu), a União Europeia deu um passo na liberalização do transporte aéreo, e transformou gradualmente os mercados da aviação protegida num mercado único competitivo com objetivo de: melhorar a Gestão do Tráfego Aéreo (ATM); melhorar Serviço de Navegação Aérea (ANS); melhorar a Segurança em 10 vezes mais, e reduzir o Impacto Ambiental da Aviação em 10% até 2035. Em 2007 foi criado o SESAR com objetivo de desenvolvimento e implementação de novos sistemas europeu de gestão de tráfego aéreo.

A UE implementou o regulamento nº 598/2014 do Parlamento Europeu que estabeleceu regras e procedimentos para a introdução de restrições de operação relacionadas com o ruído e procedimentos de emissão de GEE nos aeroportos da União no âmbito de uma abordagem equilibrada, fortificando assim a política global de ruído da EU, onde a legislação da EU, especificamente direcionada para o ruído e a redução do tráfego aéreo, baseia-se essencialmente na aplicação de normas desenvolvidas no âmbito da Organização da Aviação Civil Internacional.

Como podemos verificar no Gráfico 5 em 2016, o setor dos transportes contribuiu com 27% do total das emissões de gases de efeito estufa, as emissões de transporte aéreo em 2016 foram 26% acima dos níveis de 1990. Apesar de um declínio ligeiro entre 2008 e 2013 as emissões aumentaram quase 3% em comparação com 2015. A aviação Europeia experimentou o maior aumento percentual das emissões de gases de efeito estufa sobre os níveis de 1990 (+114%), seguindo-se o transporte marítimo internacional (+33%) e o transporte rodoviário (+22%). Estimativas da EEA mostram que as emissões dos transportes (incluindo a aviação) aumentaram ainda mais 1,5% em 2017. As emissões precisam descer cerca de dois terços até 2050, em comparação com os níveis de 1990, a fim de atingir a meta de longo prazo de redução de 60% das emissões de gases de efeito estufa, conforme estabelecido no Livro Branco sobre Transporte em 2011, (EEA, 2018).

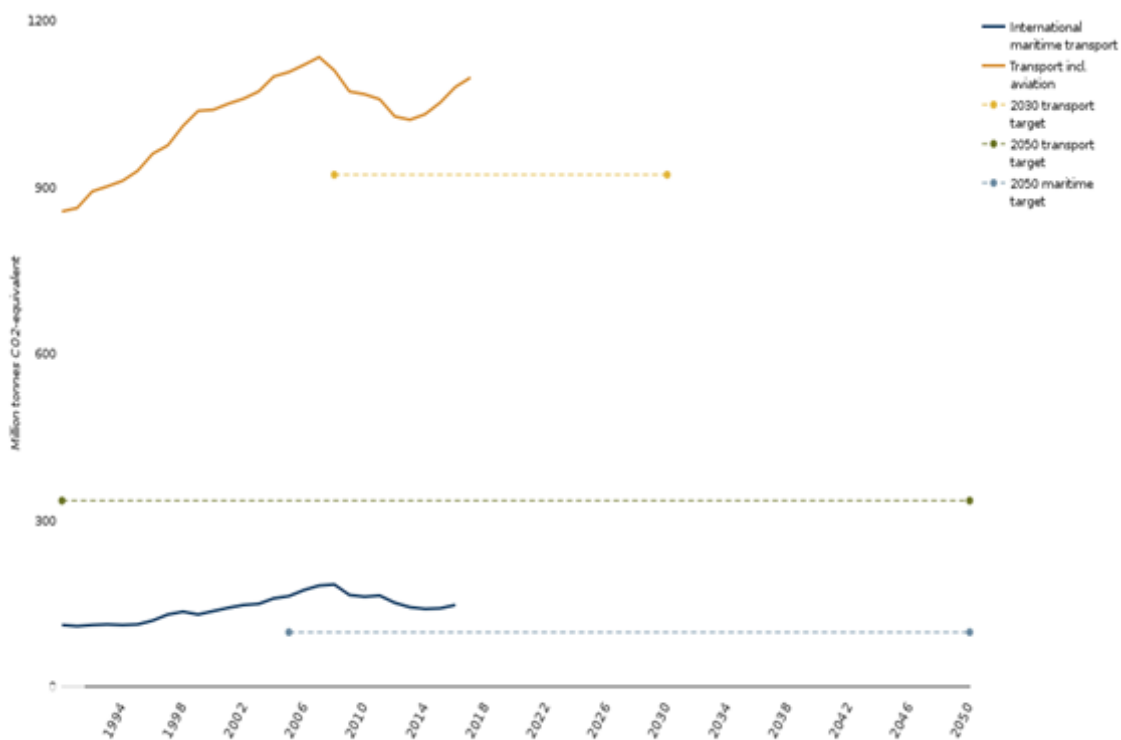


Gráfico: 5: Mecanismo de Monitorização de GEE na Europa (EEA, 2018).

E conseqüentemente tem-se veiculado a meta para o transporte em geral em 2030: aumento de 8% das emissões de gases com efeito de estufa provenientes dos transportes em comparação com os níveis de 1990. A meta para o transporte em geral em 2050: redução de 60% nas emissões de gases com efeito de estufa dos transportes em comparação com os níveis de 1990. Por sua vez, a meta para o transporte marítimo para 2050 será: redução de 40% nas emissões de gases com efeito de estufa em comparação com os níveis de 2005. Estes dados são retratados no Gráfico 6.

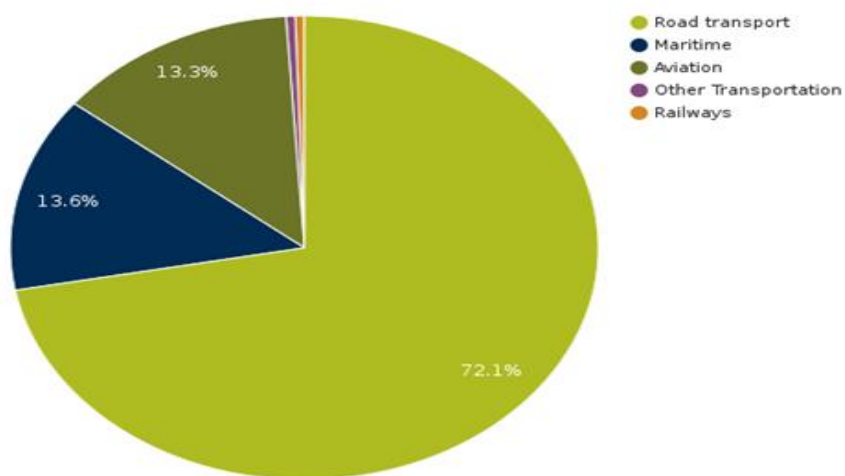


Gráfico: 6 Percentagem de Emissões de GEE em Transporte na Europa (EEA, 2018).

Tanto as aeronaves como outros veículos que operam no aeroporto criam emissões como resultado da queima de combustível. Os motores das aeronaves produzem dióxido de carbono (CO₂), que compreende cerca de 70% dos gases de escape e vapor de água. (H₂O), que compreende cerca de 30%. Menos de 1% dos gases de escape são compostos por poluentes como óxidos de azoto (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos parcialmente queimados ou não queimados (HC), partículas em suspensão (PM) e outros compostos. Geralmente, cerca de 10% das emissões de poluentes de aeronaves são emitidas perto da superfície da Terra (menos de 914 m acima do nível do solo). Os 90% restantes das emissões de aeronaves são emitidos em altitudes acima de 914 m. Os poluentes CO e HCs são exceções a essa regra, pois são produzidos quando os motores de aeronaves operam com a menor eficiência de combustão (enquanto as rodas estão no solo), o que faz com que eles se dividam 30% abaixo de 914 m e 70% acima de 914 m. Aeronaves não são a única fonte de emissões da aviação. Os veículos de acesso ao aeroporto e de apoio terrestre geralmente queimam combustíveis fósseis e produzem emissões semelhantes. Isso inclui o tráfego de ida e volta para o aeroporto, autocarros e carrinhas que transportam passageiros e equipamentos de suporte terrestre (GSE) que puxam/empurram as aeronaves. Outras fontes de emissão comuns no aeroporto incluem unidades de energia auxiliar (APU) que fornecem eletricidade e ar condicionado a aeronaves estacionadas em stands de terminais de aeroportos, fontes estacionárias de energia de aeroportos e equipamentos de construção operando no aeroporto (FAA, 2015).

2.4.4 Médio Oriente

No Medio Oriente a ICAO é representada pela Comissão Árabe da Aviação Civil (ACAC), fundada em 1995, que tem como objetivo: estabelecer um plano para desenvolvimento da aviação civil e garantir a sua segurança; promover a cooperação e coordenação entre os Estados membros no campo da aviação civil e estabelecer as regras e regulamentos necessários para alcançar sua uniformidade; e assegurar o crescimento e desenvolvimento da aviação civil para atender às necessidades das nações árabes em busca de transporte aéreo seguro, eficiente e regular (ICAO, 2004, p. 82). No que diz respeito a as externalidades associadas ao transporte aéreo, a ACAC seguiu as normas e recomendações da ICAO.

2.4.5 África

Por sua vez a África é representada na ICAO pela Comissão Africana de Aviação Civil (AFCAC), uma agência especializada da Organização da Unidade Africana (OAU), agora conhecida como (UA), que foi estabelecida em Addis Abeba, Etiópia, em janeiro de 1969, com o objetivo de fornecer aos membros um quadro de coordenação para alcançar uma melhor utilização e desenvolvimento do sistema de transporte aéreo africano e para encorajar a aplicação das normas e recomendações da ICAO, (ICAO, 2004, p. 81).

As maiores companhias aéreas africanas como a Kenya, Ethiopian e South African Airways tem feito contacto com as demais companhias africanas de bandeira afim de criarem o SAATM- Mercado Único Africano de Transporte Aéreo, seguindo a Europa e a América na liberalização do mercado Africano, proporcionando assim melhores condições de serviços, tarifas mais baratas para estimular o tráfego adicional e maiores fluxos comerciais, e os estudos de impacto ambientais atendendo à vulnerabilidade do continente.

Em busca de melhoria e de facilitação da liberalização do sector do transporte aéreo no mercado africano, os países da união africana, consciencializaram-se disso mesmo e deram um passo decisivo na criação do céu único africano. Por outro lado, de acordo com (Zheleznaia, 2014) a aviação, incluindo o transporte aéreo, está em constante desenvolvimento e aperfeiçoamento, como exemplos mais concretos são a avaliação da metodologia dos transportes aéreos no Céu Único Europeu (SES) e da realização do programa de investigação sobre o sistema de gestão do ATM no céu único europeu (SESAR).

A mudança climática tornou-se um tema de interesse global atendendo o seu impacto devastador já visível em alguns cantos do mundo, logo prevê-se que o continente Africano seja confrontado com os mais severos efeitos adversos causadores de alterações climáticas, em comparação com a maioria das outras regiões do mundo (ACPC, 2014).

2.5 Conclusão

Atendendo o desafio atual, as entidades mundiais uniram-se na liberalização do transporte aéreo tendo em conta a globalização deste sector, aumento de tráfegos aéreos, apetrechamentos nas infraestruturas aeroportuárias e serviços, melhores qualidades de serviços oferecidos pelas companhias aéreas e liberalização das companhias low cost; todos esses fatores influenciaram o crescimento de passageiros mundiais. A liberalização para mercado único só traz vantagens, uma vez que há livre circulação, melhoria e maior qualidade de serviço, redução de tarifas, facilidade de circulação entre os passageiros, trocas comerciais, turismo, entre outras utilidades.

O transporte aéreo tem um papel importante no desenvolvimento local e regional atendendo a dinâmica deste sector, uma vez que anda juntamente com outros sectores de atividades; a evolução desta deveu-se vários fatores como a liberalização dos mercados americano e europeu. No que diz respeito a África, estão-se a dar os primeiros passos na liberalização do transporte aéreo, com a criação do céu único Africano, de modo que se eliminem as barreiras relativamente aos preços dos bilhetes e respetivas ofertas.

A abertura deste mercado em África contribuiria para o desenvolvimento económico, haveria melhores condições de serviços, melhores tarifas, e haveria mais capacidade para abordar as

externalidades negativas associadas ao transporte aéreo, ou seja, há que haver um estímulo do mercado para a população, isto porque se as pessoas não viajam devido aos preços elevadíssimos dos bilhetes das passagens, e as companhias não conseguem obter uma boa faturação, temos que ter em conta a elasticidade de preço (Cole, 2005, p. 22 a 104): quanto menor o preço, mais as pessoas provavelmente utilizarão o transporte aéreo e serviço oferecido. Entretanto há estudos feitos por entidades internacionais, incentivando a esta mudança, que ocorrerá na: Realização da independência económica de África; Desregulamentação do setor de aviação; e Liberalização tarifária à taxa massiva de investimento (Akored, 2018).

Com surgimentos de companhias Low Cost Africanas, o aumento de rotas, e um aumento de circulação da população dentro do Continente traria nova dinâmica (Bank, 2018) ao sector. Estimando-se que o transporte aéreo tem crescido e crescerá ainda mais nos últimos anos (ACI, 2018), esse crescimento deve-se ao surgimento de novas rotas, à exigência da procura, e à oferta diversificada das grandes companhias Low Cost que disponibilizando preços irrecusáveis das passagens, estimulam os clientes a viajarem.

Capítulo 3: Caso de Estudio

3.1 Introdução

As externalidades negativas associadas ao transporte aéreo tem sido um problema em quase todos os aeroportos. A tecnologia melhorou as capacidades de desempenho da aeronave no sentido de reduzir o GEE e Ruído emitido pelos motores das aeronaves.

Este capítulo retrata o caso de estudo onde é feita a caracterização de São Tomé e Príncipe quanto à situação económica, transporte aéreo, e as externalidades negativas (GEE e Ruído) durante o ciclo LTO no aeroporto internacional na ilha de São Tomé. Tendo em conta a insularidade do País o transporte aéreo é única forma de este se ligar com outros países, e por outro lado o País possui diversos parques naturais e a ilha do Príncipe é reserva mundial da biosfera - habitat de diversas espécies únicas e de flora e faunas endémicas.



Imagem 1: Biodiversidade em STP(DGT,2018)

As entidades que regulam o sector de transporte aéreo em STP são o INAC - Instituto Nacional de Aviação Civil e a ENASA - Empresa Nacional de Aeroportos e Segurança Aérea; essas duas instituições regulam as infraestruturas aeroportuárias, que nos últimos anos têm implementando políticas inovadoras na melhoria de qualidade de serviços, uma vez que os movimentos de passageiros, cargas e correios têm crescido ao longo dos anos.

No Continente Africano as alterações climáticas são expressas gradualmente com o passar do tempo, implicando problemas em relação a recursos hídricos, população costeira e

infraestruturas, produção agrícola, ecossistemas oceânicos e de savanas, criando impactos na saúde humana e movimento populacional, culminando com repercussões no desenvolvimento do continente e conflitos diversos (Serdeczny, et al., 2015). Entretanto esse impacto negativo tem causado o desaparecimento de diversas espécies de animais e plantas. Este problema da degradação da diversidade biológica tem vindo a assumir nos últimos tempos proporções alarmantes a nível mundial. Tal fenómeno tem também atingido São Tomé e Príncipe, embora não se saiba ao certo como quantificar esta perda. Tem-se verificado uma grande redução da diversidade biológica, sobretudo para as espécies cultivadas, domesticadas e as demais (MA, 2017, p. 6), e representam uma ameaça significativa para os atuais sistemas de produção, infraestruturas e mercados, e são de grande preocupação não só dos governos nacionais, como das organizações internacionais (Müllera, Cramera, Harea, & Lotze-Campena, 2011). O sector agrícola emprega 65% da mão-de-obra africana e a produção do sector aumentou desde 2000, principalmente devido a uma expansão da área agrícola (Serdeczny, et al., 2015).

O governo em 2016 (NDC , 2017), elaborou os Programas Nacionais de Adaptação (NAPA), e planos de investimento multissectorial para integrar a resiliência às alterações climáticas e ao risco de desastres na gestão da zona costeira de São Tomé e Príncipe (Centre & Development, 2010), realçando-se as vulnerabilidades da Tabela 6 a ter em conta.

Tabela 6: Vulnerabilidade Face Alteração Climática em STP (NDC , 2017).

Vulnerabilidade Face Alterações Climáticas	
Agricultura e Pecuária	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da produção • Alteração físico-química do solo • Redução da renda no meio rural para os agricultores e criadores de animais
Floresta e Solos	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da área florestal em caso de seca prolongada • Aumento da extensão de savana no noroeste da ilha de São Tomé • Proliferação de insetos predadores nos ecossistemas florestais • Alagamento de zonas florestais de relevo plano • Perca de coberto florestal por deslizamento de terras • Redução do teor da água dos solos • Surgimento do fenómeno de terras baixas propensas a inundação
Água, Energia e Pescas	<ul style="list-style-type: none"> • Reduções de lençóis freáticos • Diminuição dos caudais dos rios

	<ul style="list-style-type: none"> • Maior índice de mortalidade e imigração das espécies (fauna e flora) • Alta precipitação, aumento de caudal, inundação, catástrofe natural • Diminuição da qualidade das águas • Elevado custo de tratamento de água • Redução da produção de energia hidroelétrica
Zona Costeira	<ul style="list-style-type: none"> • Perdas económicas • Perda de habitat • Inundação das povoações da orla costeira • Erosão costeira
População, Saúde e educação	<ul style="list-style-type: none"> • Migração • Mudança de hábitos e costume alimentar • Malnutrição • Doenças respiratórias, epidérmicas e de visão • Aumento de casos de doenças como paludismo, cólera, ... • Insucesso escolar • Degradação da infraestrutura escolar

3.2 São Tomé e Príncipe

3.2.1 Caracterização Social e Económica

Reconhecendo a seriedade da questão do aquecimento global, São Tomé e Príncipe desenvolveu um Plano de Ação com o compromisso de uma abordagem abrangente para reduzir as emissões da aviação, e assinou e ratificou a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (UNFCCC) e também aderiu ao Protocolo de Quioto (INAC, 2016, p. 8), com base nas premissas seguintes:

- São Tomé e Príncipe é um Estado insular localizado no Golfo da Guiné e atravessado pelo Equador ao largo da costa da África Central. O País é composto por duas ilhas, nomeadamente, por um lado, São Tomé, onde se encontra a capital e, por outro, o Príncipe e várias ilhotas, com superfície, aproximadamente 1000 quilómetros quadrados e por uma população estimada em 200 mil habitantes em 2011. O arquipélago de São Tomé e Príncipe não tem fronteiras terrestres, mas é relativamente próximo do Gabão, Guiné Equatorial, Camarões e Nigéria. O clima é tropical húmido com chuva durante quase todo o ano. Existem duas estações das quais numa delas se registam chuvas durante nove meses correspondentes ao período de setembro a maio e a outra, seca, designada “Gravana”, por um período de três meses, de junho a agosto. As temperaturas registadas em São Tomé e Príncipe, tanto a mínima como a máxima ocorreram em 1951 a 1977, respetivamente 21,3°C, 29,3 °C. Entretanto, há

uma estação intermédia denominada “Gravanito”, que ocorre transitoriamente entre os meses de dezembro e janeiro;

- A Zona Costeira de São Tomé e Príncipe vai desde o limite da zona económica exclusiva (ZEE) que se inicia a 200 milhas marítimas até aos 100 m de altitude, a partir da linha da costa. Podendo-se encontrar vários ecossistemas, nomeadamente o marinho, o terrestre e o da zona intermédia, onde existe uma fauna e flora diversificadas. As temperaturas costeiras são mais elevadas (26°C) de março a maio, mas são relativamente inferiores de julho a agosto (23°C a 23,5°C). A maior parte da costa é rochosa com relevo muito acidentado, mas existem inúmeras baías arenosas que constituem todo um sistema de praias ao longo da costa.

São Tomé e Príncipe dispõe de florestas com vegetação abundante cujas características variam em função de vários fatores entre os quais o relevo, a altitude e consequentemente o microclima característico de cada região. O PIB provem principalmente da agricultura, consumo, comércio, turismo e mineração (DGA, 2011, p. 30 a 32). É um País extremamente dependente de sector primário, tendo um papel fulcral na fomentação da economia e riqueza, onde recai grande preocupação atendendo à vulnerabilidade deste sector face às alterações climáticas. A economia Santomense registou um crescimento de 4,1%, acima do valor observado em 2015 (3,8%). Este crescimento deveu-se, essencialmente, à recuperação dos **sectores da Indústria** (transformadora e de construção com variações anuais de 8,2% e 13,7% respetivamente), atividades extrativas (8,2%), aliado ao dinamismo dos serviços ligados ao **sector turístico** (6,8%), (BCSTP, 2016, p. 15).

A questão da alteração climática é um caso de **sustentabilidade**, uma vez que a sua consequência poderá influenciar drasticamente o mercado interno do País. A República Democrática de São Tomé e Príncipe é um **País agrícola**, cuja economia é baseada na exportação de **cacau**. Em 2016, São Tomé e Príncipe exportou US \$ 16,3 Milhões, tornando-se o 208º maior exportador do mundo. STP sempre foi um país dependente do sector agrícola, atingindo a liderança mundial na produção da cana de açúcar na época colonial. Durante os últimos cinco anos, as exportações de São Tomé e Príncipe diminuíram a uma taxa anual de -4,7%, a partir de \$ 24,9 Milhões em 2011 para \$ 16,3 Milhões em 2016. As exportações mais recentes são lideradas por Cacau em amêndoas, que representam 71,1% das exportações totais de São Tomé e Príncipe, Figura 16 (OCE & PRINCIPE, 2016).

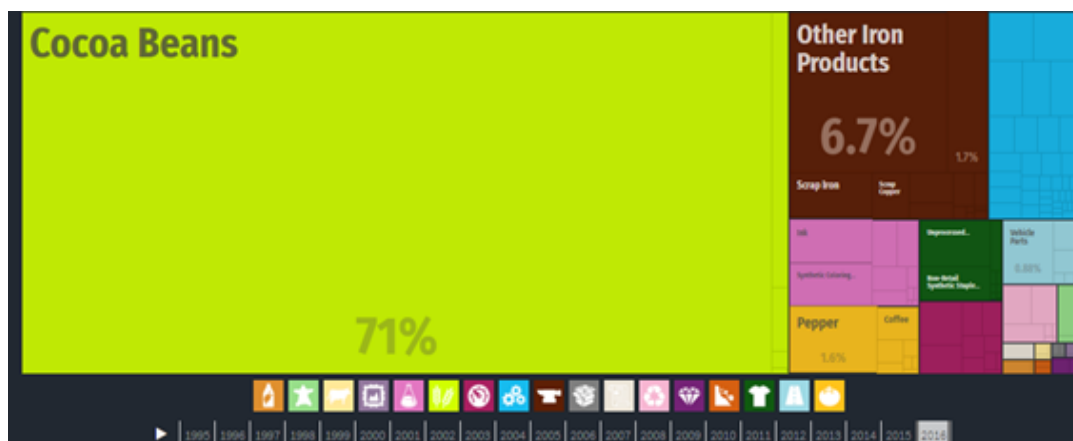


Figura 16: Índice de Exportação do Ano 2016 (OCE & PRINCIPE, 2016).

A situação económica de STP depende do sector agricultura, pesca e turismo que recentemente têm ganhado mercado tendo influência direta na economia (Souto, 2016, pp. 16-60). Ao nível social e cultural, o sector de turismo tem estado a potencializar e a facilitar uma maior diversidade de contacto entre pessoas de diversas origens impulsionando assim a economia (Brito, 2010), mas por ser um País insular e tropical de ecossistema muito frágil. Os fenómenos climáticos adversos têm ocorrido com maior frequência, com enchentes, alterações nas floras e faunas, secas, tempestades, esses impactos² terão influência em infraestruturas turísticas e hoteleiras localizadas na sua maioria nas zonas costeiras que estando assim sob forte erosão causam danos irreversíveis nos atrativos turísticos, e no que diz respeito as espécies biológicas e endémicas (Vera Cruz, 2013).

Entretanto, o crescimento exponencial de embarque e desembarque, no aeroporto internacional de STP fez com que o impacte da globalização no transporte aéreo se refletisse também no arquipélago potenciando a aproximação a mercados de forte interatividade e implicando grande contribuição para o desenvolvimento económico e das infraestruturas do país, elevando assim a qualidade de vida e mobilidade da população.

3.3 Sistema de Transporte

3.3.1 Introdução

Os transportes desempenham um papel fundamental no desenvolvimento socioeconómico de qualquer País, pois asseguram a mobilidade de pessoas e bens, permitindo assim os

² A alteração climática terá influência negativa nessas unidades hoteleiras nas zonas costeiras: Ilhéu Santana- Clube Santana, Ilhéu Bombom, Ilhéu das Rolas, Hotel Miramar, Hotel Praia, Hotel Pestana, Hotel Omali Lodge, Restaurante Bigodes, Hotel La Provence, Hotel Cocoa. No turismo de observação, a fauna e a flora representa papel fundamental na economia regional e do desenvolvimento do país, logo poderão ter esses investimentos em causa com a perda da biodiversidade e a invasão costeira.

intercâmbios e as trocas comerciais. O impacto do sector dos transportes em STP é ainda maior se tomarmos em consideração o facto de ser o segundo maior consumidor de combustíveis fósseis, correspondente a 28,7% do consumo geral na realidade STP onde prevalecem os modos aéreo, marítimo e rodoviário (INM, 2012).

O sector de transporte é visto como uma ponte de desenvolvimento em STP, sendo o transporte aéreo e a rede aeroportuária um factor importante na economia local fomentando a atividade de um país uma vez que este meio será agregado a outras infraestruturas, entidades e serviços, como o comércio, a restauração, o lazer entre outros (ICAO, 2016, p. 2 a 4). Contudo a aviação não é apenas um dos principais motores do crescimento económico, mas também é um fator importante para aumentar o sector de turismo e comércio, que por essa associação torna a conectividade aérea um fator importante que é indispensável para o turismo em muitos Estados, especialmente os Países Menos Desenvolvidos (PMDs), os Países em Desenvolvimento sem Litoral (PMDLs) e os Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (PEID). A aviação também é um importante meio de transporte para o comércio mundial, já que quase um terço do comércio global em termos de valor é transportado por via aérea, com um impacto económico global da aviação em 2015 (por efeitos diretos, indiretos, induzidos e catalíticos) estimado em US \$ 2,7 milhares de milhões, o equivalente a 3,5% do produto interno bruto mundial (PIB), gerando assim um total de 63,5 milhões de empregos no mundo. Por sua vez a indústria do transporte aéreo em África (por efeitos diretos, indiretos e induzidos) gerou uma estimativa de 1,1 milhão de empregos e contribuiu com US \$ 38,2 mil milhões para o produto interno bruto (PIB) na África, ou seja, 1,7% da economia (ICAO, 2016, p. 2).

O sector de transportes em STP representa o segundo que mais contribui nas emissões de GEE. No subsector dos transportes aéreos houve um incremento do número de voos, tanto domésticos, ligações entre as ilhas, como internacionais. No que diz respeito à São Tomé e Príncipe, o ruído é mencionado em dois documentos chave da política de ambiente (MA, 2018):

- Na Lei de Bases do Ambiente, Lei n.º 10 / 1999, no Capítulo V, referente às componentes ambientais, o Artigo 42.º indica “A salvaguarda da saúde e bem-estar da população determina a adoção de normas que estabeleçam os níveis de ruídos admissíveis e regulamentem o licenciamento e localização das fontes de ruídos”;
- No Regulamento sobre o processo de avaliação do impacto ambiental, Decreto n.º 37 /1999, que no Artigo 6º, ponto 2, refere que “o estudo de impacto ambiental deverá conter, no mínimo, a seguinte informação: ... (c) identificação dos efeitos, diretos, indiretos, potenciais, globais e cumulativos mais significativos sobre o ambiente resultante da introdução da atividade quanto... (IV) À emissão de resíduos, de poluentes, níveis de ruídos”.

No entanto, São Tomé e Príncipe não tem em vigor qualquer legislação nacional específica para a prevenção e controlo da poluição sonora, e no que diz respeito à qualidade do ambiente sonoro não existe qualquer referência a medições e/ou avaliações acústicas realizadas em

qualquer ponto das ilhas visando a salvaguarda da saúde e o bem-estar das populações. Mas, atendendo à política de sustentabilidade e no cumprimento das exigências regulamentares aplicáveis em matéria de ruído emitido para o exterior em construções hoteleiras em STP (são utilizadas as legislações portuguesa, uma vez que não existe legislação específica para o ruído em São Tomé e Príncipe) é previsível a ocorrência de impactos acústicos negativos significativos (Matos, 2013), e, por outro lado, o ruído constitui um problema social (Kroesen, et al., 2010).

3.3.2 Transporte Aéreo

3.3.2.1 Infraestruturas Aeroportuárias

O transporte aéreo é um sector chave para o desenvolvimento socioeconómico de São Tomé e Príncipe. De facto, este meio de transporte é a única maneira de conectar o País ao mundo exterior. O sistema de transportes em São Tomé e Príncipe caracteriza-se pela presença de três modos de transporte, nomeadamente o transporte rodoviário, o transporte marítimo e o transporte aéreo. O desenvolvimento de infraestruturas de transporte é considerado uma prioridade nacional. A política de transporte do governo sempre se concentrou na manutenção, reabilitação e desenvolvimento dessa infraestrutura para permitir a implementação de uma estratégia de desenvolvimento económico.

O INAC e a ENASA têm um papel imprescindível na melhoria das infraestruturas aeroportuárias, encarando os desafios eminentes que vão desde gerir o espaço aéreo apetrechando-o de tecnologias mais atualizadas; à segurança de serviços aéreos em terra; ao delimitar de zonas de circulação; às sinalizações informativas e preventivas; a várias medidas de safety e security. A questão da insularidade do País esta associada a outras questões como a da logística: tendo em conta as limitações geográficas do País há necessidade de se recorrer a outros mercados para se escoarem os produtos e se adquirirem equipamentos tecnológicos, e muitas vezes devido à fragilidade de certos produtos a sua importação e exportação terá de ser apenas através do transporte aéreo. Por sua vez esse produtos são obrigados a serem transportados em voos comerciais, regulares, e muitas vezes atendendo ao fluxo de passageiros, têm sido criados grandes bloqueios para empresas em STP na exportação e importação dos seus produtos, tendo mesmo acontecido que as empresas estrangeiras param de encomendar certos produtos devido a não garantia da sua chegada a tempo; por exemplo, é o caso: da exportação de Chocolate Claudio Corallo de São Tomé Príncipe para Milão (Itália), Frankfurt (Alemanha), Amesterdão (Holanda), São Francisco (EUA), ou Paris (França), (Nón, 2015). Isto confirma a necessidade de se estudar a possibilidade de haver novos serviços aéreos para segurar estas realidades. Outra questão que advém da insularidade do País é à vigilância na zona costeira numa ZEE (Zona Económica Exclusiva) até 200 milhas, com abundância de riquezas naturais (pesca, petróleo); logo é obrigação de todos contribuírem para a criação de legislação que assista a Marinha no combate ao fluxo de pirataria crescente, atendendo à inexistência de Força Aérea em STP. Por

outro lado, a questão das aeronaves de bandeiras Santomense não entrarem no Mercado Europeu é uma preocupação acrescida (Nón T. , 2016).

Os impactos do Aeroporto na região em que se inserem estendem-se muito além do incómodo provocado pelo ruído, agregando preocupações ambientais, conflitos de vizinhança, integração modal e controle de risco de fauna e acessibilidade, exigindo uma atitude mais cooperativa entre os gestores aeroportuários e municipais, numa superação da necessidade de atingir metas imediatas e para uma perspectiva mais duradoura de longo prazo.

As infraestruturas aeroportuárias em São Tomé e Príncipe, compreendem essencialmente o aeroporto Internacional de São Tomé localizado na ilha de São Tomé e um aeroporto doméstico na ilha do Príncipe. O aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe é limitado pelo tamanho da sua pista única, que exclui descolagem e aterragem de aeronaves de grandes dimensões como por exemplo o Boeing 747, que mede 2.220m por 45 m. Trata-se de uma pista designada 11L/29R a uma altitude de 10m ao nível do mar. O aeródromo da ilha do Príncipe tem uma altitude de 180 metros acima do nível médio do mar, tem uma pista designada 18L/36R com uma superfície de 1.750 por 45 metros. Ao contrário do aeroporto de São Tomé, não há voos internacionais comerciais frequentes para o Príncipe, havendo apenas voo internacionais privados, portanto, as instalações são utilizadas diariamente, mas por passageiros de voos domésticos.

A operação da aviação civil em São Tomé e Príncipe segue as normas e recomendações internacionais comumente acordadas pelo ICAO e as entidades reguladoras. No que concerne a externalidade associadas ao transporte aéreo em STP, até à presente data não há estudos conhecidos. O setor de aviação civil em STP está sob a supervisão do Ministério de Infraestrutura, Recursos Naturais e Obras Públicas, que definem as missões específicas para as diversas estruturas que compõem o setor. Várias instituições estão envolvidas na gestão e operação da aviação civil, incluindo o Instituto Nacional de Aviação Civil (INAC) e a Empresa Nacional de Aeroportos e Segurança Aérea (ENASA).

O INAC detém os poderes da autoridade aeronáutica, e é responsável pela coordenação e supervisão de todas as atividades relacionadas com a aviação civil em todo o território nacional e sob a jurisdição de São Tomé e Príncipe. O INAC assessora o governo na política de aviação civil, auxiliando no desenvolvimento de leis e regulamentos.

A ENASA é responsável pela gestão, operação e desenvolvimento dos serviços aeroportuários, garantindo a segurança dos aeroportos de São Tomé e Príncipe, exercendo atividades de informação de voo e, secundariamente, controle de tráfego aéreo. Assegura a segurança da navegação aérea no espaço aéreo do país em conformidade com os acordos internacionais.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

As Tabela 7 e a Tabela 8, e as Figuras 17 e 18 caracterizam e mostram (respetivamente) os aeroportos de STP, quanto à sua localização, categoria, relevos e dados operacionais, e podemos verificar as cartas de rota e aproximação no Anexo 1.

Tabela 7: Característica de Aeroporto de São Tomé e Príncipe (Pena, 2016).

Aeródromo: São Tomé	País: São Tomé e Príncipe
Código ICAO: FPST	Código IATA: TMS
Categoria do Aeródromo: B	Fuso Horário: UTC+0
Categoria de Incêndio: 5	Elevação: 10m
Latitude: 0.378175	Longitude: 6.712153

Aeródromo: Príncipe	País: São Tomé e Príncipe
Código ICAO: FPPR	Código IATA: PCP
Categoria do Aeródromo: B	Fuso Horário: UTC+0
Categoria de Incêndio: 5	Elevação: 180m
Latitude: 1.657664	Longitude: 7.406998

Tabela 8: Características Operacionais (Pena, 2016).

RWY	Cat. Apróx	RWY Length	RWY Width	PCN	TORA	TODA	ASDA	LDA	ILS
11L/29R	NP	2220m	45m	30FBWT	2220m	2220m	2220m	2220m	Não
18L/36R	NP	1750m	45m	30FBWT	1750m	1750m	1750m	1750m	Não



Figura 17: Aeroporto Internacional de São Tomé e Príncipe (Google Maps, 2019).



Figura 18: Aeroporto Doméstico de São Tomé e Príncipe (Google Maps, 2019).

O Aeroporto Internacional de São Tomé é de Categoria B, atendendo a visão principal a o desempenho da pista devido às características montanhosas dos terrenos envolventes do aeroporto. É de realçar que, o aeródromo tem categoria de combate a incêndio de nível 5. O aeroporto reforça os mecanismos (veículos) de combate a incêndios com meios permanentes durante as 24h. Durante operações com aeronaves de dimensões superiores permitidas pela categoria de Incêndio, o aeroporto é reforçado com outros meios provenientes da cidade de São Tomé.

No Aeroporto Internacional de São Tomé há uma tendência para que ocorram eventos relacionados com altitude, como apresentado no Gráfico 7. Deve-se, principalmente, ao facto de aeroporto não possuir um sistema de aterragem por instrumentos (ILS) permitindo assim que não haja uma aterragem tão precisa. Em eventos de altura alta ou baixa durante uma aproximação (height high/low during approach 1/2 min to land), a cabeceira normalmente utilizada é a 29R, e é realizada uma aproximação visual sobre o mar (Pena, 2016, p. 42).

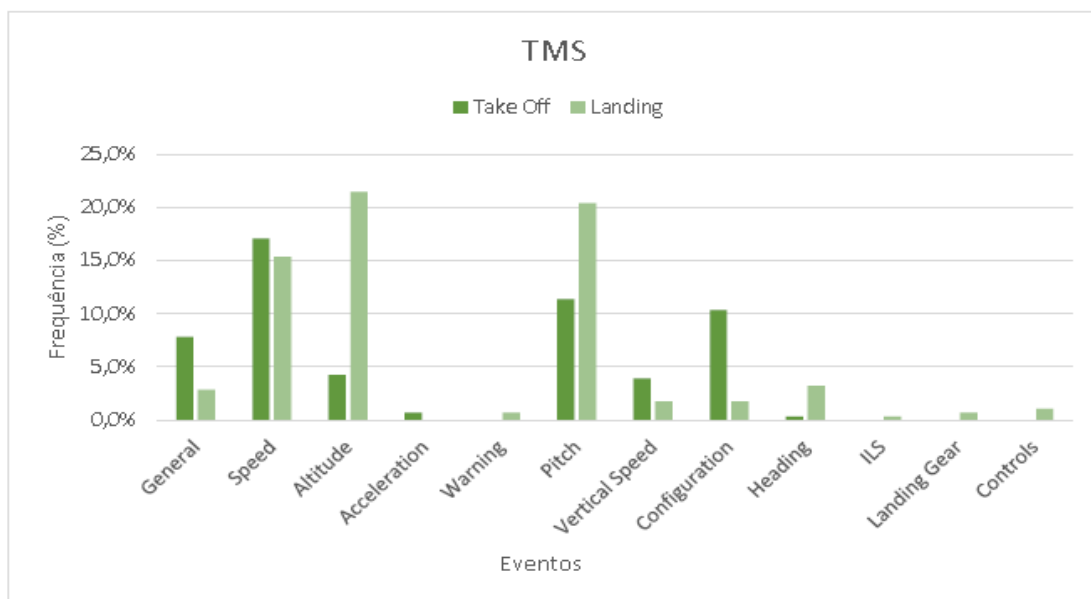


Gráfico: 7 Análise de Eventos em Aeroporto Internacional de STP (Pena, 2016, p. 43).

É visível também a existência de eventos na categoria de “configuration” porque a pista do aeródromo tem apenas 2220m, obrigando à utilização de flaps 20 (Pena, 2016, p. 43).

3.3.2.2 Indicadores de Movimento, Carga e Correio

No ano 2017, houve um aumento de movimentos, o qual foi justificado pelo aumento de taxa da ocupação e de frequências na rota LIS-TMS e vice-versa, e a entrada de uma nova companhia aérea. O número de passageiros e movimentos de aeronaves cresceram, apresentando uma variação de 0,2% a 12%, respetivamente, enquanto que as cargas e correios decresceram 16% a 56%. Os voos internacionais verificaram no geral um crescimento de 10% face a igual período de 2017 que representa 84% da quota de mercado de transporte aéreo regular. No segmento doméstico de passageiros, apesar ter representado 14% de tráfego aéreo regular, verificou-se um crescimento de 23% (INAC, 2018). Esta informação pode ser observada nos Gráficos 8 a 13, para a evolução de transporte aéreo regular no aeroporto internacional de STP de 2010 e 2017.

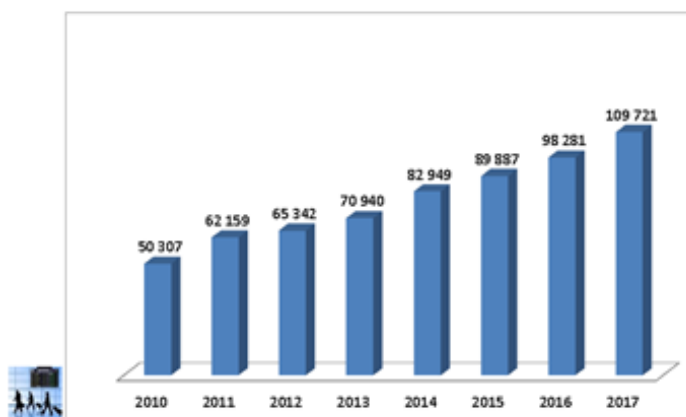


Gráfico: 8 Evolução de Passageiros (INAC, 2018).

De acordo com o Gráfico 8 a evolução de movimentos passageiros no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe é uniforme desde 2010 a 2017 e tem um crescimento continuo o que se refletirá nos anos seguintes; este crescimento deve-se ao facto de melhorias realizadas pela Direção de Turismo do País.

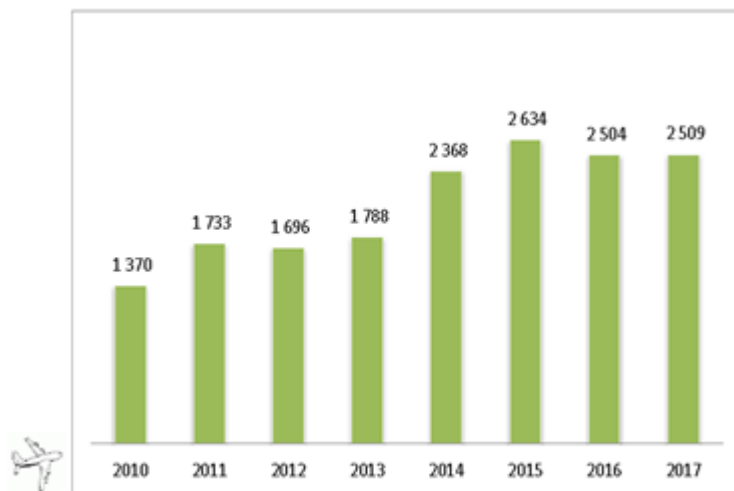


Gráfico: 9 Evolução de Movimentos (INAC, 2018).

Nota-se perfeitamente no Gráfico 9 de movimentos de aeronaves que há dois ciclos, uma vez que entre 2011 a 2013 as variações das aeronaves apresentavam valores aproximados, e em seguida começou a verificar-se uma diferença para 2014, atingindo-se o máximo em 2015; depois houve um decréscimo em 2016 que se manteve em 2017.

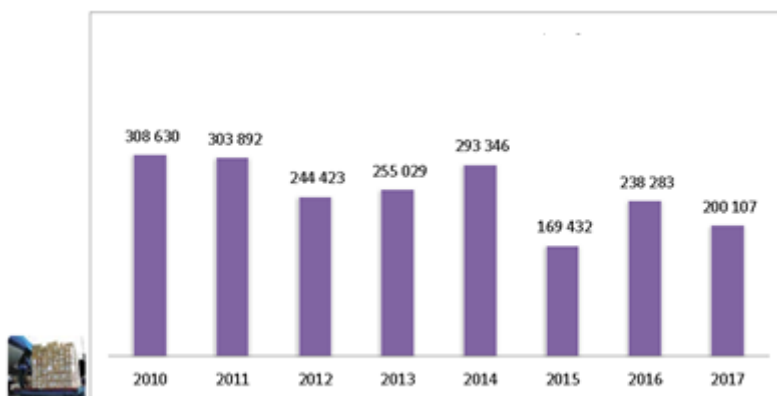


Gráfico: 10 Evolução de Cargas (kg) (INAC, 2018).

No que diz respeito a movimento de cargas (Gráfico 10), os anos de 2010 e 2011 apresentaram valores similares, e decresceram em 2012; esse crescimento continuou até 2014, e até 2017 apresentou um comportamento que alterna entre decréscimo e crescimento de ano para ano.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

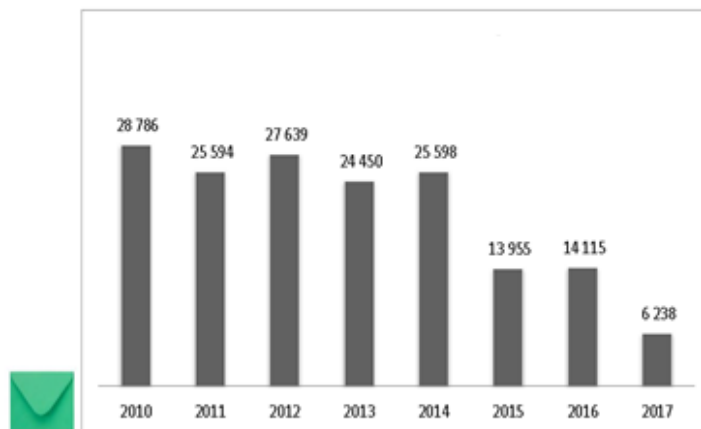


Gráfico: 11 Evolução de Correios (INAC, 2018).

O movimento de correio (Gráfico 11) teve um valor máximo em 2010, decresceu em 2011, e voltou a crescer em 2012; e desde então apresenta valores de decréscimo e crescimento alternados muito embora a tendência geral seja para uma diminuição geral acentuada que deverá continuar nos próximos anos.

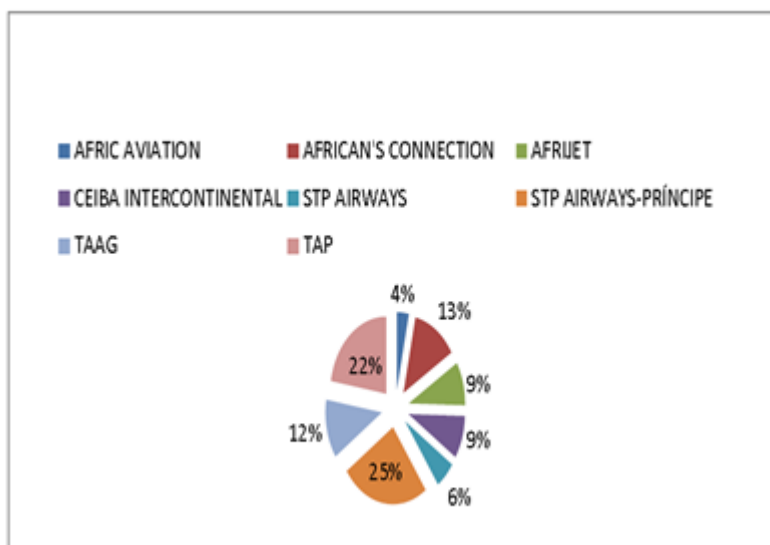


Gráfico: 12 Movimento por Companhia Aérea (INAC, 2018).

A percentagem evidenciada pelo Gráfico 12 reflete o tipo da aeronave e rota praticado pelas companhias que procuram STP.



Gráfico: 13 Movimento de Passageiros Doméstico e Internacional 2017 (INAC, 2018).

O Gráfico 13 mostra como mercado doméstico é limitado, com apenas um aeroporto, e, portanto, como a maior percentagem de movimentos recai sobre o mercado internacional.

3.3.2.3 Campanhas Aéreas a Operar em STP

3.3.2.3.1 Características Técnicas das Aeronaves

O procedimento para a elaboração do Caso de Estudo passa por recolher informação sobre as companhias a operarem em STP, os tipos de aeronaves utilizadas, a massa de combustível queimado, e as emissões de ruído, até ao cálculo das distâncias percorridas e do tempo de respetivo durante o ciclo LTO. De acordo com as operadoras aéreas a operarem com mais frequência em STP, foram escolhidas das frotas respetivas as aeronaves constantes da Tabela9.

Tabela 9: Aeronaves e Motores a ser analisados.

IATA Código	ICAO Código	Modelo	Número de Motores	Tipo do Motor	Modelo do Motor
D28	D228	Dornier-228-201	2	TP	HTPE 331-5-252D
SF3	SF34	Saab-340	2	TP	CT7-9B
AT4	AT43	ATR42	2	TP	PW121A; PW127F
AT7	AT72	ATR72	2	TP	PW127F; PW124B
73H	B737	B737-800	2	TF	CFM56-7B
767	B767	B767-300	2	TF	CF6-80C2B; PW4060
73G	B737	B737-700	2	TF	CFM56-7B ou 7B/3 ou 7BE
320	A320	A320-200	2	TF	CFM56-7B
321	A321	A321-200	2	TF	CFM56-5B1

3.3.2.3.2 Frequências de Movimentos

Os dados recolhidos foram dos anos 2016 e 2017, com base nos quais serão feitos os tratamentos relativamente aos movimentos das aeronaves que descolam e aterram no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe, a fim de estimar as emissões de Ruído e CO₂, no corredor aéreo do aeroporto, que por sua vez irá servir para verificar a influência das externalidades do transporte aéreo sobre a população abrangida no ciclo LTO.

A Tabela 10, demonstra os modelos das aeronaves utilizados por cada operadora em cada rota, atendendo às respetivas frequências de operação em STP. Para esta análise não foi tido em conta os sobrevoos, nem tão pouco os voos privados.

Tabela 10: Tabela: Operadores Aéreos em STP.

Nº	Companhias Aéreas	País	Destino	Tipo da Aeronave	Frequência semanal
1	AFRIJET	Gabão	Libreville/São Tomé/Libreville	ATR42/72	2
2	CEIBA INTERCONTINENTAL	Guiné-Equatorial	Malabo/São Tomé/Libreville/Malabo	ATR42/72-400/500	1
3	STP ARWAYS	Portugal	Lisboa/São Tomé/Lisboa	B737-800 B767-300	1
4	STP ARWAYS PRINCIPE	São Tomé e Príncipe	São Tomé/Príncipe/São Tomé	SAAB-340B	6
5	TAAG	Angola	Luanda/São Tomé/Luanda	B737-700	3
6	AFRICAN'S CONNECTION	São Tomé e Príncipe	São Tomé/Príncipe/São Tomé	DORNIER 228-201	7
7	TAP	Portugal	Lisboa/São Tomé/Lisboa	A320/321	3

3.4 Externalidades Negativas do Transporte Aéreo

3.4.1 Introdução

Depois de demonstrar a metodologia de análise das externalidades associadas ao transporte aéreo, que são os gases de efeito de estufa e o ruído estimados para determinada distância e em determinado tempo ao longo do ciclo LTO, iremos apresentar uma proposta de taxaço das aeronaves-poluidoras.

A preocupação do estudo não é propriamente a de estimar e taxar essas emissões de modo muito rígido, mas antes a de alertar para a necessidade de haver mais consciencialização desta realidade, tendo em conta que estamos perante algo com consequências irreversíveis para as pessoas e os ecossistemas; certamente que conhecendo os valores desses impactos podem-se criar políticas e regulamentos com o intuito de limitar os riscos quer para as populações, quer para as alterações climáticas.

3.4.2 Gases do Efeito Estufa

Na sequência da Equação 1 à Equação 48 foi determinada a distância e o respetivo tempo da decolagem e aterragem no ciclo LTO, retratados agora na Tabela 11 e Tabela 12; os dados foram baseados no Certificado Tipo de cada uma dessas aeronaves (Anexo 2).

Tabela 11: Valores Aproximados das Distâncias e Tempos da Decolagem no Ciclo LTO.

Decolagem (m/s)		Modelo de Aeronave					
		B767-300	A320/321	B737-7/8	ATR42/72	SAAB340	DORNIER 228-201
Distância	s_TO	1210,67	1531,93	1040,14	956,87	879,07	574,59
Tempo	t_TO	30,76	37,95	34,85	39,48	31,36	30,85

Tabela 12: Valores aproximados de distâncias e tempos da decolagem no ciclo LTO.

Aterragem (m/s)		Modelo de Aeronave					
		B767-300	A320/321	B737-7/8	ATR42/72	SAAB340	DORNIER 228-201
Distância	s_L	1286,30	831,67	936,08	681,50	766,03	518,45
Tempo	t_L	73,10	66,90	50,35	59,16	65,37	52,47

A análise das externalidades associadas ao transporte aéreo em ciclo LTO no aeroporto internacional de STP, de acordo com frequência de voo neste aeroporto, sendo seguidas as diretrizes da EASA (banco de dados de emissões de motores de aeronaves, Anexo 3), conduz aos resultados dos Gráficos em baixo referenciados.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

a) Externalidades (GEE) associadas ao ciclo LTO

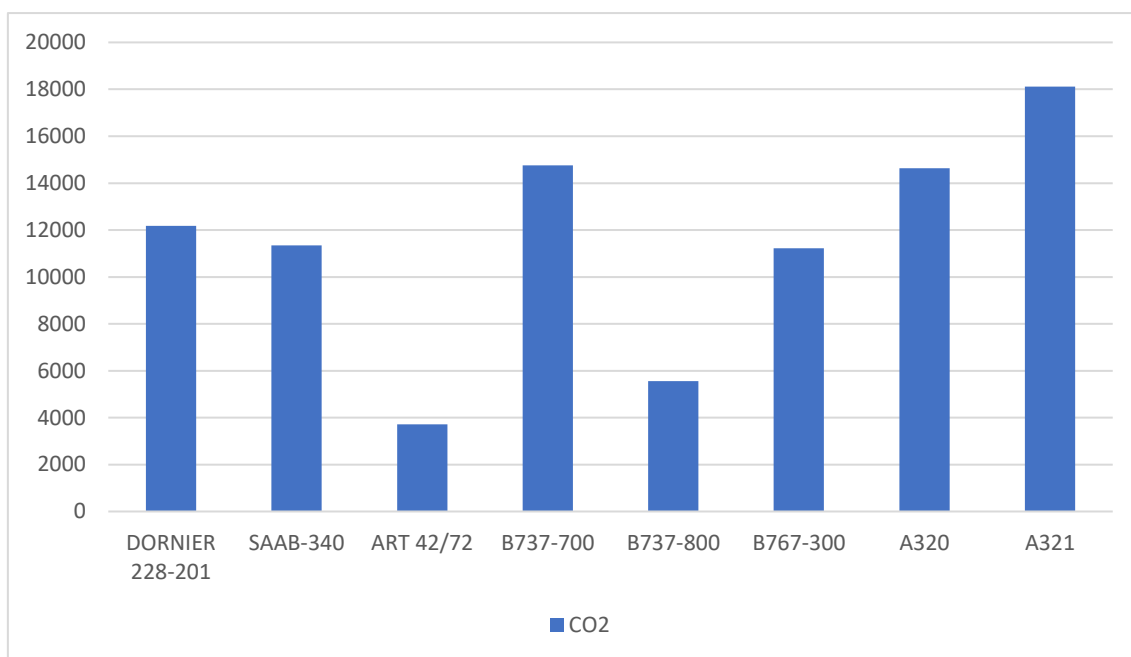


Gráfico: 14 Análise de Emissões CO₂ no Ciclo LTO/kg.

No que diz respeito às emissões do CO₂, a partir do Gráfico 14, podemos verificar que aeronave que menos poluidora é a ATR de acordo com sua frequência de voo semanal no aeroporto internacional de STP, o maior valor obtido é da aeronave A321.

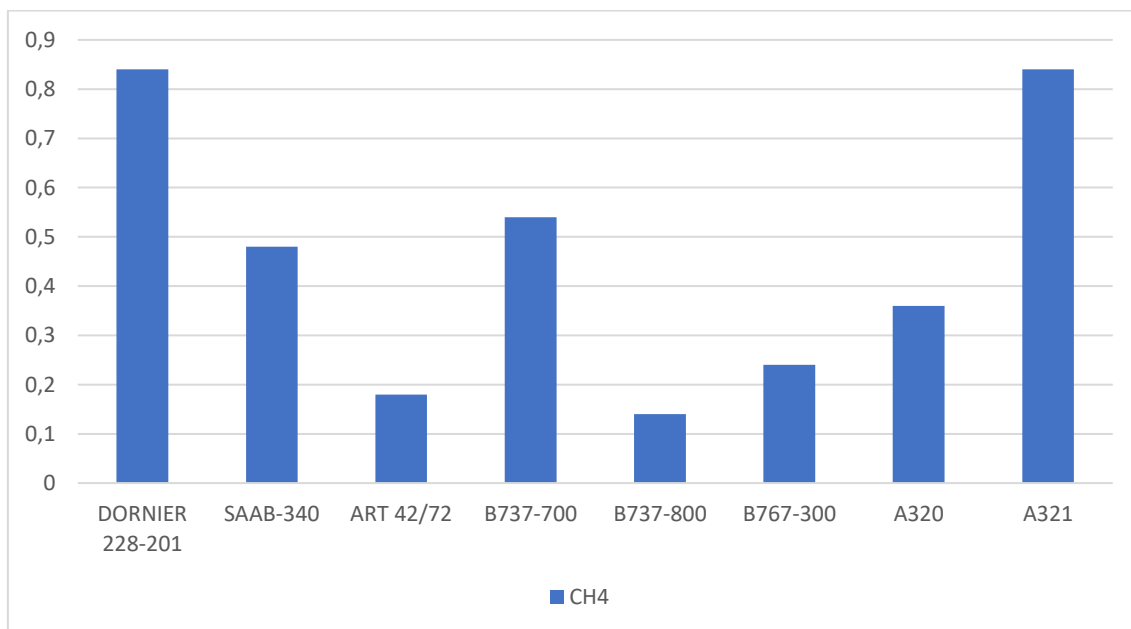


Gráfico: 15 Análise de Emissões CH₄ no Ciclo LTO/kg.

A partir do Gráfico 15 podemos observar que a aeronave B737-800 apresenta menor emissão e as aeronaves A321 e a Dornier apresentam maior emissão durante o ciclo LTO.

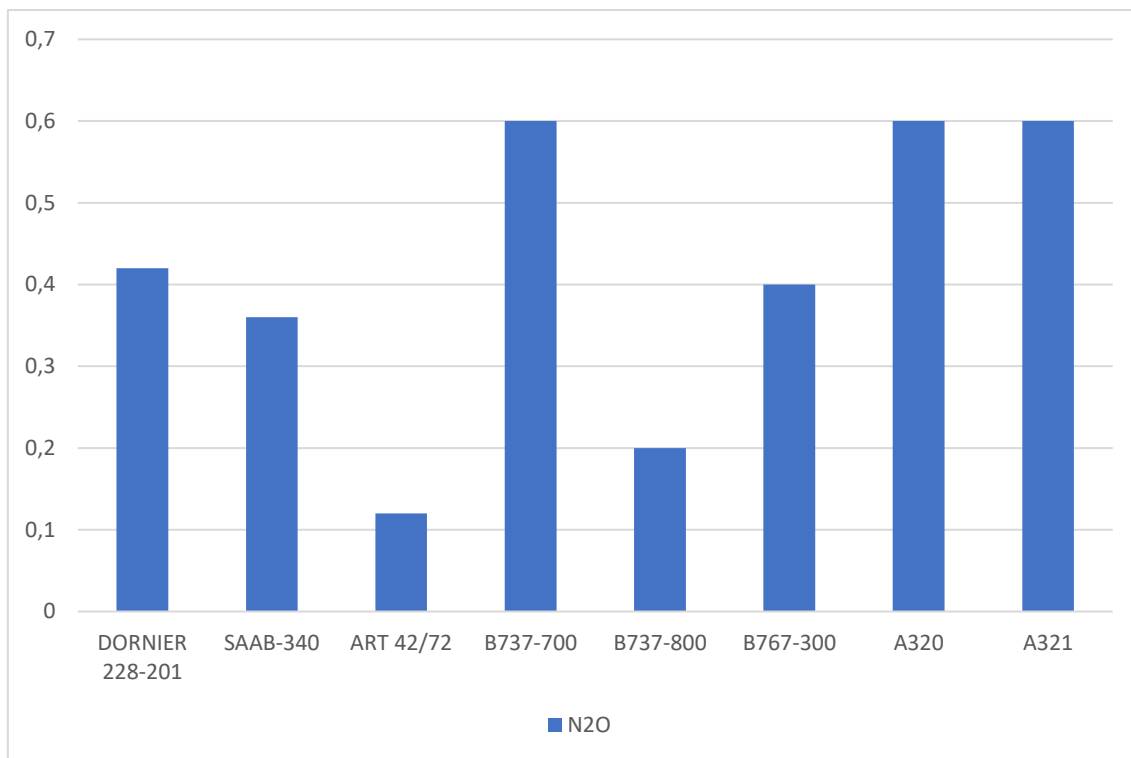


Gráfico: 16 Análise de Emissões N2O no Ciclo LTO/kg.

O Gráfico 16 mostra que os valores máximos registados foram para as aeronaves B737-700, A320 e A321, e das aeronaves turbojatos o Dornier228-201 é a que apresenta maior valor devido à sua maior frequência de voo.

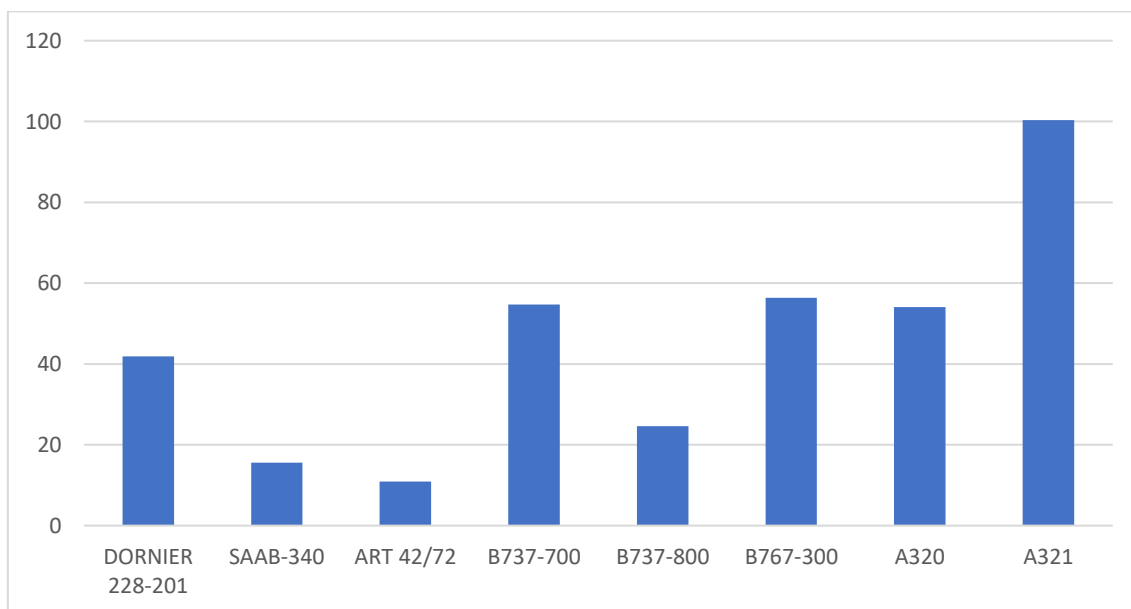


Gráfico: 17 Análise de Emissões NOx no Ciclo LTO/kg.

Como podemos verificar a partir do Gráfico 17 as aeronaves da Boeing e da Airbus são as que registam maiores emissões, sendo que o valor mais elevado foi obtido pela A321.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

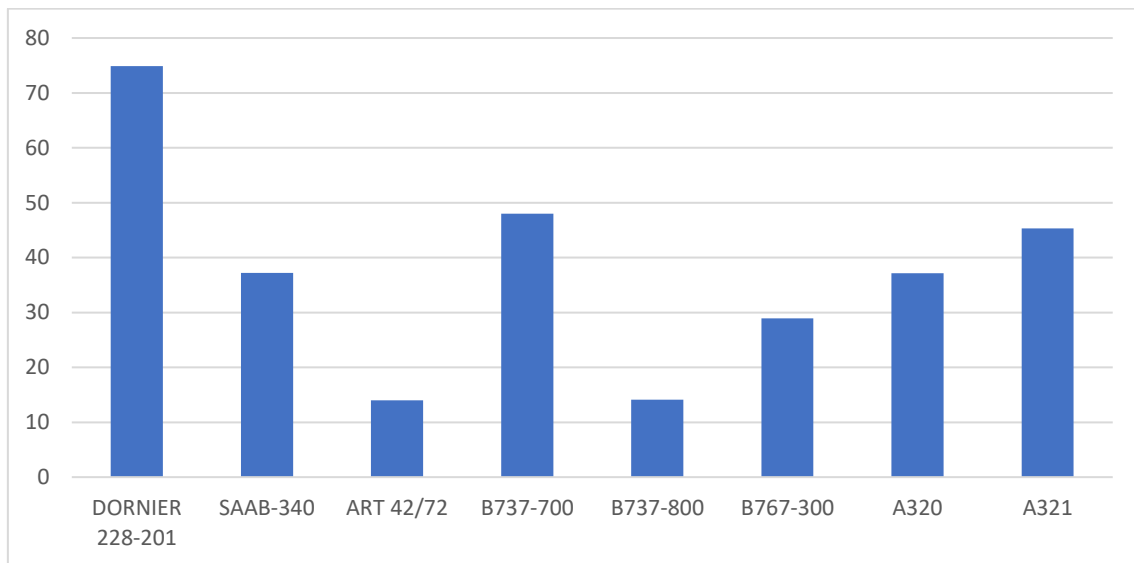


Gráfico: 18 Análise de Emissões CO no Ciclo LTO/kg.

Conforme se pode observar no Gráfico 18, no que diz respeito às emissões de CO as aeronaves B737-800 são as que apresentam menor valor em relação às outras aeronaves.

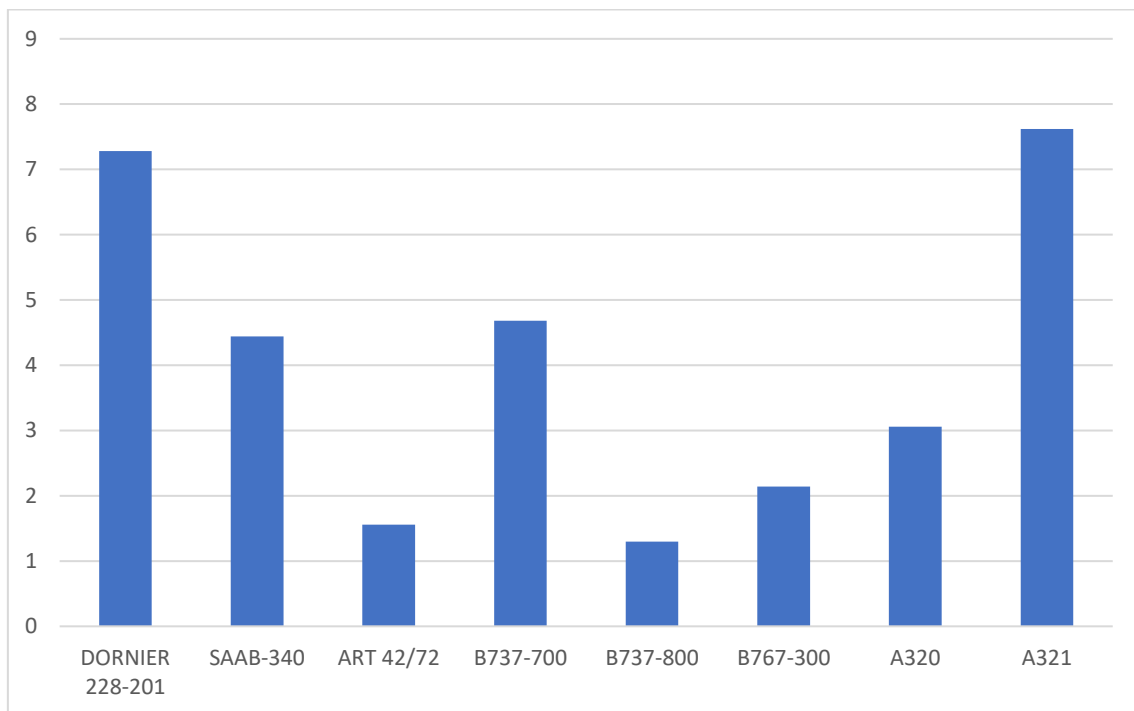


Gráfico: 19 Análise de Emissões NMVOCs no Ciclo LTO/kg.

No caso do Gráfico 19, a aeronave A321 é a que apresenta um maior valor de emissão, comparando-a com as outras, e a Dornier 228-221 e a ART42/72 apresentam respetivamente maior e menor valor no que diz respeito às aeronaves turboélices.

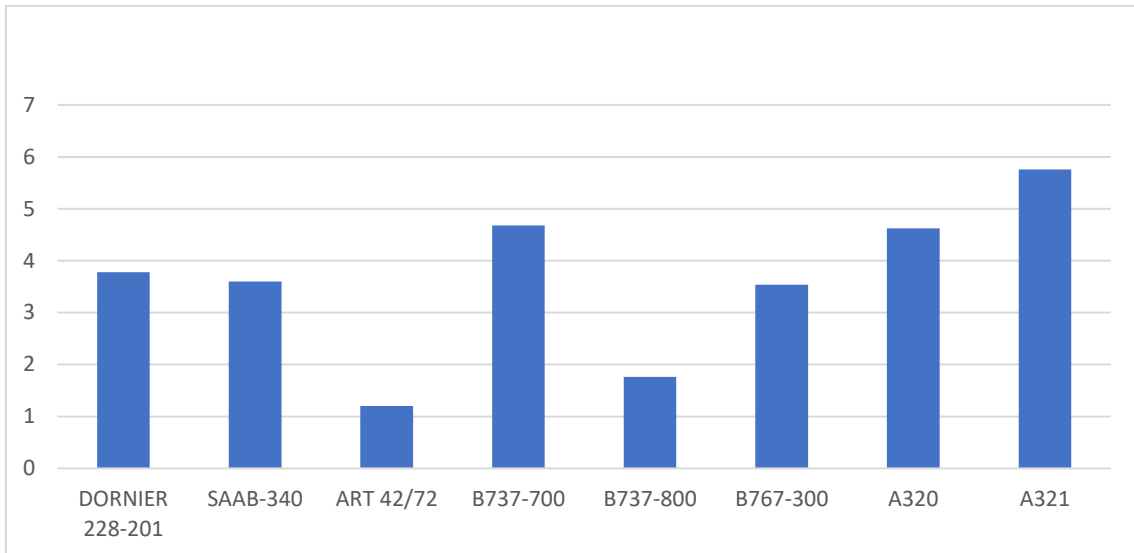


Gráfico: 20 Análise de Emissões SO₂ no Ciclo LTO/kg.

Conforme o Gráfico 20, podemos constatar que a aeronave A321 apresenta o maior valor em relação às outras aeronaves, com um mínimo atingido pelo ATR.

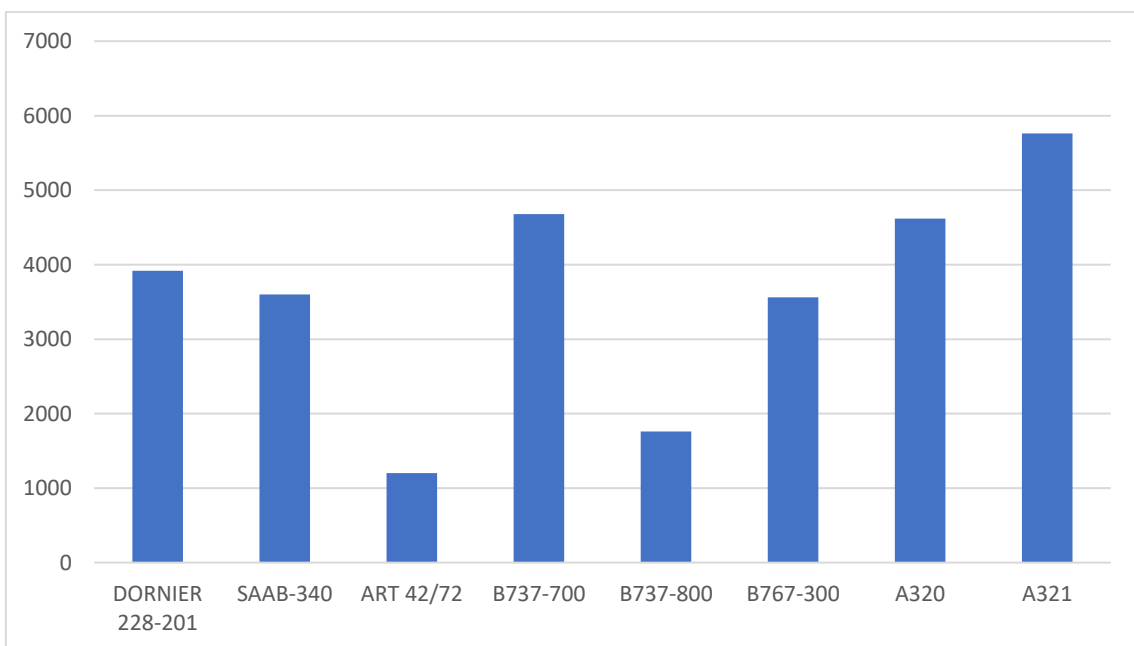


Gráfico: 21 Análise de Consumo de Combustível Durante o Ciclo LTO/kg.

É de realçar no Gráfico 21, que o consumo de combustível varia durante o ciclo LTO de aeronaves, onde o A321 apresenta o maior valor, e o ATR42/72 o menor valor.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

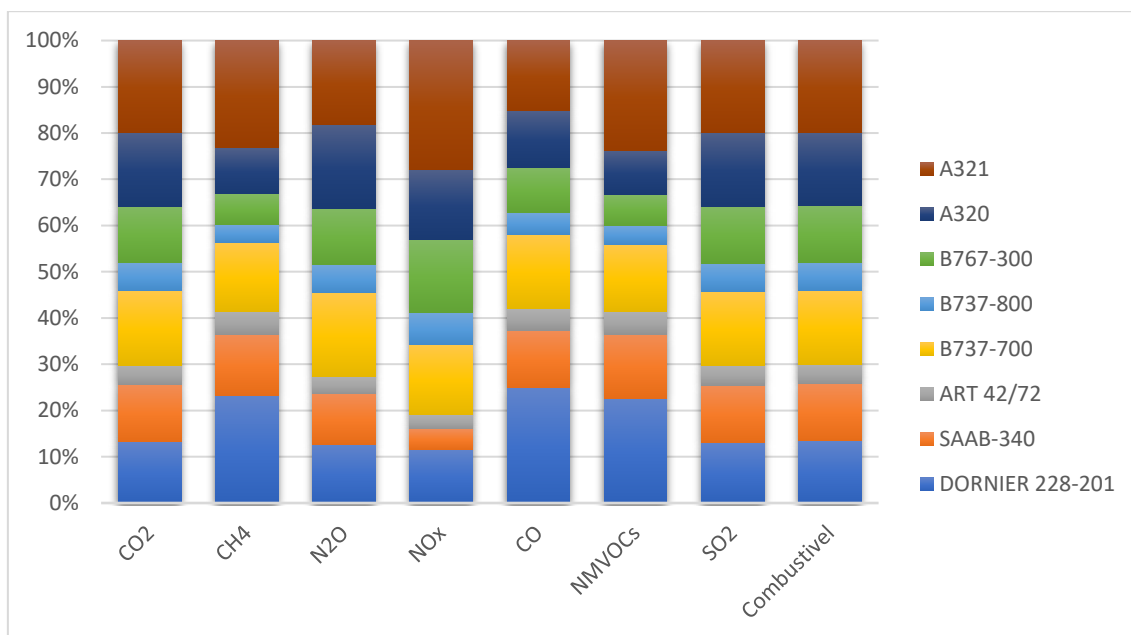


Gráfico: 22 Análise Geral das Emissões Durante o Ciclo LTO/kg.

No que diz respeito às emissões, e do ponto de vista geral, para todas as aeronaves se verificam flutuações na composição dos gases poluentes, sem que se possa apontar um padrão definido.

b) Emissões (%) de escape de motores no ciclo LTO

Esta análise tem em conta as informações do banco de dados sobre a emissão de escape de motores de aeronaves publicados pela ICAO e pela EASA. Simplesmente optamos por medições de emissões apenas de aeronaves operadas no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe. Os escapes de aeronaves são apenas uma das várias fontes de emissão, isto é, para não entrarmos a um conjunto de equipamentos e serviços operacionais de apoio a aeronaves e a passageiros; onde se inclui um grande número de veículos, como autocarros de passageiros, transportadores de bagagem e alimentos, carregadores de contentores, camiões de limpeza, serviços de lavagens e veículos de sistemas anticongelantes, e rebocadores, que são usados para mover qualquer equipamento ou deslocar a aeronave entre as portas de embarque e as pistas (Masiol & Harrison, 2014).

Atendendo ao documento da ICAO sobre emissões de escape dos motores, os certificados tipo mostram os gases atrás referenciados de acordo com as frequências de voos no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe (Gráfico 23).

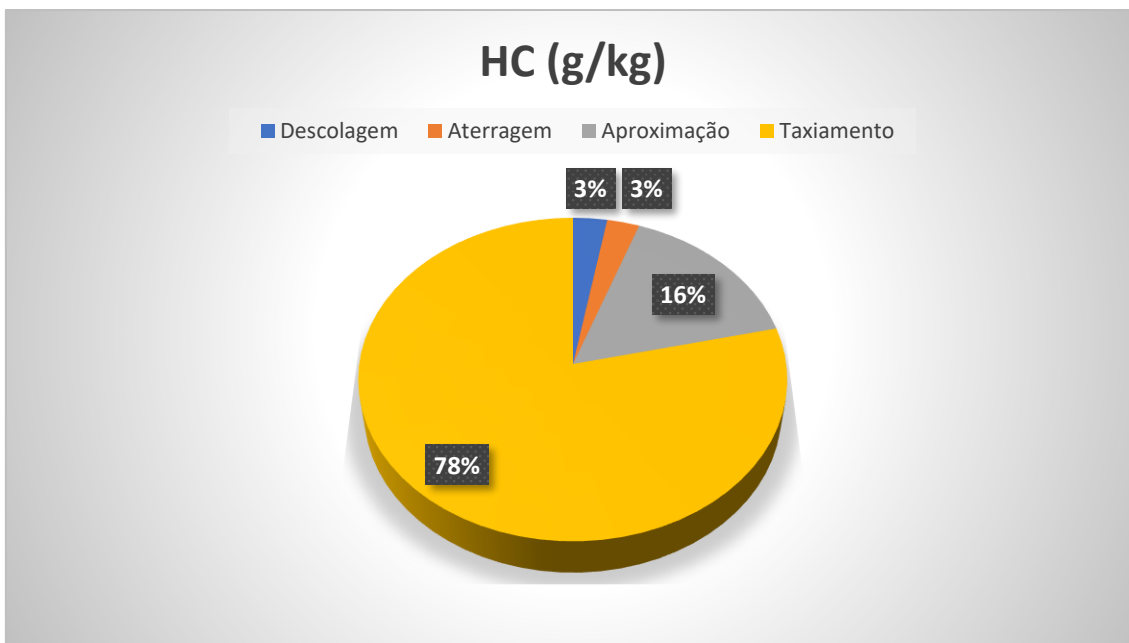


Gráfico: 23 Análise das Emissões de HC no Ciclo LTO/kg.

Relativamente ao ciclo LTO, o taxiamento é a fase de maior valor (78%) no que diz respeito às emissões de HC, a fase de aproximação aparece logo a seguir, mas apenas com 16%, e a aterragem e a descolagem surgem no final com um valor idêntico (3%).

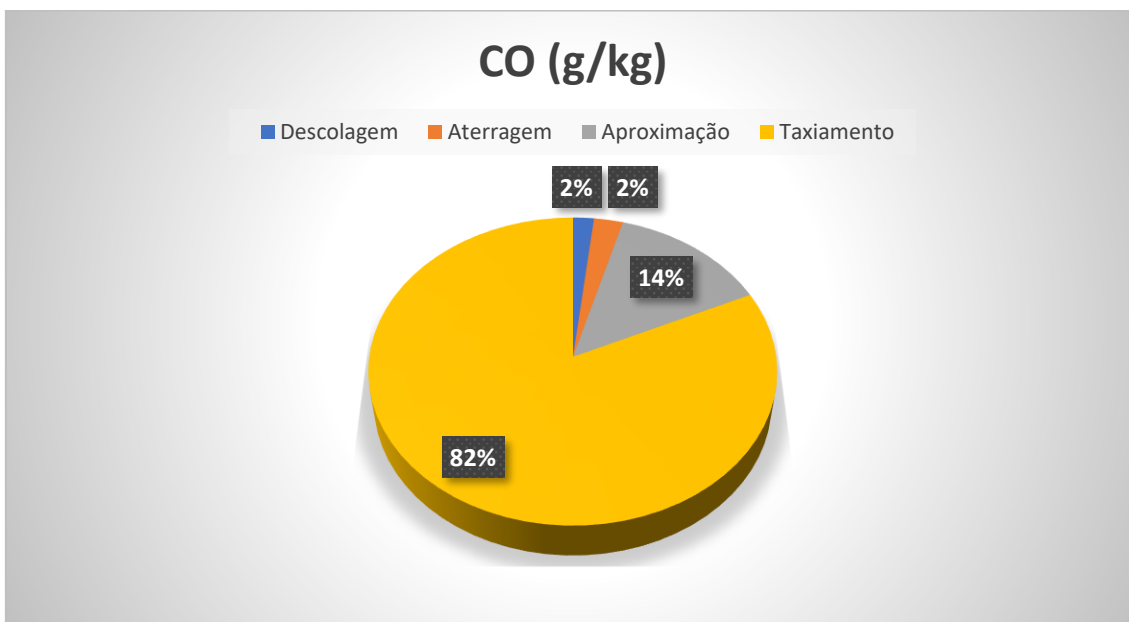


Gráfico: 24 Análise das Emissões de CO no Ciclo LTO/kg.

Segundo o Gráfico 24, o taxiamento possui maior valor no que diz respeito às emissões de CO no ciclo LTO.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

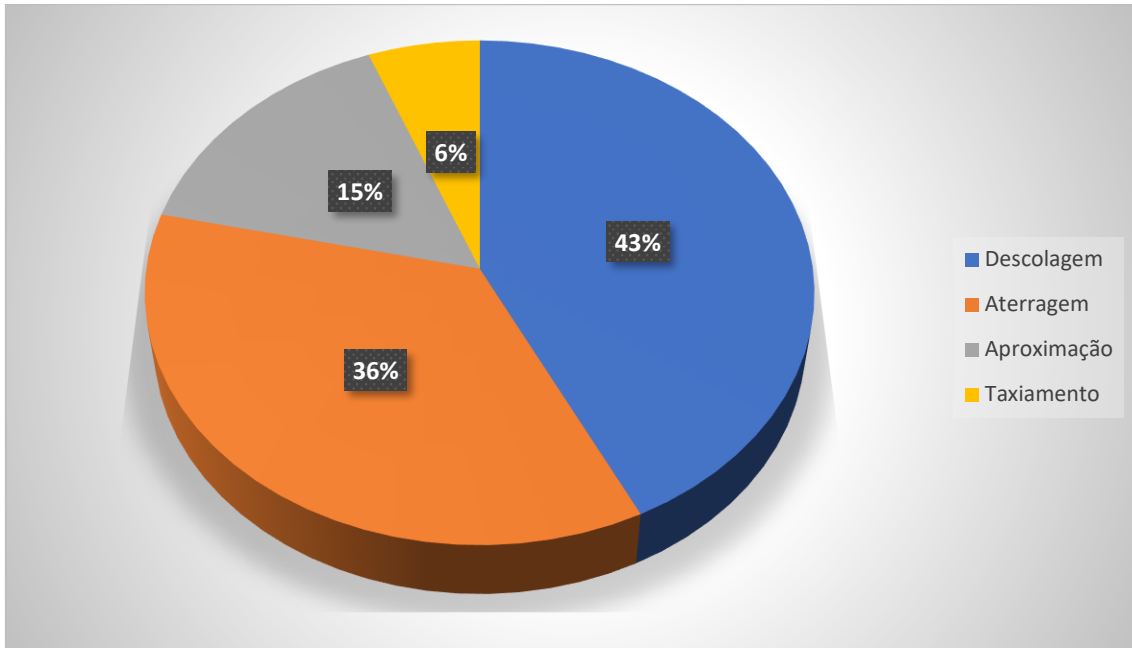


Gráfico: 25 Análise das Emissões de NOx no ciclo LTO/kg.

De acordo com o Gráfico, as emissões de NOx apresentam-se com valores de uma grandeza idêntica nas fases da descolagem e aterragem, com uma diferença de apenas 7%.

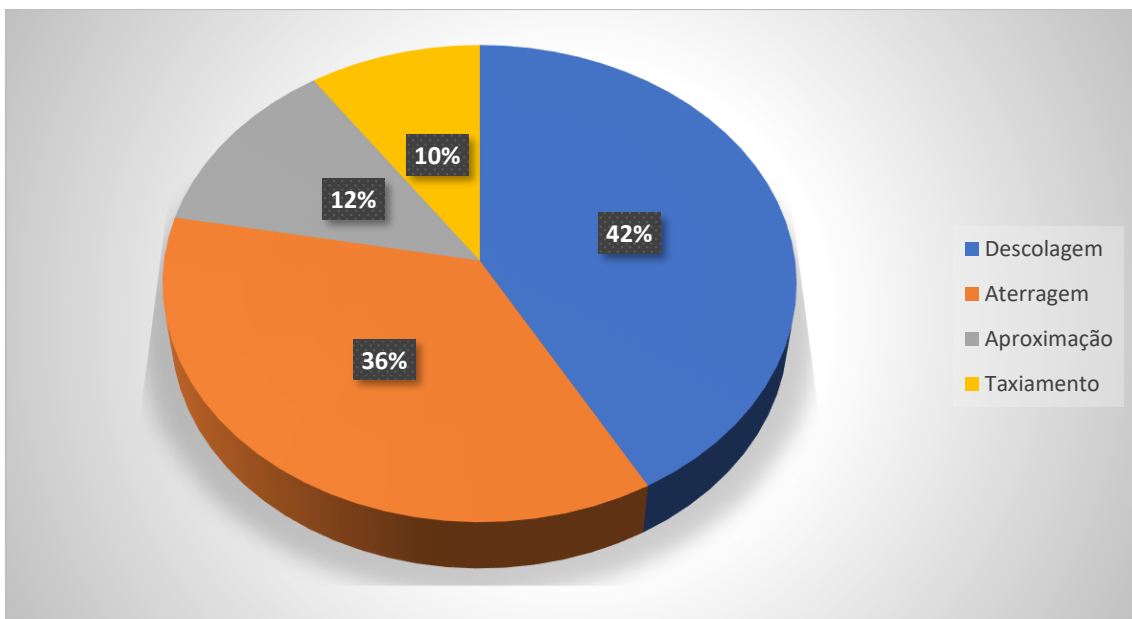


Gráfico: 26 Análise de Consumo de Combustível no LTO (kg/s).

No Gráfico 26, constata-se que o maior valor de consumo de combustível se verifica na fase da descolagem, e o de menor valor na fase de taxiamento.

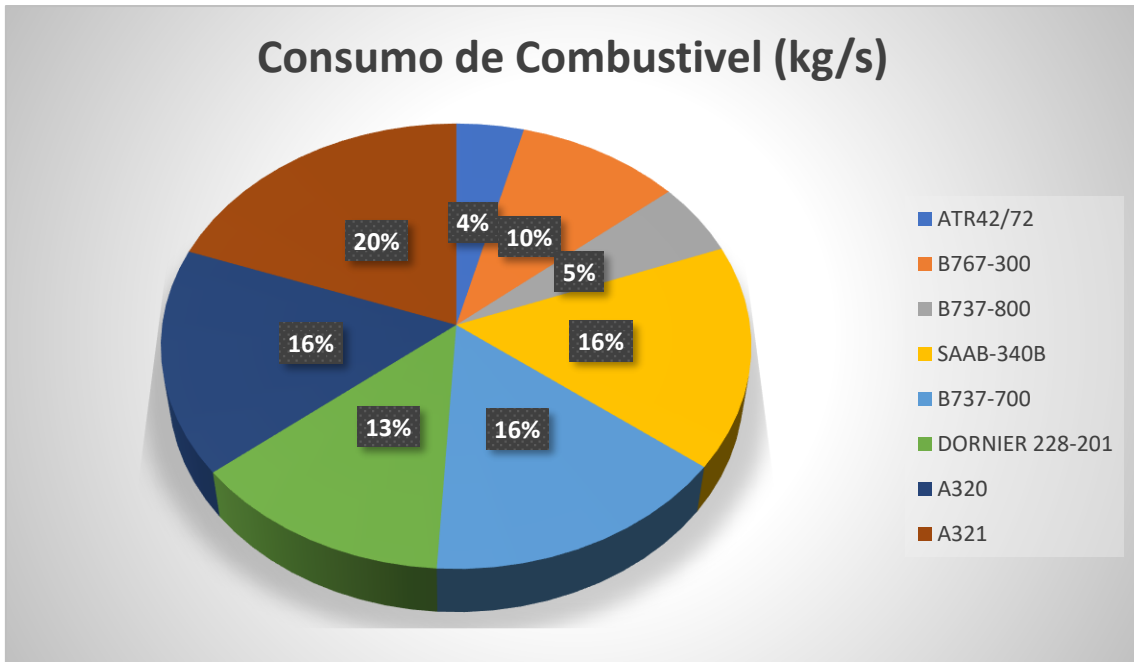


Gráfico: 27 Análise de Consumo de Combustível das Aeronaves no Ciclo LTO (kg/s).

Conforme se pode verificar no Gráfico 27, o maior consumo de combustível por aeronave recai sobre o A321 e o menor consumo sobre o ATR42/72.

c) Projeções de emissões (GEE)

Neste particular vamos apresentar as projeções de emissões das mesmas aeronaves consideradas anteriormente, mas agora com base num aumento de frequência de utilização do aeroporto internacional de STP em três vezes.

1) Projeções de emissões de CO₂

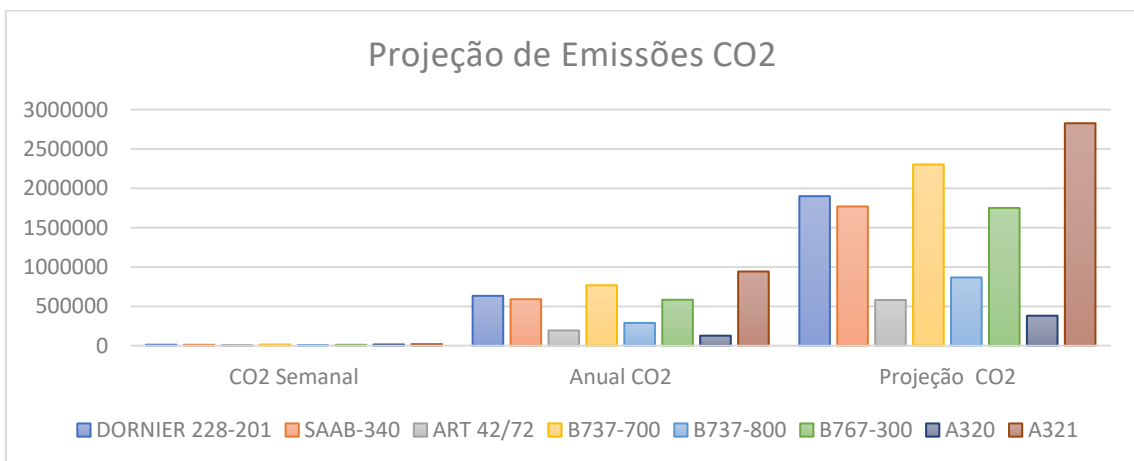


Gráfico: 28 Projeções de Emissões CO₂/kg.

Relativamente à emissão de CO₂, no que concerne a projeções, a aeronave ATR é a que apresenta menor valor de emissões (Gráfico 28).

2) Projeções de emissões CH4

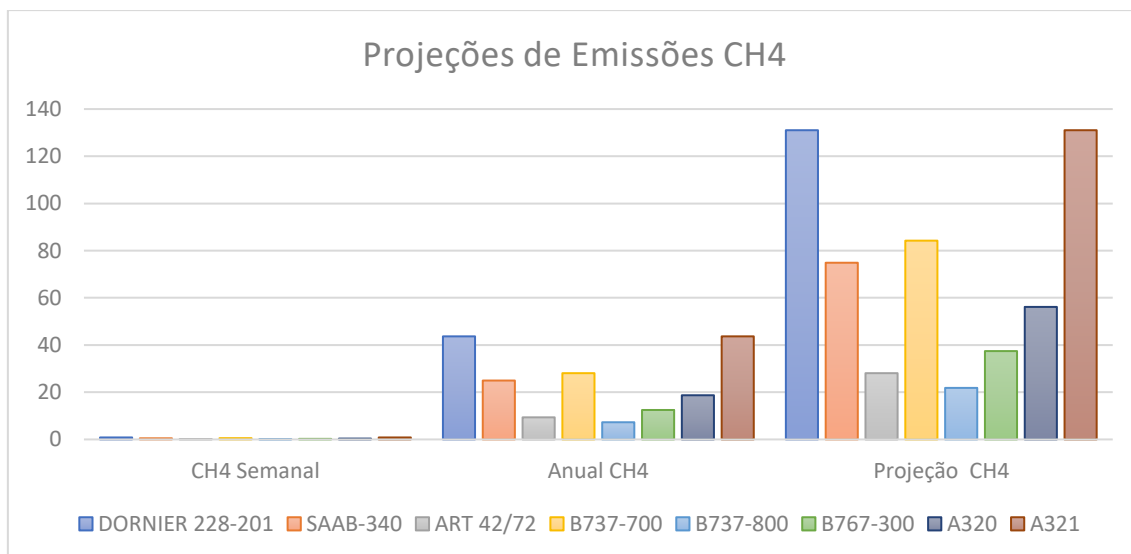


Gráfico: 29 Projeções de Emissões de CH4/kg.

No que diz respeito às projeções de CH4, é notório um distanciamento das emissões das aeronaves mais emissoras (A320, A321 e B737-700) comparativamente com as restantes (Gráfico 29).

3) Projeções de emissões N2O

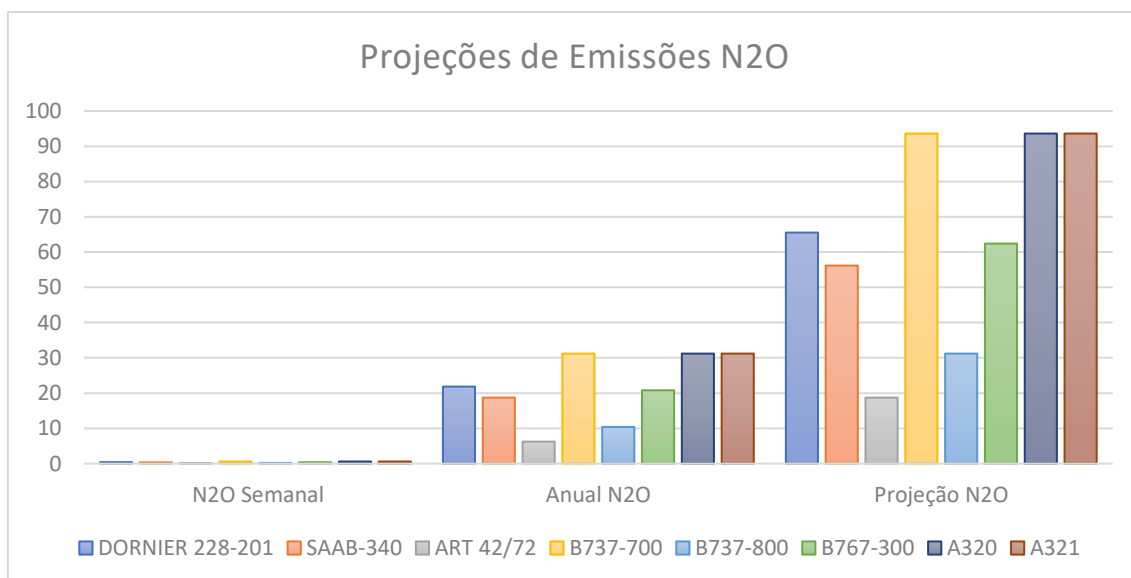


Gráfico: 30 Projeções de Emissões N2O/kg.

Através do Gráfico 30 podemos verificar que há uma aproximação das emissões para as aeronaves A320, A321 e a B737-700.

4) Projeções de emissões de NOx

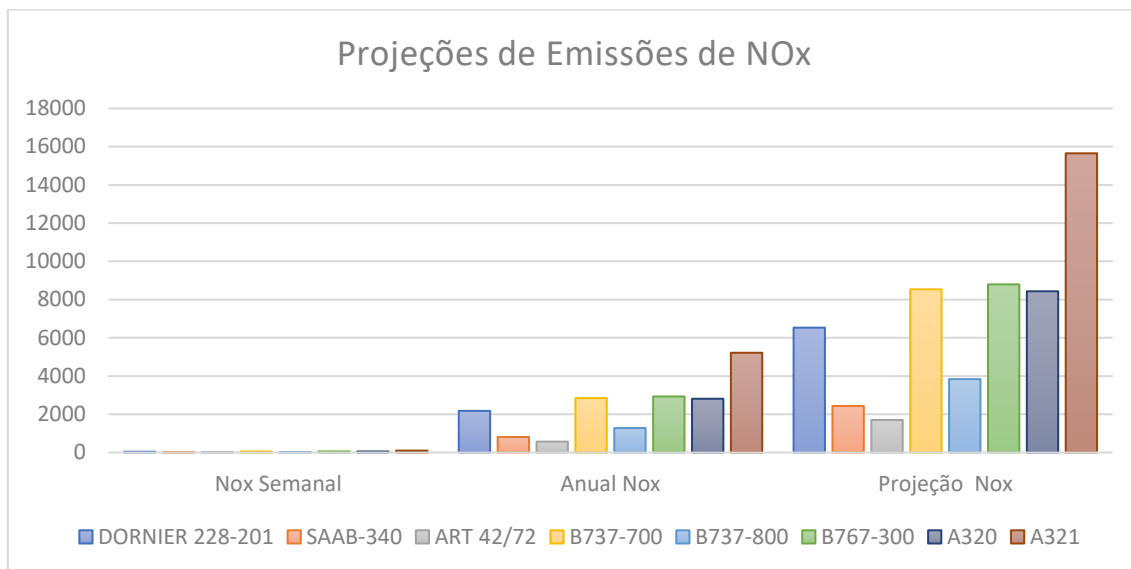


Gráfico: 31 Projeções de Emissões NOx/kg.

As aeronaves A320, B767-300, B737-700 tem valores semelhantes de emissões (Gráfico 31).

5) Projeções de emissões CO

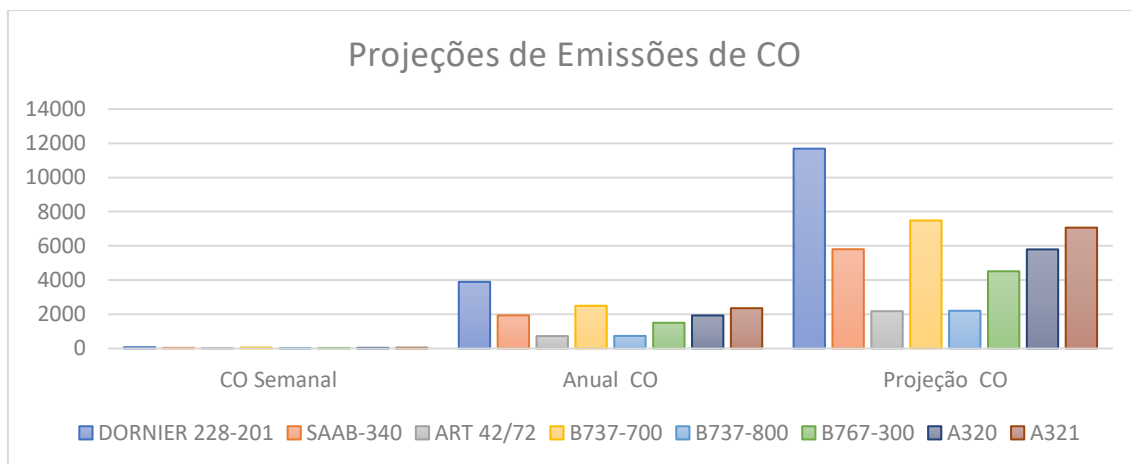


Gráfico: 32 Projeções de Emissões de CO/kg.

Nestas projeções (Gráfico 32) as aeronaves Saab-340 e A320 registam um valor aproximado quanto ao valor das emissões.

6) Projeções de emissões de NMVOCs

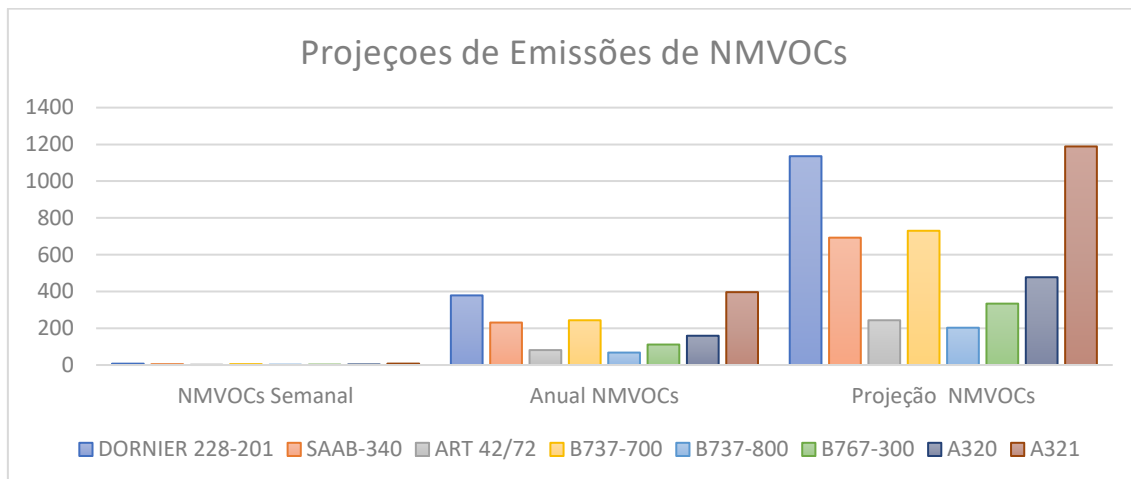


Gráfico: 33 Projeções Emissões de NMVOCs/kg.

Pelo Gráfico 33 podemos constatar que as aeronaves Dornier 228-201 e A321 apresentam um valor maior quanto à projeção de NMVOCs.

7) Projeções de emissões SO₂

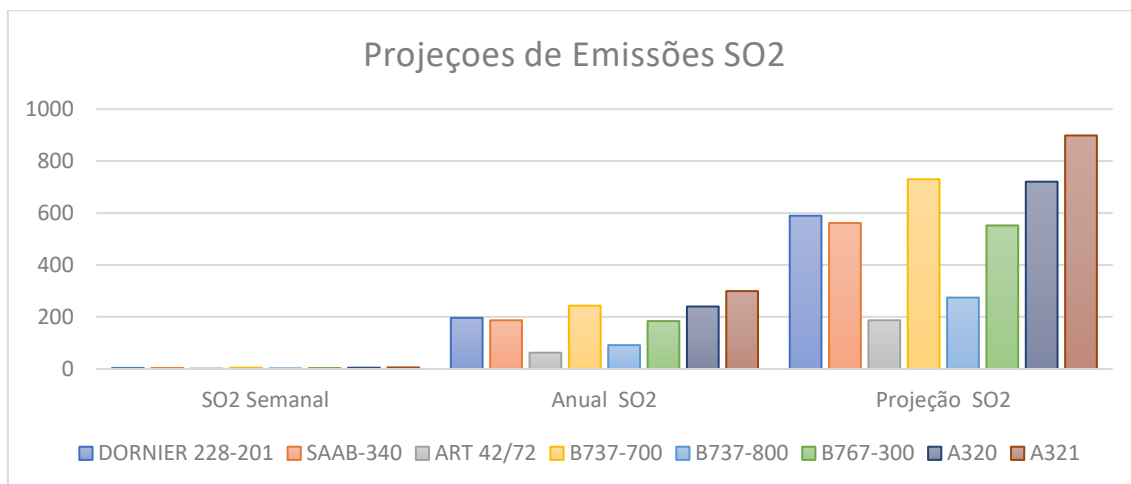


Gráfico: 34 Projeções de Emissões SO₂/kg.

Há uma aproximação nos valores projetados das emissões de SO₂ das aeronaves Dornier 228-201 com Saab-340 e B737-700 com A320 (Gráfico 34).

8) Projeções de emissões de combustível

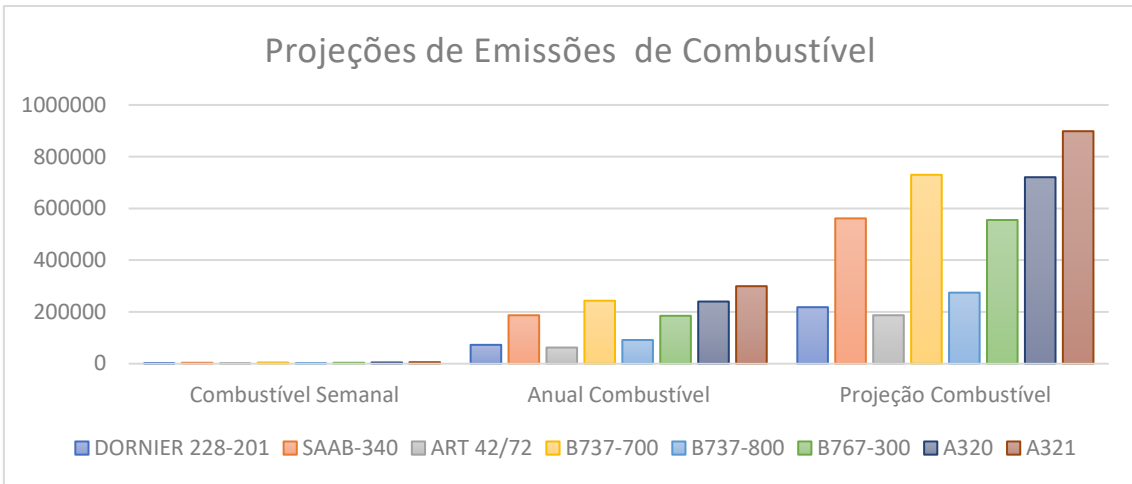


Gráfico: 35 Projeções de Consumos de Combustível/kg.

Em relação ao combustível podemos constatar um aumento considerável das projeções, tendo em conta o perfil anual atual (Gráfico 35).

3.4.3 Ruído

Referimos anteriormente que uma forma de se controlar as externalidades associadas ao ruído em redor do aeroporto de STP seria através da taxação das aeronaves mais ruidosas. O exercício que apresentamos em seguida é adaptado do caso (EPA Network, 2015, p. 26) em que o imposto sobre poluição sonora deve ser paga por cada descolagem em que a aeronave possua um peso máximo à descolagem (MTOW) ≥ 2 toneladas, sendo aquela taxa calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$T = t.c.log(M) \tag{56}$$

- **t:** taxa de imposto aeroportuário (para São Tomé e Príncipe aterragem e descolagem variam desde 10 € para o aeroporto internacional a 20 € para o doméstico);
- **c:** termo de multiplicação dependendo da categoria de ruído da aeronave e do tempo de descolagem;
- **M:** MTOW.

Tabela 13: Nível de Ruído em dB (FAA, 2012).

Nível de Ruído em dB		
Aeronaves	Descolagem	Aterragem
Dornier228-221	76,1	89,8
ATR 42/72	82,1	83,8
Saab-340	78,8	87,5
B737-700	83,8	90,9
B737-800	85,5	92,5
B767-300	87,5	95,2
A320-200	87,8	94,3
A321-200	84,8	96,1

Observando a Tabela 13, podemos verificar o ruído em decibéis das aeronaves (Anexo 4) que operam no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe. De acordo com Organização Mundial da Saúde o nível de ruído máximo admissível é 55 dB, acima deste valor já há consequências para a saúde pública. Ora, da Tabela 13 é possível verificar que as emissões de ruído de todas as aeronaves estão acima dos 55 dB, sendo a menos ruidosa o Dornier228-221 com 76,1dB na decolagem e mais ruidosa o A321-200 com 96,1dB na aterragem.

Tabela 14: Estimativa de taxas de decolagem e aterragem no ciclo LTO (em €).

Tipo de Aeronave	06h-18h	18h-22h	22h-06h
B767-300	245,07	762,22	2540,73
A321-200	236,22	708,65	2362,18
A320-200	215,92	647,77	2159,21
B737-800	227,71	683,15	2277,15
B737-700	221,49	664,46	2221,51
ART42/72	162,95	488,86	1629,52
SAAB-340	134,10	402,22	1340,73
DORNIER 228-201	98,35	295,04	983,45

Atendendo a que o ruído tem um custo social importante, e que atualmente ele não é compensado financeiramente, a Tabela.14 apresenta os valores estimados de taxas a aplicar a cada aeronave, por faixas horárias (de acordo com os horários praticados), calculadas de acordo com a Equação 56, a serem aplicadas no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe.

3.5 Conclusão

O surgimento do transporte aéreo foi um dos marcos mais importantes do séc. XX: impulsionou a economia, gerou riqueza, facilitou o escoamento de produtos, bens e serviços, ativou a circulação e as ligações entre diversos pontos, agilizou a logística, ou seja, foi um catalisador do desenvolvimento; mas, por outro lado, esse crescimento acelerado do transporte aéreo mundial, despoletou externalidades negativas (GEE e Ruído) com custos associados crescentes.

Depois da recolha e tratamento de dados estatísticos de voos, foram estipuladas as metodologias e técnicas de modelação especificadas para a obtenção da distância e tempo a percorrer essa distância, das aeronaves durante o ciclo LTO. Em seguida, determinaram-se as emissões de GEE e Ruído para cada uma das aeronaves que opera no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe, tendo em atenção a frequência diária e semanal dos respetivos movimentos.

As conclusões extraídas deste capítulo realçam a grandeza e o impacto daquelas externalidades, fornecendo assim às autoridades competentes um justificativo suficientemente razoável para uma taxaço justa do poluidor-pagador.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído)
em São Tomé e Príncipe

Capítulo 4: Análise de Resultados

4.1 Introdução

Neste capítulo é feita uma análise dos dados das externalidades negativas (GEE e Ruído) obtidas na fase de LTO e referidas no capítulo 3 (anterior). Deste modo, o capítulo 4 apresenta uma visão de conjunto das emissões de GEE e do consumo de combustível semanal, anual e projeções com base num aumento de 3x mais das frequências de voos atuais, e os impactos de Ruído, no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe.

4.2 Análise de Resultados

4.2.1 Análise Emissões GEE

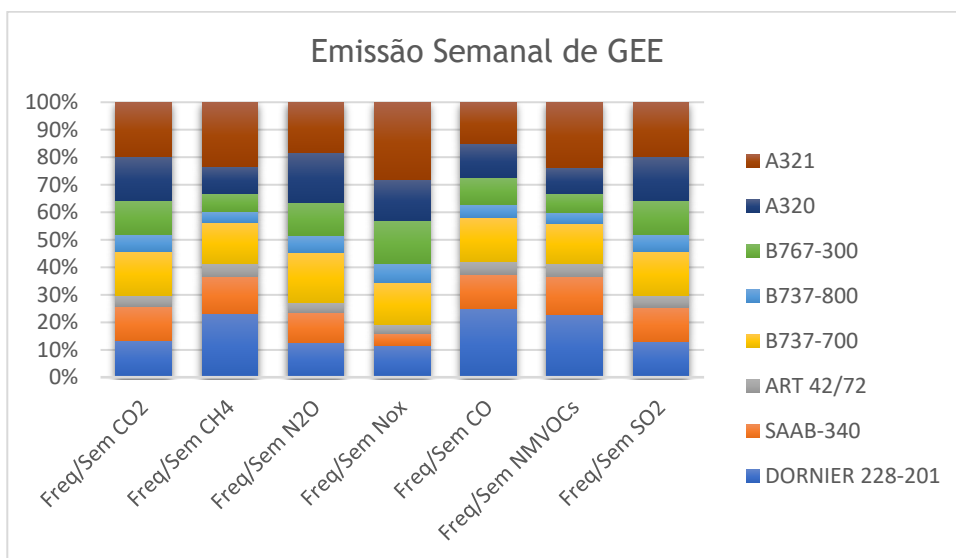


Gráfico: 36 Emissões de GEE Semanal no Ciclo LTO/kg.

Observando o Gráfico: 36 que retrata a emissão semanal de GEE, podemos verificar que o CO₂ é o gás que os motores das aeronaves mais emitem.

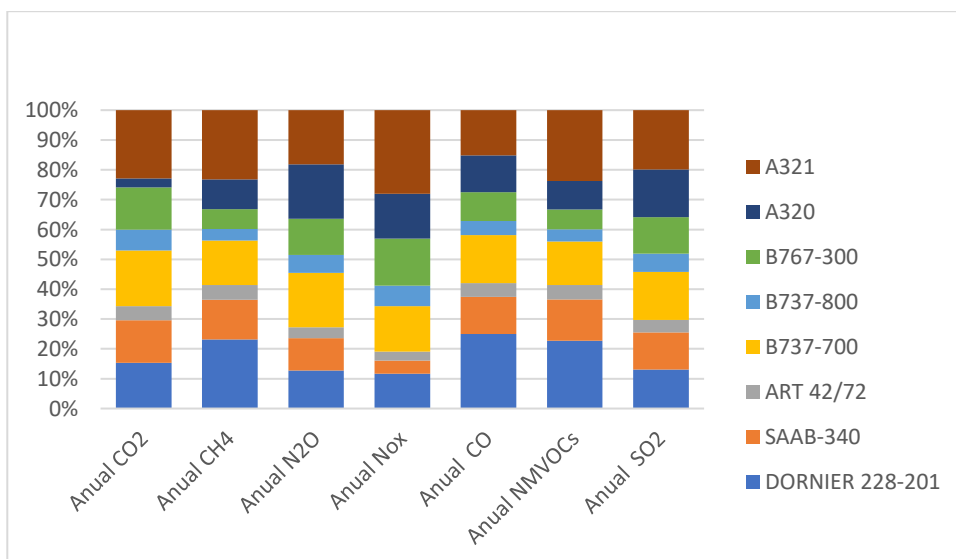


Gráfico: 37 Emissões de GEE Anual no Processo LTO/kg.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

O Gráfico 37 representa a evolução das emissões anuais no aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe.

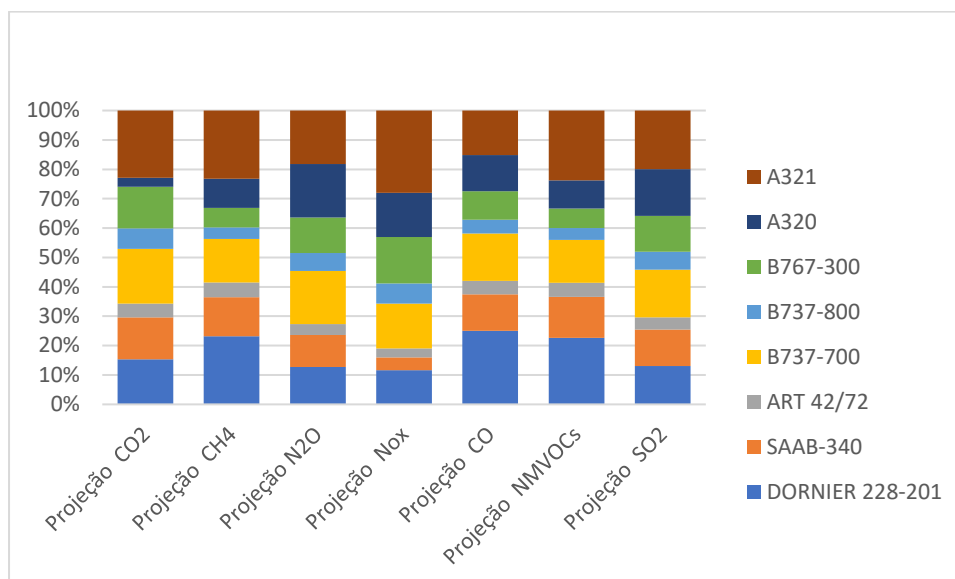


Gráfico: 38 Emissões de GEE Projecção Triplicada Frequência Atual no Ciclo LTO/kg.

O Gráfico 38 realça a projeção anual de GEE de acordo com um possível aumento em triplicado da frequência atual de voos.

4.2.2 Análise de Consumo de Combustível

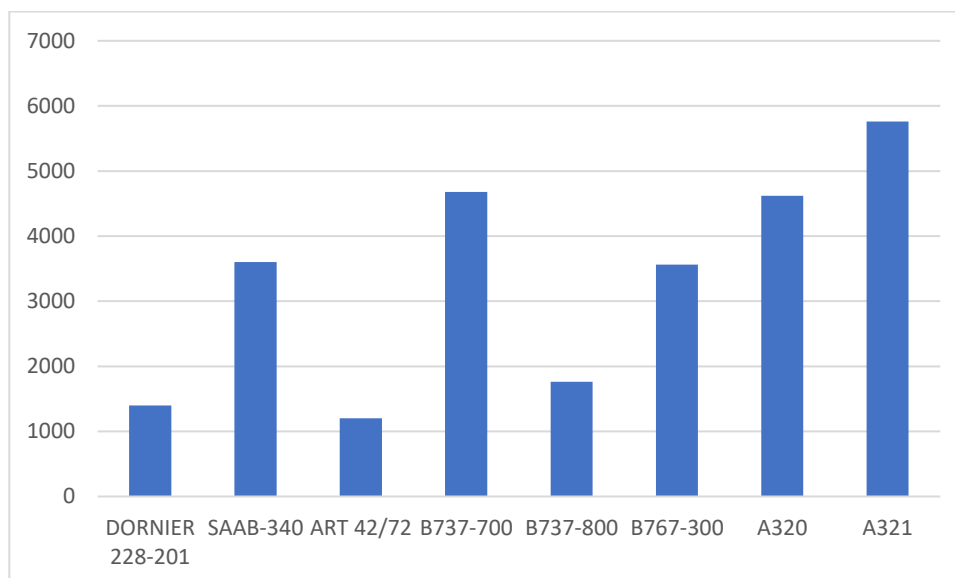


Gráfico: 39 Consumo de Combustível Semanal no Ciclo LTO/kg.

No que diz respeito ao consumo de combustível semanal de acordo com a frequência de voo semanal durante o ciclo LTO (Gráfico 39), o Dornier228-201 é das aeronaves com menor

consumo, também devido ao facto de ser a de menores dimensões. Por outro lado, a aeronave como maior consumo é o A321-200, por sinal uma das que tem maiores dimensões.

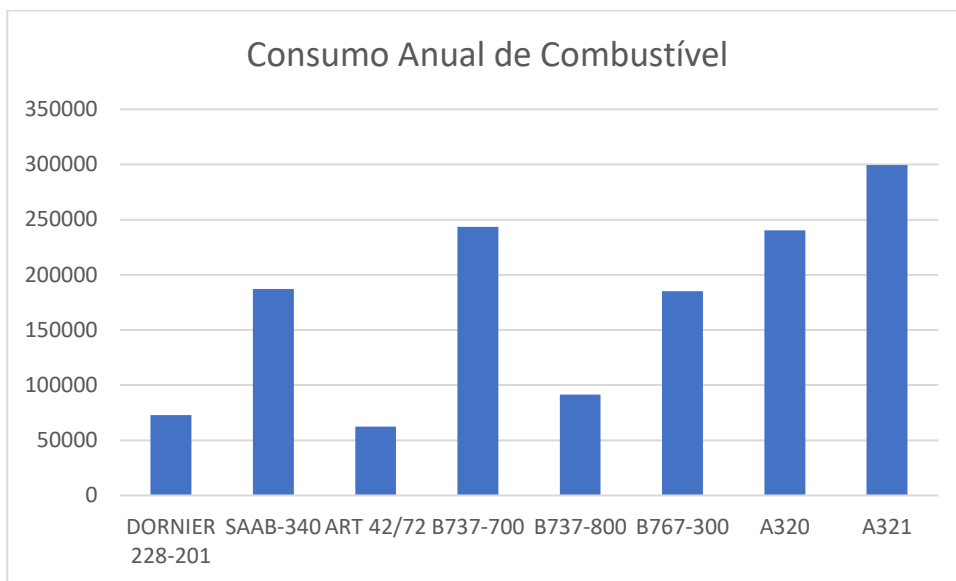


Gráfico: 40 Consumo de Combustível Anual no Ciclo LTO/kg.

O Gráfico 40 é a sequência do Gráfico 39 numa projeção anual ao nível de consumo de combustível.

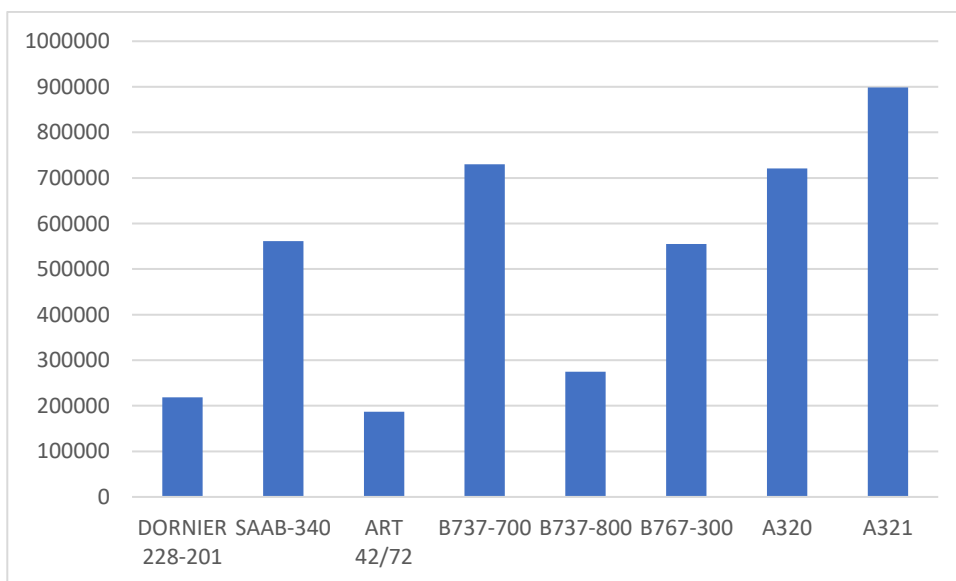


Gráfico: 41 Consumo de Combustível Anual na Frequência Atual Triplicada no LTO/kg.

O Gráfico: 41 realça um aumento triplicado hipotético da frequência atual de voos das companhias aéreas a operarem no aeroporto internacional de São Tome é Príncipe. Assim, o Gráfico 41 mostra um possível perfil do consumo de combustível.

4.2.3 Análise de Ruídos das Aeronaves

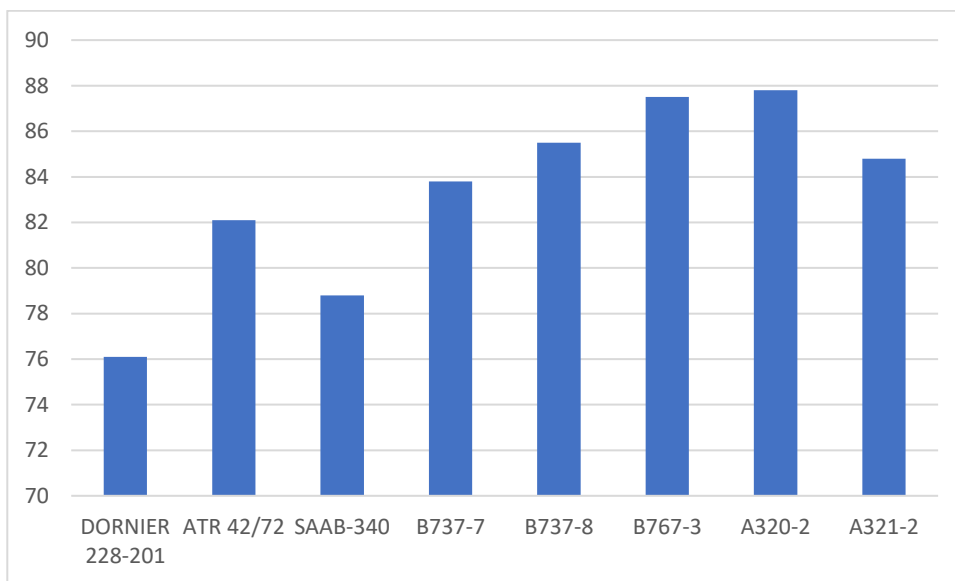


Gráfico: 42 Ruídos das Aeronaves na Decolagem no Ciclo LTO/dB.

Analisando o Gráfico: 42 de ruído provocado por cada aeronave na fase de decolagem no processo LTO, podemos verificar que a menos ruidosa que opera semanalmente no aeroporto internacional de STP é o Saab-340 e a mais ruidosa é o A320-200. É de salientar que na gama das aeronaves da Boeing o ruído aumenta com o tamanho da aeronave.

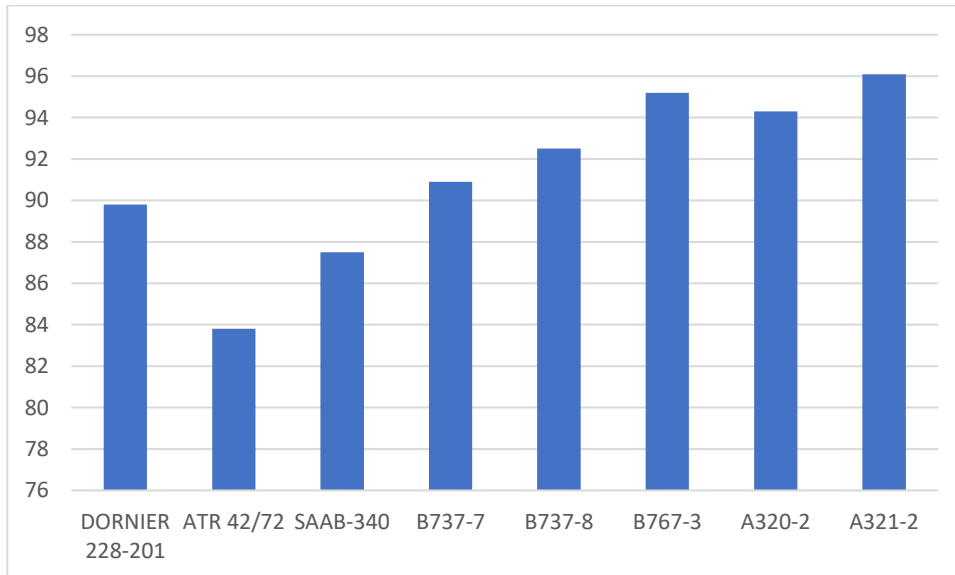


Gráfico: 43 Ruído das Aeronaves na Aterragem no Ciclo LTO/dB.

Observando o Gráfico 43 sobre o ruído das aeronaves na fase da aterragem no processo LTO, conta-se que aeronave menos ruidosa é o ATR 42/72 e a mais ruidosa é o A321-200. É de realçar que a aeronave Dornier228-201 é a aeronave turboélice mais ruidosa.

4.3 Impactos dos GEE e Ruído

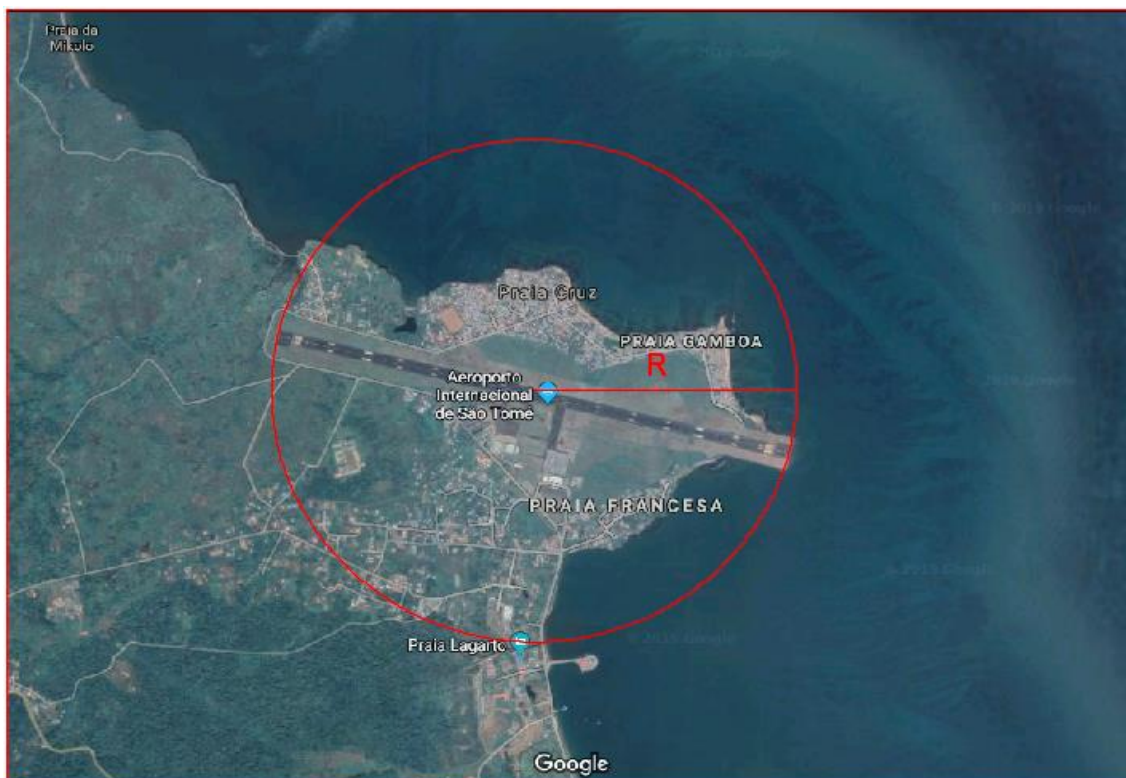


Figura 19: População ao Redor do Aeroporto

Como retrata a Figura 19 ao redor do aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe, num raio de ($R=1110\text{m}$) centrado num ponto a meio da pista (cujo comprimento é de 2220m), isto é, numa área de ($A = 3,86879 \text{ km}^2$), há uma população residente de aproximadamente 5348 habitantes (INE, 2015). Tais habitantes (das localidades de Aeroporto, Praia Cruz, Praia Francesa, Praia Gamboa, Praia Loxinga, Paia Lagarto) estão sujeitos a uma carga considerável de GEE e Ruído.

No que ao GEE diz respeito, essa carga semanal é atualmente de 92.266kg , e de $4.163.432\text{kg}$ anualmente; e numa projeção anual tendo em atenção um aumento do triplo da frequência de voos semanais esse valor seria estimado em $12.490.296\text{kg}$.

Atendendo que esses moradores que residem ao redor das infraestruturas aeroportuárias estão sobre exposição desses poluentes em uma determinada hora do dia por semana. Não seria importante que as pessoas soubessem os riscos a que estão sujeitas? Visto que, tudo que aeronave produz no que diz respeito a GEE e Ruído são prejudiciais ao bem-estar da saúde pública. Por sua vez, de acordo com a Organização Mundial da Saúde o nível de ruído máximo admissível é de 55 dB para L_{den} e 45dB para L_{night} ; logo, qualquer valor acima daqueles é prejudicial para a saúde com consequências negativas ao nível de (WHO, 2018): doenças cardiovasculares, irritação, comprometimento cognitivo, deficiência auditiva e zumbidos,

efeitos adversos (e não quantificáveis) ao desenvolvimento dos fetos, qualidade de vida, bem-estar e saúde mental, e problemas metabólicos.

No aeroporto internacional de STP aterram e descolam frequentemente aeronaves com níveis de ruído muito superiores a 45 dB / 55 dB, atingindo máximos de 96,1dB (Tabela 13). Naturalmente a breve prazo as entidades competentes terão de tomar medidas mitigadoras.

Estudo de Comparação

De acordo com a Figura 12 (Curvas de Exposição de Ruído Ambiental e Processos Cognitivos de Estudos Epidemiológicos), a Figura 13 (Exposição Hipotética Curvas de Risco e Percentagem Estimada de Pessoas Afetadas pelo Ruídos), e a Figura 14 (Gravidade dos Efeitos do Ruído na Saúde e do Número de Pessoas Afetadas) há evidências a partir de estudos realizados em áreas residências junto a aeroportos na Europa e na América do Norte, que há consequências negativas das externalidades para os habitantes que residem nos arredores dos aeroportos. Esses impactos (negativos) fazem-se sentir mais em crianças, as quais apresentam vários problemas de memorização e atenção crónica. Tendo em conta esses estudos, provavelmente teremos que ter em atenção também a realidade de STP, onde seria aconselhável efetuar um trabalho sério relacionado com esses impactos negativos.

Para sabermos o verdadeiro impacto do Ruído ao redor do aeroporto internacional de São Tomé e Príncipe, mesmo que a média diária de voos seja apenas de 4, isso não implica que não haja uma preocupação com este fenómeno. Tendo em conta a liberalização do transporte aéreo em África, o aparecimento de novas rotas, e o desenvolvimento regional consequente, esses valores médios de voos haverão de se multiplicar, e é fundamental ter em conta a influência do ruído nas populações mais próximas do aeroporto, para que não tenhamos um desenvolvimento a qualquer preço.

A Figura 20 mostra a influência de ruído por zonas habitacionais ao redor do aeroporto internacional de STP. A zona **C** corresponde ao círculo de maior raio que representa 100% de habitantes, onde o potencial de propagação de ruído (máximo) a partir do ciclo LTO das aeronaves no aeroporto é de 50%; a zona **B** corresponde ao círculo intermédio que representa 30% de habitantes, onde a propagação de tal ruído é de 60%; por fim, a zona **A** corresponde ao círculo de menor raio, que corresponde a 25% de habitantes, e com um impacto de 90% do máximo de ruído. A percentagem de habitantes em cada um dos círculos, bem como a percentagem do valor máximo de ruído que as afeta, são uma estimativa nossa; naturalmente que um estudo mais exaustivo permitiria apurar resultados exatos; mas ainda assim os resultados que apresentamos nas tabelas seguintes são já elucidativos da dimensão deste fenómeno.

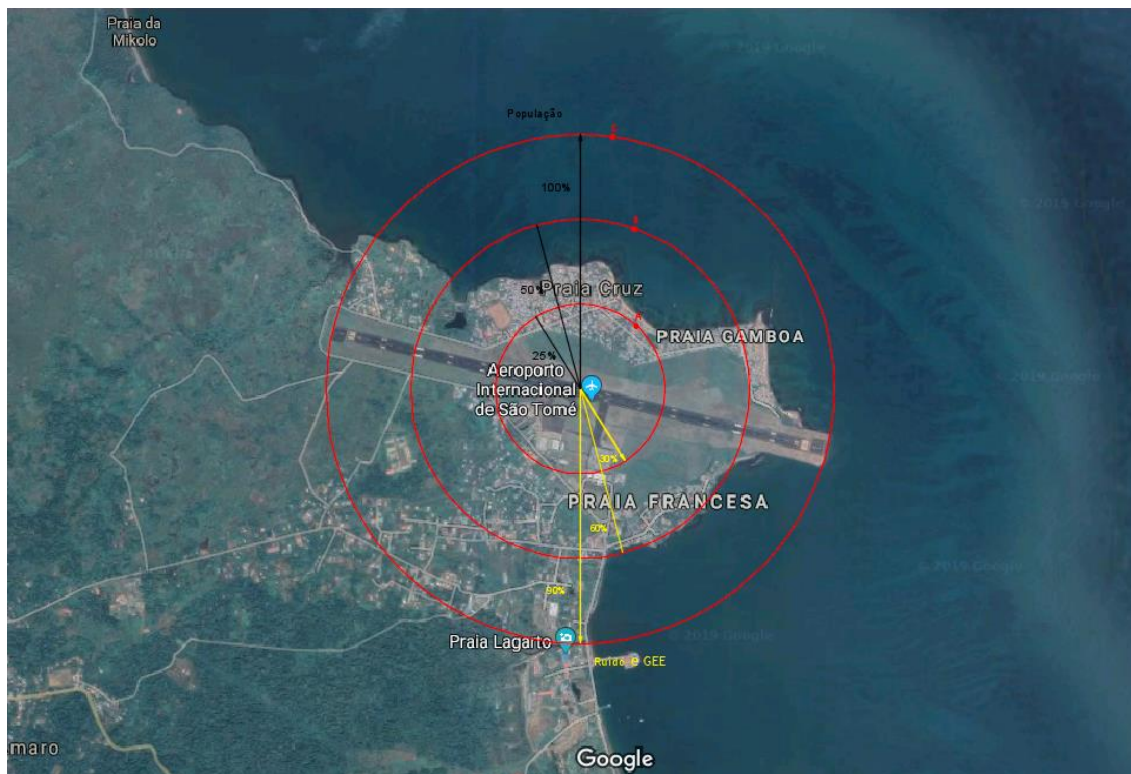


Figura 20: Influência de GEE e Ruído por Zona Habitacional

Tabela 15: Correlação do Efeito de Ruído por Zona Habitacional

Zona	População (Total = 5.500)	Ruído (Máx = 96,1dB9)
A	25% * Total	90% * Max
B	50% * Total	60% * Max
C	100% * Total	30% * Max

Tabela 16: Conclusão da correlação do Efeito de Ruído por Zona Habitacional

Zona	População Afetada	Ruído Máximo (dB)
A	1.337	86,49dB
B	2.674	57,66dB
C	5.348	28,83dB

Observando a Tabela 16 podemos constatar que a população da zona A, em certos dias da semana (consoante a frequência de voos), está exposta a um nível de irritabilidade sonora de 86,49dB, muito acima dos 55dB (diurnos) aceites como razoáveis pela OMS. Naturalmente que à medida que nos afastamos no centro da pista o impacto do ruído nas populações é menor;

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

mas, ainda assim, cerca de 2.674 habitantes na vizinhança do aeroporto estão sujeitos a uma carga negativa de 57,66 dB em algum(uns) dia(s) da semana, o que naturalmente é preocupante para a saúde pública.

As tabelas 17 e 18 seguintes seguem um raciocínio para os GEE semelhante ao aplicado para o Ruído.

Tabela 17: Correlação do Efeito GEE na Zona Habitacional

Zona	População (Total = 5.500)	GEE (GEE/semana=92.266kg)
A	25% * Total	90% * GEE/Sem
B	50% * Total	60% * GEE/Sem
C	100% * Total	30% * GEE/Sem

Tabela 18: Conclusão da correlação do Efeito GEE na Zona Habitacional

Zona	População (Total = 5.500)	GEE (GEE/semana=92.266kg)
A	1.337	83.039,4
B	2.674	55.359,6
C	5.348	27.679,8

A partir das Tabelas 17 e 18 podemos concluir que a população da zona A está com uma exposição semanal aos GEE correspondente a 83.039kg.

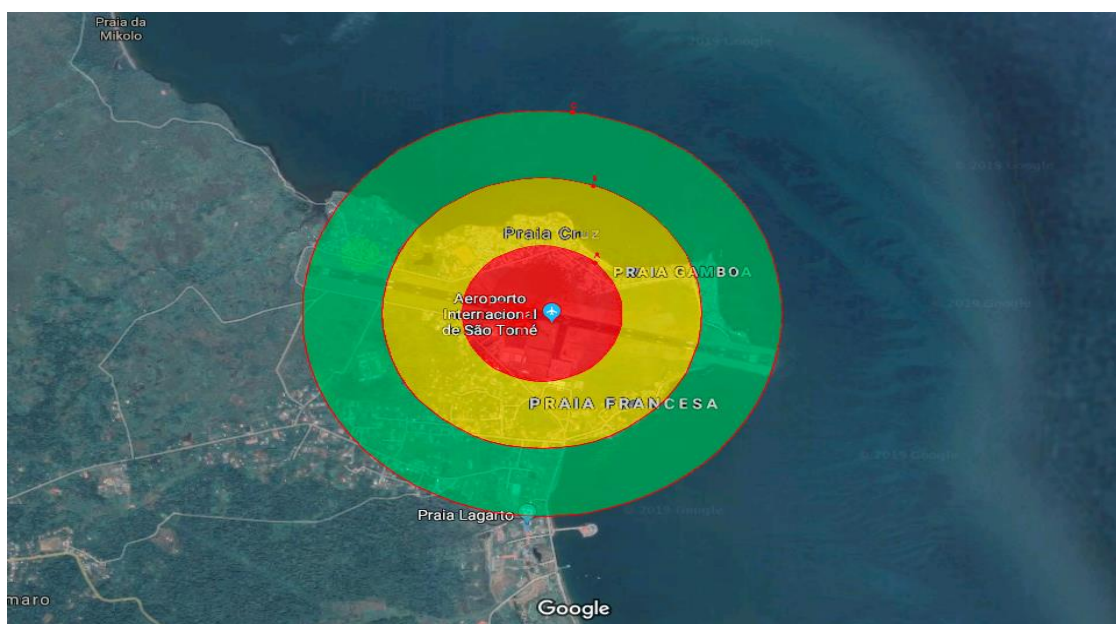


Figura 21: Zonas de Propagação de GEE e Ruído

A Figura 21 é uma representação das zonas por nível de emissões tanto do GEE e Ruído: a zona **C (Verde)** representa o local onde as populações estão em contacto com um nível mais reduzido de emissões em relação à zona **B (Amarelo)** que se comporta como intermédia, e a zona **A (Vermelho)** é aquela onde os habitantes sofrem muito mais com as quantidades das emissões citadas.

É de realçar que este estudo é meramente exploratório; para que fosse possível ter conclusões dados mais fiáveis, teríamos que ter em conta, a propagação do som ao redor da infraestrutura aeroportuária, já que essa fonte de propagação depende da temperatura e do vento, e da localização do aeroporto, tendo em conta que aeroporto encontra-se na zona costeira, e uma das cabeceiras da pista (29R) está “dentro” do oceano, e também das características orográficas (montanhas, relevo, terreno) locais.

A preocupação com os gases de efeito de estufa tornou-se uma realidade, uma vez que se trata de um atentado ao bem-estar social que afeta a qualidade de vida das populações e que põe em causa a saúde, a agricultura, os ecossistemas, etc. Dado que nos aeroportos o número de aeronaves tende a aumentar e essa realidade não se irá alterar já que cada vez mais se fala na criação de mais aeroportos e de novas rotas, assim a população residente em redor dos aeroportos vai estar cada vez mais exposta a GEE e Ruído de aeronaves.

Mas há algumas companhias como a Ryanair que tem implementado um modelo para a consciencialização do impacto do GEE, incentivando cada passageiro a doar 1€ no seu bilhete para reduzir a pegada de carbono. Outro exemplo é o do governo da Suécia que tentou aplicar a taxa de imposto de gases efeito estufa; no entanto, houve diversas queixas das companhias referindo-se à perda de emprego e à redução da competitividade como argumento para a não aplicação dessa taxa. Entretanto países como a França, Noruega, Dinamarca aplicam taxas consoante os GEE emitidos pelas frotas das aeronaves que sobrevoam as respetivas RIV. De facto, alguns países estão a ganhar consciência deste problema, mas a ICAO deveria ter uma posição mais firme nesta matéria de modo a que houvesse uma maior adesão dos países membros a esta causa.

O nível de incómodo de ruído é geralmente um problema para as pessoas que vivem ou trabalham em redor dos aeroportos; eis a razão por que o planeamento urbano é um processo que requer a participação de todas as partes interessadas que possam evitar a degradação da qualidade de vida em torno dos aeroportos. Os planos urbanísticos de ruído por zona são feitos pela autoridade aeroportuária usando as rotas de aeronaves, tipos de aviões e elevação do aeroporto; este plano é um dos elementos mais importantes no conjunto de questões relacionadas com o planeamento urbano ao redor dos aeroportos, cujo objetivo é mitigar os impactos causados pela poluição sonora dos aviões (Santos, Gomes, & Santos, 2017).

4.4 Medidas de Controlo dos Impactos

Neste momento no que diz respeito a São Tomé e Príncipe, no âmbito do GEE e Ruído as aeronaves não pagam qualquer taxa. Seria interessante considerar que toda a fonte de ruído acima de 55 dB fosse taxada, minimizando assim os impactos negativos relacionadas com esta externalidade do transporte aéreo.

Se cada aeronave que aterrasse/descolasse em STP pagasse uma taxa por emissões de GEE e Ruído, isso significaria que por cada operação em LTO pagariam uma taxa de ruído de acordo com a Tabela 14, e de GEE, para os horários de 06h-18h, 18h-22h, e 22h-06h; essas taxas não constituiriam um encargo significativo para as companhias a operarem em São Tomé e Príncipe, mas fariam com que as mesmas tivessem preocupações relativamente à poluição ambiental e sonora.

É necessário realçar que as aeronaves mais ruidosas a operarem atualmente em STP são os A321/200, isto é, essas aeronaves provocam uma poluição sonora na ordem dos 96,1dB. STP é uma reserva da biosfera. Naturalmente que a política de STP é a de receber todas as aeronaves que procurem os seus aeroportos. Mas, tal como acontece em outros países, deverá haver um controlo de emissões de GEE e Ruído e, por conseguinte, a aeronave que mais poluir deverá pagar mais por isso.

4.5 Conclusão

Em relação à análise efetuada neste capítulo quanto às externalidades negativas (GEE e Ruído) associadas ao transporte aéreo em São Tomé e Príncipe, é de realçar a necessidade de se ter uma política mais atenta e interveniente por parte das autoridades competentes. STP é um País insular e dependente do sector de agricultura e turismo; logo, a essas externalidades poderão ter consequências futuras muito agressivas para a população, mas também para o equilíbrio dos ecossistemas.

Os dados apresentados realçam a realidade do transporte aéreo em São Tomé e Príncipe, e as projeções, mesmo as mais defensivas apontam para um aumento considerável dos movimentos nos aeroportos do país. De certo modo, com a criação do céu único africano, essa liberalização do transporte aéreo trará com certeza muitos benefícios económicos e entrada de cada vez mais aeronaves, tanto no âmbito comercial - com novas companhias aéreas e rotas, como no âmbito privado: devido à insularidade do País e devido à existência de uma oferta crescente de unidades hoteleiras muito conceituados na região (Pestana Equador Ilhéu das Rolas, Omali São Tome, Club Santana - na Ilha de São Tomé; e Hotel Sundy Praia Lodge, Roça Belo Monte, Bom

Bom Príncipe Island - na ilha de Príncipe) tem havido um número crescente de aeronaves privadas a fazerem uso das infraestruturas aéreas são-tomenses com fins turísticos.

A ICAO tem vindo a desenvolver diretrizes para a regulação do ruído que uma aeronave pode emitir nas imediações aeroportuárias; por outro lado, esta organização adotou medidas concretas para que as aeronaves mais recentes fossem menos poluidoras em relação às mais antigas (ICAO, Anexo 16).

Hoje em dia vários aeroportos mundiais vêm desenvolvendo técnicas para a redução de ruído na sua vizinhança de modo reduzir tal impacto. Essas técnicas passam por plantações de arbustos em terrenos ao redor dos aeroportos. Esta medida também poderia ser aplicada nos aeroportos em São Tomé e Príncipe, tendo em conta o baixo custo operacional.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído)
em São Tomé e Príncipe

Capítulo 5: Conclusão

5.1 Síntese da Dissertação

De uma forma geral este trabalho está dividido em 3 capítulos fundamentais - capítulos 2, 3 e 4, conforme se refere em seguida. Para além destes há ainda: o capítulo 1 - onde se referem a Motivação, o Objeto e Objetivos, a Metodologia e a Estrutura da Tese; e este capítulo 5 - com a Síntese da Dissertação, algumas Considerações Finais, e ainda Perspetivas Futuras de Investigação.

O capítulo 2 é o do estado da arte onde é retratada uma abordagem geral do transporte aéreo e das externalidades positivas e negativas (GEE e Ruído) que lhe estão associadas. São ainda referidas as diversas instituições e iniciativas legislativas (internacionais, comunitárias e nacionais) que estão associadas às externalidades negativas, especificamente para as definir, limitar e taxar. Este capítulo conclui que o transporte aéreo está no seu pleno crescimento sendo um principal fomentador de economia, gerando riquezas. É também um sector de atividade estrategicamente importante que dá um contributo vital para a economia na criação de emprego em geral, representando um ativo positivo para a mudança no desenvolvimento e sustentabilidade dos mercados, onde as oportunidades com a liberalização do comércio têm feito com que esses mercados cresçam aceleradamente, fomentando assim as economias regionais e locais.

Este meio de transporte facilita o comércio mundial, aumentando a produtividade em toda a economia global e melhora a eficiência da cadeia logística, que permite o investimento interno e externo e atua como um estímulo para a inovação e melhoria da qualidade de vida ao ampliar também as oportunidades para a prática do lazer, da cultura e do ecoturismo. Entretanto também há um passivo que são as externalidades associadas GEE e Ruído, onde o aumento do tráfego tem aumentado as emissões dos motores das aeronaves, afetando as populações em todo o mundo - sobretudo as que vivem perto dos aeroportos, constituindo assim um problema da saúde pública local com efeitos nefastos relacionados com a poluição do ar, a poluição sonora, a poluição do solo, etc.

O capítulo 3, do caso de estudo, salienta todas as informações que caracterizam o transporte aéreo e a infraestrutura aeroportuária em São Tomé e Príncipe, retrata também o transporte aéreo em São Tomé e Príncipe quanto à situação económica, e o impacto ambiental no contexto das externalidades negativas (GEE e Ruído) durante o ciclo LTO no único aeroporto internacional da ilha. Tendo em conta a insularidade do País o transporte aéreo é única forma de este se ligar com outros países.

O fenómeno das alterações climáticas tem também atingido São Tomé e Príncipe, embora não se saiba ao certo quantificar as perdas daí resultantes. O que é certo é que se tem verificado uma grande redução da diversidade biológica, sobretudo para faunas e floras de espécies

endémicas. Assim, a questão da alteração climática é um caso de sustentabilidade, que poderá influenciar drasticamente o mercado interno do País. O sector dos transportes é visto como uma ponte para o desenvolvimento em STP, sendo o transporte aéreo e a rede aeroportuária um fator importante na economia local fomentando a atividade do País. Neste capítulo foi realçado como o país necessita de reforçar esse meio de transporte de modo a que possa escoar os seus produtos. O transporte aéreo em STP é um sector em crescimento tendo em conta a frequência de voos semanais atuais e em perspectiva; como tal, foram determinadas de modo aproximado as externalidades (GEE e Ruído) associadas ao transporte aéreo em STP, tendo em atenção a vizinhança do aeroporto internacional.

O capítulo 4, que faz a análise dos resultados, apresenta uma análise crítica sobre os dados obtidos no capítulo anterior. Neste capítulo foi apresentada uma estimativa da quantidade de GEE e Ruído passíveis de afetar uma população residente em torno do aeroporto internacional de STP. Para tal tivemos em consideração um círculo de um raio de 1110m em torno do meio da pista do aeroporto (de comprimento total igual a 2220m). Este círculo abrange uma área de quase 4km², onde reside uma população de cerca de 5.500 habitantes. Tendo em atenção a fase LTO das aeronaves que operam semanalmente em STP, dos resultados obtidos conclui-se que uma parte significativa dessa população está sujeita a uma percentagem significativa de GEE e níveis de ruído, necessariamente com forte impacto na saúde pública.

Nesta fase do trabalho é possível fazer uma análise crítica dos objetivos traçados inicialmente e, de entre, estes quais os que foram - ou não, alcançados:

Objetivos		
Inicialmente Traçados		Atingido
1	Quantificar Emissões de GEE e Ruídos nos Aeroportos de São Tomé e Príncipe	Sim
2	Mapas de Ruídos nos Aeroportos de São Tomé e Príncipe	N/A
3	Corredor Aéreo nas Descolagem e Aterragem	N/A

1) De uma forma concisa, devemos afirmar que os objetivos iniciais delineados eram no sentido de quantificar as externalidades negativas (GEE e Ruído) associadas ao transporte aéreo em São Tomé e Príncipe; eles foram alcançados de uma forma incompleta, uma vez que os dados das emissões deveriam ser obtidos por equipamentos específicos - o que nunca esteve ao nosso alcance;

2) O mapa de ruído é um instrumento importante na perceção do impacto do ruído; a própria FAA aconselha a sua construção em todas as infraestruturas aeroportuárias para se ter uma noção da exposição de ruídos, e se desenvolverem programas de mitigação. Infelizmente o impacto de ruído em São Tomé e Príncipe não tem um custo social quantificado; por desconhecimento público dessa realidade, esta situação faz com que esses habitantes que residem na vizinhança do aeroporto vivam expostos a estas externalidades sem saber qual o

nível da exposição; no entanto, em outros aeroportos no mundo, os custos de ruído têm uma taxa própria, e as populações afetadas são compartilhadas nas despesas com doenças correlacionadas e esta compensação poderia ser utilizada para construir redes e barreiras acústicas - além do mais, nesses países os habitantes têm consciência das consequências dos impactos na saúde dessas externalidades.

3) Relativamente à proposta de criação de um novo corredor aéreo de aproximação ao aeroporto de STP para mitigar os impactos negativos sobre as populações dos GEE e do Ruído, é de frisar que este objetivo não foi alcançado, uma vez que isso resultaria de uma análise iterativa dos resultados dos mapas de ruído; logo, a não realização do mapa refletiu-se na não concretização do corredor aéreo. Vários aeroportos no mundo têm corredores aéreos de aproximação aos aeroportos distintos de acordo com as horas do dia/noite (manhã, tarde, noite), fazendo com que as operadoras cumpram requisitos diferentes em diferentes horários de voo no ciclo LTO; daí a importância que colocamos nesses estudos.

5.2 Considerações Finais

No decorrer deste trabalho poderíamos ter atingido todos os objetivos (quantificação das emissões de gases efeito de estufas e ruído, elaboração de mapas de ruídos, e redesenho de corredores aéreos da aproximação, quer para o aeroporto internacional, quer para o doméstico) a que nos tínhamos proposto; no entanto, por inexistência atempada de dados não foi possível nem determinar mapa de ruído nem criar outro possível corredor.

É de realçar que depois da elaboração deste trabalho podemos concluir que mesmo uma infraestrutura aeroportuária como a de STP, com um número de voos reduzido, há externalidades negativas associadas ao transporte aéreo. O transporte aéreo em STP vem crescendo ao longo dos anos, e atendendo a certos apetrechamentos feitos em sectores turísticos; logo, é de enfatizar que o Estado deveria adotar políticas proativas em relação às externalidades associadas ao transporte aéreo.

Atendendo aos gráficos analisados, é visível o impacto das emissões para uma infraestrutura aeroportuária que tem aproximadamente 110.000 passageiros por ano. Certamente que o movimento de passageiros crescerá, atendendo a política de estímulo da Direção Geral de Turismo e com a ampliação de infraestruturas aeroportuárias como consequência da criação de novas rotas, as entidades competentes de STP terão de criar a legislação e os regulamentos necessários para responder aos desafios do futuro.

Hoje em dia deparamo-nos com notícias de ilhas do Pacífico Sul que estão em via de extinção, como a Melanésia, a Micronésia e a Polinésia (Campbell, 2010). O cartão de visita desses países é o turismo à semelhança de São Tomé e Príncipe, logo os atributos ambientais valorizados

pelos turistas quanto à escolha de um destino de férias podem ser alterados por uma variedade de mecanismos e levar a mudanças nos destinos de viagem. Por exemplo, os desastres naturais e a exploração de recursos podem claramente reduzir a atratividade ambiental. O próprio turismo também pode impactar negativamente o turismo - o que pode dissuadir alguns turistas de escolher locais anteriormente não frequentados (MARIA C. UYARRA, 2005).

Entretanto, STP não ficará de parte em relação aos impactos dessas vulnerabilidades com custos irreversíveis atendendo ao estatuto de Pequeno Estado Insular em Desenvolvimento (Ilan Kelman, 2009). São Tomé e Príncipe um país insular no Equador Africano, continente fustigado pela seca e pelos fracos recursos financeiros e tecnológicos, onde as erosões costeiras estão cada vez mais afetando a ilha, onde o abate discriminatório das árvores é uma realidade, criando assim um desequilíbrio dos ecossistemas. Futuramente essas vulnerabilidades poderão interromper os ecossistemas terrestres e marinhos na maioria dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (Lal, Harasawa, & Takahashi, 2002). As externalidades negativas associadas ao transporte aéreo não deixarão de ser mais um contributo indesejável.

São Tomé e Príncipe possui savana que é considerada antrópica, é uma região plana onde a vegetação predominante são as plantas gramíneas, tipo herbácea. Muitas das áreas marginais outrora ocupadas com cacau e com café foram progressivamente abandonadas nas últimas décadas, dando origem a formações florestais secundárias ou “capoeiras³”.

O transporte aéreo tem um papel fundamental no desenvolvimento da Região onde se insere, criando empregos, gerando riqueza, estimulando o comércio e o turismo, dando o mote a novos modelos de negócios, melhorando a qualidade de vida das pessoas e promovendo a integração social do País e da Região.

Mas esse crescimento não é isento de danos, tais como, a poluição sonora e a degradação ambiental, os impactos na saúde, fazendo com que instituições como a ICAO se consciencializassem acerca desses efeitos e criassem políticas juntamente com os fabricantes aeronáuticos na mitigação dessas externalidades, com regulamentações e diretrizes bem definidas para que cada País cumpra os procedimentos operacionais de redução de GEE e do ruído.

Contudo, apesar de STP estar abrangido pelos regulamentos da ICAO, esses efeitos negativos do transporte aéreo ainda não são visíveis no arquipélago atendendo à escassez de estudos que recolham e tratem os dados, e que depois quantifiquem os custos. As entidades governamentais do arquipélago têm criado planos de intervenção, mas isto de que falamos requer recursos tecnológicos para uma dada precisão de dados. Este trabalho serve de protótipo da realidade

³ Expressão local que designa floresta abandonada.

do País, chamando a atenção para a realidade dos problemas ambientais e dos custos associados.

Os resultados obtidos mostram evidências das externalidades do transporte aéreo em STP, concretamente no aeroporto internacional de São Tomé; logo, como é verificável nos dados dos movimentos de passageiros, estes têm crescido exponencialmente - 50 307 passageiros em 2010 para 110.000 passageiros em 2017. Certamente que este crescimento continuará nos próximos anos e as emissões poderão seguir o mesmo caminho tendo em conta o panorama atual de políticas governamentais.

5.3 Perspetivas de Investigação Futuras

Para a realização de qualquer trabalho há que recorrer a dados; logo, atendendo à dificuldade de obtenção (ou mesmo ausência dos mesmos), no futuro deverá ser efetuado um estudo exaustivo e rigoroso de recolha de informação sobre os GEE e o Ruído, e a respetiva propagação, de modo a que se possam elaborar mapas de influência dos GEE e do Ruído para ambos aeroportos de São Tomé e Príncipe. Este trabalho terá de recorrer ao auxílio de equipamentos apropriados (sonómetros acoplados com analisador de frequências, dosímetros, Sondas de CO₂ e outros GEE, data logger, etc.) que possam medir a poluição ambiental e sonora de modo fiável, e também de todos os meios de transporte que se movem dentro das infraestruturas aeroportuárias, de modo que seja um inventário tal como preconizado pela ICAO.

No decorrer deste trabalho não foi definida a propagação dos GEE e do ruído como um objetivo a alcançar; logo, deve ser pensada a questão da propagação dos GEE e Ruído ao redor dos aeroportos em STP - sobretudo em São Tomé, porque embora não haja população na cabeceira da pista mais utilizada nas aproximações, ainda assim existe uma quantidade considerável de habitantes na zona limítrofe do aeroporto. Facto que pode ser ainda colmatado com o estudo de novos canais de aproximação à pista.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído)
em São Tomé e Príncipe

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído)
em São Tomé e Príncipe

Referências

- ACCF. (2014). *Annual Report. Abidjan - Côte d'Ivoire: Energy, Environment and Climate Change*.
- ACI. (2010). *Aircraft Noise Rating Index*. International-North America: Airports Council International.
- ACI. (2018). *ACI.AERO*. Obtido em 5 de Julho de 2018, de <https://aci.aero/news:https://aci.aero/news/2018/04/09/aci-world-releases-preliminary-2017-world-airport-traffic-rankings-passenger-traffic-indian-and-chinese-airports-major-contributors-to-growth-air-cargo-volumes-surge-at-major-hubs-as-trade-wars-thre/>
- ACPC. (2014). *Loss and Damage in Africa*. Addis Abeba, Etiópia : African Climate Policy Centre | United Nations Economic Commission.
- ADB. (2018). *African Economic Outlook*. Abidjan Côte d'Ivoire: African Development Bank.
- AEF. (1999). *Global climate change*. Londres : Aviation Environment Federation.
- Akored, S. (2018). <https://www.weforum.org:https://www.weforum.org/agenda/2018/02/how-a-single-market-will-transform-africa-s-economy/> (W. E. Forum, Ed.) Obtido em 15 de março de 2018, de <https://www.weforum.org:https://www.weforum.org/agenda/2018/02/how-a-single-market-will-transform-africa-s-economy/>
- ATAG. (2003). *The Contribution of Air Transport to Sustainable Development in Africa*. Genebra: Air Transport Action Group.
- ATAG. (2016). *Global Sustainable Aviation Forum*. Suíça: Air Transport Action Group.
- Bank, A. D. (2018). *African Economic Outlook*. Abidjan Côte d'Ivoire: African Development Bank.
- BCSTP. (2016). *Relatório Sobre a Economia Santomense*. São Tomé e Príncipe : Banco Central de São Tome e Principe .
- BenoîtChèze, PascalGastineau, & JulienChevallier. (2011). Forecasting world and regional aviation jet fuel demands to the mid-term (2025). *Energy Policy* 39 (2011) 5147-5158.
- Bernardi, A. D., D'lorio, J. I., Coppa, M., Monteagudo, J. P., & Tomassini, N. (2014). Comparative Analysis of Operations In Landing - Take Off Cycles At Different Airports in the European Union. *Conferência Internacional sobre Tráfego e Engenharia de Transporte (Belgrado, Sérvia, 2014)*. Belgrado, Sérvia.
- Brito, B. R. (2010). Turismo em meio Insular Africano: Análise Comparativa de impactos, Recursos e Instrumentos Ambientalmente Sustentavel. *Centro de Estudos Africanos- ISCTE-IUL Vol. I, núm. 9-10, páxinas 157-177*.
- Brueckner, J. K., & Girvin, R. (2007). Airport noise regulation, airline service quality, and social welfare. *Transportation Research Part B* 42 (2008) 19-37.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

- Campbell, J. B. (2010). *Climate Change and Small Island States. EARTHSCAN CLIMATE.*
- Centre, U. R., & Development, E. C. (2010). *O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo em São Tomé e Príncipe: Centro de Desenvolvimento de Energia Limpa.*
- Chaug-IngHsu, & Pei-HuiLin. (2005). Performance assessment for airport noise charge policies and airline network adjustment response: *Transportation Research Part D 10 (2005) 281-304.*
- Dessens, O., Köhler, M. O., Rogers, H. L., Jones, R. L., & Pyle, J. A. (2014). Aviation and climate change: *Transport Policy.*
- DGA. (2011). *Segunda Comunicação Nacional sobre Mudanças Climáticas.* São Tomé e Príncipe : Direção Geral do Ambiente .
- DGA. (2014). *Relatorio Nacional Sobre Mudanças Climáticas.* São Tomé e Príncipe : Direcção Geral de Ambiente .
- Dunn, R. J., Hurst, D. F., N.Gordon, & K.M.Willett. (2016). *Overview Globam Climate.*
- Ebi, K. L., Lewis, N. D., & Corvalan, C. (2006). Climate Variability and Change and Their Potential Health Effects in Small Island States: Information for Adaptation Planning in the Health Sector. *EHP: Environmental Health Perspectives, 114(12):1957-63.*
- ECAC.CEAC Doc29. (2016). *Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports.*
- EEA, A. E. (2018). *Greenhouse gas emissions from transport.* Obtido de European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-11#tab-related-briefings>
- ENASA. (2017). *Boletim Estatístico de voo.* São Tomé e Príncipe : Empresa Nacional de Aeroportos e Segurança Aérea.
- Energy, F. A. (2015). *Aviation Emissions ,and Air Quality Handbook Version 3 Update 1.*
- EPA Network. (2015). *Progress report on aircraft noise abatement in Europe v3.* European Environment Agency.
- EU. (2017). *Annual Analyses of the EU Air Transport Market 2016.* Belgica : commission european .
- FAA. (1979). *Airport Noise Compatibility Planning.* Washington D.C , EUA: Federal Aviation Administration.
- FAA. (2012). *Noise Levels for U.S. Certificated and Foreign Aircraft Advisory Circular AC 36-1H.* Washington, DC: Federal Aviation Administration.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

- FAA. (2015). *Aviation Emissions ,and Air Quality Handbook Version 3 Update 1*. Washington, D.C: Federal Aviation Administration.
- FAE. (1999). *Federation Aviation Environment , Aviation and global climate change*.
- Gamboa, P. V. (2008). Mecânica do Voo. Em *Mecânica do Voo : Descolagem e Aterragem*. Covilhã, Portugal: Universidade da Beira Interior.
- GiovanniNero, & ABlack, J. (2000). A critical examination of an airport noise mitigation scheme and an aircraft noise charge: the case of capacity expansion and externalities at Sydney (Kingsford Smith) airport. *Transportation Research Part D 5 (2000) 433±461*.
- Girvin, Raquel. (2009). Aircraft noise-abatement and mitigation strategies. *Journal of Air Transport Management 15 (2009) 14-22*.
- Glowacki, P., & Kawalec, M. (2015). Aircraft emissions during various flight phases. *combustion engines journal 162(3), 229-240*.
- Goncalves, E. d. (2009). Externalidade Aeroportuareas e Aeronauticas: uma Aproximação aos Impactos Economicos, Ambientais, Espacial e Socio Cultural. Curitiba, Brasil: FAE Centro Universitário.
- IATA. (2006). *Briefing n°3 Economics, Measuring the additional benefits generated by airline networks for economic development*.
- IATA. (2011). *A Blueprint for Single European Sky*. Montreal Canadá: International Air Transport Association. Obtido de <https://www.iata.org/pressroom/pr/Documents/blueprint-single-european-sky.pdf>
- IATA. (2016). *IATA Forecast to 2036*. Montreal,Canadá: International Air Transport Association.
- IATA. (2017). *Previsão para 2036* . Genebra: International Air Transport Association.
- IATA. (2018). *Fact sheet: CORSIA and Carbon Pricing*. Montreal, Canadá: International Air Transport Association.
- ICAO. (2004). *Manual on the Regulation of Internacional Air Transport*. Montreal, Canada : International Civil Aviation Organization .
- ICAO. (2008). *Guidance on the Balanced Approach to Aircraft Noise Management / Doc 9829*. Canada: International Civil Aviation Organization.
- ICAO. (2010). *Enveronmental Report Overview Aviation´s Contribution to Climate Change*. Motreal, Canada: International Civil Aviation Organization.
- ICAO. (2013). *Aviation and Climate Change*. Montreal, Canadá: International Civil Aviation Organization.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

- ICAO. (2016). *overview of regulatory and industry developments in international air transport, september 2016*. Montreal, Canada: International Civil Aviation Organization.
- Ilan Kelman, J. J. (2009). Climate Change and Small Island Developing States: A Critical Review. *Ecological and Environmental Anthropology*.
- INAC. (2016). *Plan de Action de São Tomé et Príncipe pour lá Rductions des Émissions de CO2 Issues de L´aviation Internationale*. São Tomé e Príncipe : Instituto Nacional de Aviação Civil.
- INAC. (2018). *Anuário da Estatística do Transporte Aéreo Regular do ano 2017*. São Tomé e Príncipe : Instituto Nacional de Aviação Civil .
- INE. (2015). *IV Recenseamento Geral da População e da Habitação 2012 (IV RGPH 2012)*. São Tomé e Príncipe: Instituto nacional de Estatística.
- INM. (2012). *Inventario de gases com efeito de estufas de São Tomé e Príncipe*. São Tomé e Príncipe : Instituto Nacional de Meteorologia .
- INM. (2018). *Relatorio sobre as medidas de mitigação as mudanças climaticas* :Instituto Nacional de Meteorologia.
- JAXA. (1 de Abril de 2015). *global.jaxa*. (J. A. Agency, Editor) Obtido em 8 de Julho de 2018, de <http://global.jaxa.jp:> <http://global.jaxa.jp/article/2015/special/dreams/ishii.html>
- José António Vera Cruz, M. d. (2013). *Alterações Climaticas e seus efeitos sobre o turismo em São Tomé e Príncipe*.
- Kroesen, M., Molin, E. J., Miedema, H. M., Vos, H., Janssen, S. A., & Wee, B. v. (2010). Estimation of the effects of aircraft noise on residential satisfaction. *Transportation Research Part D 15 (2010) 144-153*.
- Lal, M., Harasawa, H., & Takahashi, K. (2002). Future climate change and its impacts over small island states. *Climate Research Vol. 19: 179-192, 2002*.
- LamLo, P., GianmariaMartini, FlavioPorta, & DavideScotti. (26 de novembro de 2018). The determinants of CO2 emissions of air transport passenger traffic: An analysis of Lombardy (Italy). *Transport Policy*.
- Lo, P. L., Martini, Gianmaria, Porta, Flavio, Scotti, & Davide. (26 de novembro de 2018). The determinants of CO2, emissions of air transport passenger traffic: An analysis of Lombardy (Italy). *Transport Policy (2018) 0967-070X*.
- M.P:Matheson, & M.M.Haines, S. a. (2008). The Effects of Chonic Aircraft Noise Esposure on Children’s Cognition and Health: 3 field Studies.
- MA. (2011). *Segundo Comunicado Nacional*. São Tomé é Príncipe : Menisterio de Ambiente .

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

- MA. (2012). *III Inventário de gases com efeito de estufa de S. Tomé e Príncipe*. Ministério Ambiente, das Infraestrutura Recursos Naturais e Ambiente.
- MA. (2017). *Relatório Nacional do Estado Geral da Biodiversidade de STP*.
- MA. (2018). *RELATÓRIO SOBRE AS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ÂMBITO DA TCN*. Ministério das Infraestruturas, Recursos Naturais e Ambiente.
- Mandinga, L. d. (2010). A problemática ambiental políticas e medidas para conservação dos ecossistemas em São Tomé e Príncipe .
- MARIA C. UYARRA, I. M. (2005). Island-Specific Preferences of Tourists for Environmental Features: Implications of Climate Change for Tourism-Dependent States. *Foundation for Environmental Conservation*.
- Maria Nadia Postorino, L. M. (7 de Setembro de 2018). Improving taxi-out operations at city airports to reduce CO2 emissions. *Transport Policy*.
- Masiol, M., & Harrison, R. M. (2014). Aircraft engine exhaust emissions and other airport-related contributions to ambient air pollution. *Atmospheric Environment vol. 95, pp. 409-455*.
- Matos, F. &. (2013). *Esudo de Impacto Ambiental do Projecto Eco-Turístico da Praia Sundi*.
- Miyoshi, C., & Mason, K. (2009). The carbon emissions of selected airlines and aircraft types in three geographic markets. *Journal of Air Transport Management 15 (2009) 138-147*.
- Morrell, P., & Lu, C. H.-Y. (2000). Aircraft noise social cost and charge mechanisms ± a case study of Amsterdam Airport Schiphol. *Transportation Research Part D 5 (2000) 305±320*.
- Müllera, C., Cramera, W., Harea, W. L., & Lotze-Campena, H. (2011). Climate Change Risks for African Agriculture. *Agricultural Sciences 2011 108 (11) 4313-4315*.
- Nascimento, L. A. (2010). <http://>. (Profiacademus, Editor, Profiacademus, Produtor, & Profiacademus) Obtido em 13 de Novembro de 2017, de projecto-profinatura.blogspot: <http://projecto-profinatura.blogspot.com>
- Nations, U. (2013). *World Economic and Social Survey / Sustainable Development Challenges*. New York: United Nations publication.
- Nón, J. T. (22 de Outubro de 2015). *telanon.info*. (J. D. Nón, Ed.) Obtido em 20 de Dezembro de 2018, de <https://www.telanon.info>: <https://www.telanon.info/economia/2015/10/22/20296/tap-alivia-bloqueio-do-chocolate-nacional-enquanto-a-stp-airways-continua-muda-e-surda/>
- Nón, T. (24 de Maio de 2016). *telanon.info*. (J. T. Príncipe, Ed.) Obtido em 20 de Dezembro de 2018, de <https://www.telanon.info>: <https://www.telanon.info/sociedade/2016/05/24/21913/inac-esclarece-o-caso-da-lista-negra/>.

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

- OCE, & Príncipe, E. C. (2016). *Economic Complexity of Sao Tome and Principe*. Obtido em 8 de Julho de 2018, de Atlas Media: <https://atlas.media.mit.edu/en/profile/country/stp/>
- Pena, F. M. (2016). Análise de Risco de Aeroportos Operados pela euroAtlantic Airways. Universidade da Beira Interior .
- Peter Lercher, G. W. (2003). Ambient Noise and Cognitive Processes Among Primary School Children. *Environment and Behavior* 35 (6), 725-735.
- Postorino, Maria Nadia; Mantecchini, Luca; Paganelli, Filippo. (2018). Improving taxi-out operations at city airports to reduce CO2 emissions;. *Transport Policy* (2018) 0967-070X.
- Rypdal, K., Kilde, N., Seide, S., & Treanton., K. (2010). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. *Aircraft Emissions Statistics Norway*).
- S A Stansfeld, B. B.-B. (2005). Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study.
- Santos, G. S., Gomes, R. d., & Santos, E. A. (2017). PPGIS as an urban planning tool around airports. *Journal of Air Transport Management* 69 (2018) 269e278.
- Schipper, Youdi; Rietveld, Piet; Nijkamp, Peter. (2001). Environmental externalities in air transport markets. *Journal of Air Transport Management* 7 (2001) 169}179, 7.
- Serdeczny, O., Adams, S., Baarsch, F. ., Coumou, D., Robinson, A., Hare, W., . . . Reinhardt, J. (2015). Climate change impacts in Sub-Saharan Africa: from physical changes to their social repercussions. *Regional Environmental Change, Volume 17, Issue 6, pp 1585-1600*.
- Sigurd weinreich, K. R. (2006). External Costs of Road, Rail and Air Transport a Bottom Up Approach.
- Silva, A. R. (2017). *Combustão e Ambiente* . Covilhã, Portugal : Universidade da Beira Interior.
- Silva, J. M. (2011). *Economia e Gestão do Transporte Aéreo*. Covilhã- Portugal: Universidade da Beira Interior .
- Souto, M. (2016). *Quadro de Gestão Ambiental e Social*. São Tomé e Príncipe: Ministerio das Finanças e da Administração Pública de São Tomé e Príncipe.
- UE. (26 de Junho de 2018). *Mobility and Transport*. Obtido em 26 de junho de 2018, de <https://ec.europa.eu/>: https://ec.europa.eu/transport/modes/air_en.
- UN. (2013). *World Economic and Social Survey / Sustainable Development Challenges*. New York: United Nations publication.

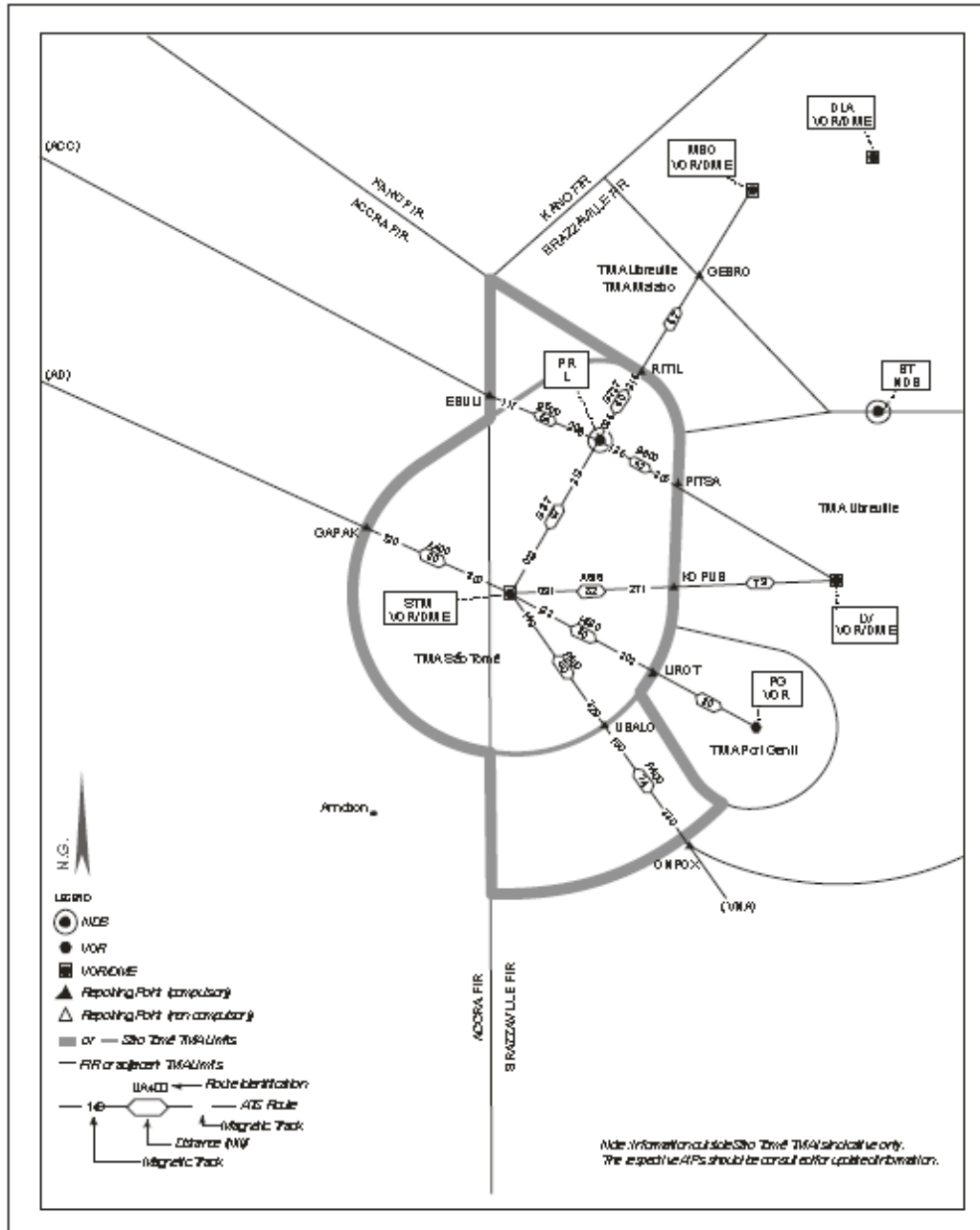
Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

- V.Gollnick, & and, D. (2016). Air Transport System. Springer-Verlag Wien.
- Vera Cruz, J. A. (2013). *Alterações Climáticas e seus efeitos sobre o turismo em São Tomé e Príncipe*. São Tomé e Príncipe: Ministerio do plano e Desenvolvimento Direção Geral do Turismo.
- Vespermann, J., & Wald, A. (2011). Much Ado about Nothing? - An analysis of economic impacts and ecologic effects of the EU-emission trading scheme in the aviation industry. *Transportation Research Part A 45 (2011) 1066-1076*.
- Vogiatzis, K. (2012). Airport environmental noise mapping and land use management as an environmental protection action policy tool. The case of the Larnaka International Airport (Cyprus). *Science of The Total Environment (2012) 424: 162-73* .
- WHO. (2011). *Burden of disease from environmental noise and Quantification of healthy life years lost in Europe*. WHO Regional Office for Europa: World Health Organization.
- WHO. (2017). *Climate Change and Health*. Genebra Suíça : World Health Organization.
- WHO. (2018). *Environmental Noise Guidelines*. Copenhagen Ø, Denmark: World Health Organization for the European Region.
- Zheleznaia, E. (2014). Air Transport Effectiveness: *Aviation technologies 2.1 (2014) 59-61*.

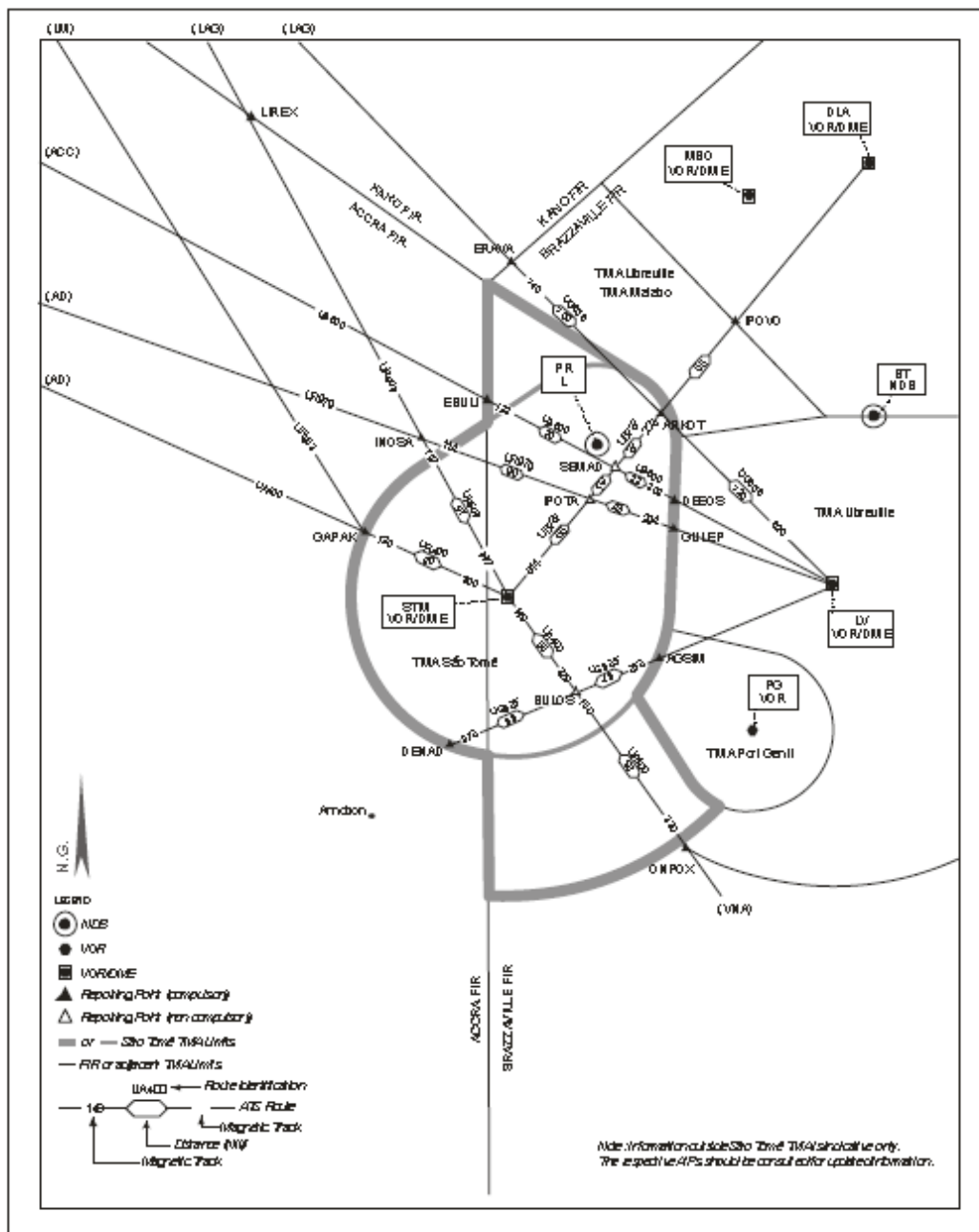
Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído)
em São Tomé e Príncipe

6.3 - ATS ROUTES INDEX - CHART

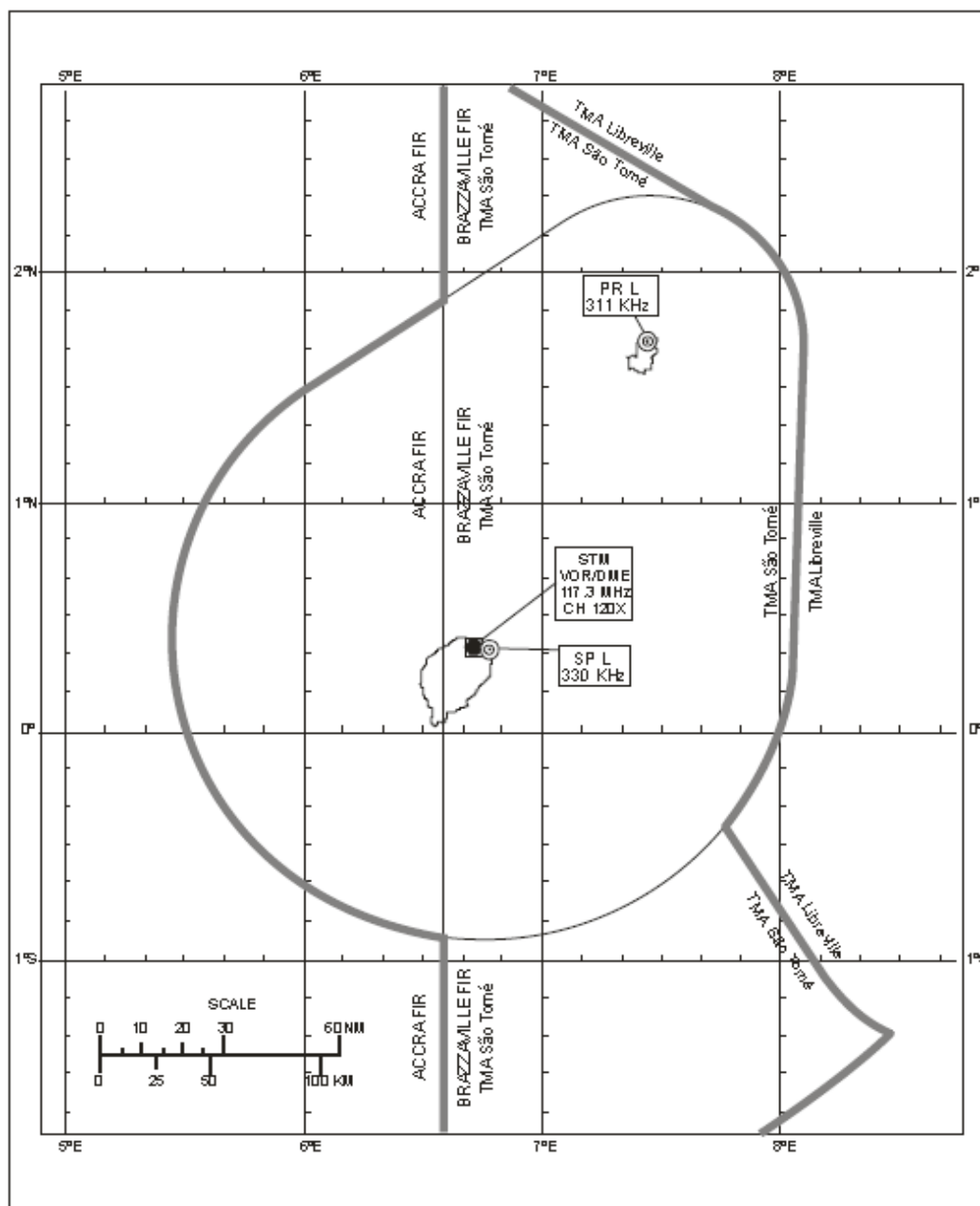
6.3.1 - LOWER AIRSPACE



6.3.2 - UPPER AIRSPACE



6.4 – RADIO FACILITY INDEX – CHART



Anexo 2: Certificado Tipo das Aeronaves

TCDS No.: EASA.IM.A.035
Issue: 08

Boeing 767

Page 1 of 39
Date: 15 December 2015



TYPE-CERTIFICATE DATA SHEET

No. EASA.IM.A.035

for
Boeing 767

Type Certificate Holder:
The Boeing Company

1901 Oakesdale Avenue SW
Renton, WA 98057-2623
USA

For Models: 767-200
767-300
767-300F
(767-300BCF)
767-400ER

NOTE: The 767-200 and 767-300 series were not subject to a validation by JAA prior to EASA, therefore they are accepted by EASA under the provisions of Regulation [EC] 1702/2003.

The 767-400ER was the subject of a JAA validation; this TCDS replaces JAA TCDS JAA/25/00-24.

Fonte: EASA

Cálculo de Aterragem e Descolagem da Distância e Tempo no Ciclo LTO

Aterragem (m/s)		Modelo de Aeronave					
		B767-300	A320/321	B737-7/8	ATR42/72	SAAB340	DORNIER 228-201
Aterragem	V_aprox	78,03	57,85	69,80	51,48	54,08	41,56
	V_TD	78,03	57,85	69,80	51,48	54,08	35,26
	V_toca solo	69,02	51,18	61,74	45,54	47,84	36,77
	V_R=V_TD	78,03	57,85	69,80	51,48	54,08	35,26
	Aproximação						
	s_aprox	633,34	441,92	389,72	343,92	406,15	287,38
	t_aprox	57,52	54,13	39,57	47,34	53,22	40,56

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

Transição de descida						
s_trans	7,48	5,55	5,02	4,56	5,19	3,99
t_trans	2,04	2,04	1,53	1,88	2,04	2,04
Fase aérea de aterragem						
s_obs	640,82	447,47	394,74	348,47	411,34	291,37
t_obs	59,56	56,17	41,10	49,22	55,26	42,59
Rotação						
s_rot	234,08	173,55	209,39	154,44	162,24	105,78
t-rot	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Desaceleração						
s_desacel	411,40	223,46	331,95	178,59	192,45	121,30
t_desacel	10,55	7,73	7,75	6,94	7,12	6,88
Corrida no solo						
s_g	645,48	84,20	541,34	333,03	354,69	227,08
t_g	13,55	10,73	10,75	9,94	10,12	9,88
Aterragem						
s_L	1286,30	831,67	936,08	681,50	766,03	518,45
t_L	73,10	66,90	50,35	59,16	65,37	52,47

Descolagem (m/s)	Modelo de Aeronave					
	B767-300	A320/321	B737-7/8	ATR42/72	SAAB340	DORNIER 228-201
V_S	60,02	44,50	53,69	39,60	41,60	31,97
V_LO=V_R	72,02	53,40	64,43	47,52	49,92	38,36
Aceleração						
s_ace	597,18	428,16	264,30	506,29	521,42	47,50
t_ace	16,58	16,04	15,20	17,00	20,89	14,33
Rotação						
s_rot	216,07	160,20	193,28	142,56	149,76	115,09
t_rot	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Corrida no solo						
s_g	813,25	588,36	457,73	168,08	671,18	162,60
t_g	19,58	19,04	18,20	20,00	23,89	17,33
Transição de subida						
s_trans	274,46	1516,94	245,46	180,90	190,07	145,91
t_trans	3,81	3,63	3,81	3,82	3,82	3,82
subida						
s_climb	397,42	573,37	836,34	131,65	19,76	267,92
t_climb	9,49	13,72	10,17	11,89	3,91	10,76
Corrida no solo á altura Obs						
s_obs	397,42	943,57	590,87	225,95	191,11	381,19
t_obs	10,82	18,91	16,35	19,48	8,47	13,17
Descolagem						

Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo. O Caso do Impacto Ambiental (GEE e Ruído) em São Tomé e Príncipe

		1210,6		1040,1			
s_TO		7	1531,93	4	956,87	879,07	574,59
t_TO		30,76	37,95	34,85	39,48	31,36	30,85

Anexo 3: ICAO-Emissões de Escape do Motor



ICAO ENGINE EXHAUST EMISSIONS DATA BANK

SUBSONIC ENGINES

ENGINE IDENTIFICATION: CFM56-7B24/2 BYPASS RATIO: 5.2
 UNIQUE ID NUMBER: 4CMO41 PRESSURE RATIO (π_{00}): 25.95
 ENGINE TYPE: TF RATED OUTPUT (F_{00}) (kN): 107.65

REGULATORY DATA

CHARACTERISTIC VALUE:	HC	CO	NOx	SMOKE NUMBER
D_p/F_{00} (g/kN) or SN	17.1	101.7	34.8	0.7
AS % OF ORIGINAL LIMIT	87.2 %	86.2 %	37.9 %	3.1 %
AS % OF CAEP/2 LIMIT (NOx)			47.3 %	
AS % OF CAEP/4 LIMIT (NOx)			57.5 %	
AS % OF CAEP/6 LIMIT (NOx)			65.4 %	
AS % OF CAEP/8 LIMIT (NOx)			78.4 %	

DATA STATUS

- PRE-REGULATION
 x CERTIFICATION
 - REVISED (SEE REMARKS)

TEST ENGINE STATUS

x NEWLY MANUFACTURED ENGINES
 - DEDICATED ENGINES TO PRODUCTION STANDARD
 - OTHER (SEE REMARKS)

EMISSIONS STATUS

x DATA CORRECTED TO REFERENCE
 (ANNEX 16 VOLUME II)

CURRENT ENGINE STATUS

(IN PRODUCTION, IN SERVICE UNLESS OTHERWISE NOTED)
 x OUT OF PRODUCTION (DATE: -)
 - OUT OF SERVICE

MEASURED DATA

MODE	POWER SETTING (% F_{00})	TIME minutes	FUEL FLOW kg/s	EMISSIONS INDICES (g/kg)			SMOKE NUMBER
				HC	CO	NOx	
TAKE-OFF	100	0.7	1.089	0.05	1.38	16.63	0.7
CLIMB OUT	85	2.2	0.902	0.07	4.3	13.23	0.7
APPROACH	30	4.0	0.313	6.01	30.32	6.72	0.7
IDLE	7	26.0	0.109	6.55	42.72	4.08	0.7
LTO TOTAL FUEL (kg) or EMISSIONS (g)			410	1576	10117	3534	-
NUMBER OF ENGINES				3	3	3	3
NUMBER OF TESTS				3	3	3	3
AVERAGE D_p/F_{00} (g/kN) or AVERAGE SN (MAX)				14.66	94.03	32.86	0.65
SIGMA (D_p/F_{00} in g/kN, or SN)				-	-	-	-
RANGE (D_p/F_{00} in g/kN, or SN)				13.4-15.9	88.4-100.0	32.7-33.2	0.2-1.5

ACCESSORY LOADS

POWER EXTRACTION 0 (kW) AT - POWER SETTINGS
 STAGE BLEED 0 % CORE FLOW AT - POWER SETTINGS

ATMOSPHERIC CONDITIONS

BAROMETER (kPa)	97.9-98.0
TEMPERATURE (K)	292.8-296.7
ABS HUMIDITY (kg/kg)	.00814-.0131

FUEL

SPEC	Jet A
H/C	1.93-1.94
AROM (%)	18.0-19.2

MANUFACTURER: GE
 TEST ORGANIZATION: CFM56-7B Eval Engineering
 TEST LOCATION: Peebles Test Operation (PTO) Peebles, OH
 TEST DATES: FROM 30 Aug 97 TO 12 Sep 97

REMARKS

- FAA Certification Report CR-997/2, 14 Nov 97
- Engine S/N 874-136/01, 874-141/01, 874-146/01

Fonte: ICAO

Anexo 4: EASA-Folhas de Dados para Ruído

TCDSN No.: EASA.IM.A.035
Issue: 15

Boeing 767

Page 1 of 101
Date: 05 April 2016



TYPE-CERTIFICATE DATA SHEET FOR NOISE

No. EASA.IM.A.035

for

Boeing 767

Type Certificate Holder:

The Boeing Company

1901 Oakesdale Avenue SW

Renton, WA 98057-2623

USA

For models: 767-200
767-300
767-300BCF
767-300F
767-400ER



TC.CERT.00080-001 |© European Aviation Safety Agency, 2014. All rights reserved. ISO9001 Certified.
Proprietary document. Copies are not controlled. Confirm revision status through the EASA-
Internet/Intranet

Fonte: EASA