



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

FERNANDO LEMOS COTTA

**DANOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE PROVENIENTES DAS OPERAÇÕES
AÉREAS**

Palhoça

2017

FERNANDO LEMOS COTTA

**DANOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE PROVENIENTES DAS OPERAÇÕES
AÉREAS**

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Conceição Aparecida Kindermann

Palhoça

2017

FERNANDO LEMOS COTTA

**DANOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE PROVENIENTES DAS OPERAÇÕES
AÉREAS**

Esta monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovada em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 24 de novembro de 2017.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Conceição Aparecida Kindermann

Prof. Esp. Orlando Flávio Silva

Dedico este trabalho a toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à minha esposa Luiza e à minha mãe Olimpia, pelo imenso amor e companheirismo, essenciais para a conclusão deste trabalho. Obrigado pela paciência, por cuidarem da minha filha Leticia e pelo incentivo nos momentos difíceis.

Ao meu pai Adair, aos meus irmãos Alexandre e Barbara e aos meus sogros Maili e Sergio, aos familiares e amigos, por todo apoio, amor e carinho e por fazerem parte da minha vida.

À Professora Conceição, minha orientadora, pela atenção e pelos ensinamentos dispensados a mim durante a realização desta monografia.

Ao Professor Cleo Marcus e a todos professores e colegas do Curso de Ciências Aeronáuticas.

À Universidade do Sul de Santa Catarina.

“Uma vez que você tenha experimentado voar, você andar  pela terra com seus olhos voltados para céu, pois l  você esteve e para lá você desejar  voltar.”

Leonardo da Vinci

“Quanto mais nos elevamos, menores parecemos aos olhos daqueles que não sabem voar.”

Friedrich Nietzsche

“Nunca se pode concordar em rastejar, quando se sente ímpeto de voar.”

Helen Keller

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo geral compreender os danos causados ao meio ambiente provenientes da operação aérea e se há medidas adotadas pelos órgãos de controle da aviação civil mundial para minimizar tais impactos. Caracteriza-se como uma pesquisa exploratória com procedimento bibliográfico e abordagem qualitativa. Para a pesquisa, foram utilizados autores como WELLS (2000), MOURA (2008), HORONJEFF et al. (2010), reportes periódicos como ICAO (2016), ACI (2016), IATA (2017), CAEP (2017), legislações como ANVISA (2008), CONAMA (1993), RBAC161 (ANAC, RBAC 161), entre outros. Ao finalizar a pesquisa, conclui-se que o setor aeronáutico vem se preocupando cada vez mais com o meio ambiente. Diversos órgãos, aeroportos e companhias aéreas já adotam procedimentos de proteção ao meio ambiente. Foi verificado que existem diversos danos causados ao meio ambiente advindos da operação aérea e que os principais aspectos que afetam o meio ambiente na operação aérea são: o ruído, a poluição atmosférica, o gerenciamento de resíduos e contaminação das águas. Os órgãos de controle de aviação civil desenvolvem políticas, realizam auditorias de conformidade, realizam estudos e desenvolvem um conjunto abrangente de padrões ambientais a serem seguidos. A preocupação com o meio ambiente é muito importante, pois a atividade aérea é um meio de transporte muito rápido, eficiente e solicitado e que vem crescendo a cada dia e com isso seus impactos com o meio ambiente também.

Palavras-chave: Meio Ambiente e Aviação. Aeroporto. Sustentabilidade. Poluição.

ABSTRACT

The objective of this research was to understand the damages caused to the environment from the air operation and if there are measures adopted by the control organizations of the world civil aviation to minimize such impacts. It is characterized as an exploratory research with a bibliographic procedure and a qualitative approach. For the research, authors such as WELLS (2000), MOURA (2008), HORONJEFF et al. (2010), periodic reports such as ICAO (2016), ACI (2016), IATA (2017), CAEP (2017), legislation such as ANVISA (2008), CONAMA (1993), RBAC161 (ANAC, RBAC 161), among others. At the end of the research, it is concluded that the aeronautical sector has been worrying more and more about the environment. Many organizations, airports and airlines already have procedures to protect the environment. It was verified that there are several damages caused to the environment from the air operation and the main aspects that affect the environment in the aerial operation are: noise, air pollution, waste management and water contamination. The control organizations of civil aviation develop policies, conduct compliance audits, conduct studies, and develop a comprehensive set of environmental standards to follow. The concern with the environment is very important, because the aerial activity is a very fast, efficient and requested means of transport and that is growing every day and with that its impacts with the environment as well.

Key-words: Environment and Aviation. Airport. Sustainability. Pollution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Áreas de Impacto do Plano Básico de Zoneamento de Ruído	20
Figura 2 – Contribuição da aviação – GEE	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de ruído para aeronaves certificadas e estrangeiras dos EUA.....	18
--	----

LISTA DE SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ABEAR	Associação Brasileira das Empresas Aéreas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAEP	Committee on Aviation Environmental Protection
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EUA	Estados Unidos da América
FAA	Federal Aviation Administration
GEE	Gases do Efeito Estufa
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
OACI	Organização de Aviação Civil Internacional
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OMS	Organização Mundial de Saúde
PBZR	Plano Básico de Zoneamento de Ruído
PZR	Plano de Zoneamento de Ruído
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
UN	United Nations
UNEP	United Nations Environment Programme
US EPA	United States Environmental Protection Agency
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
1.3 JUSTIFICATIVA	15
1.4 METODOLOGIA	15
1.4.1 Natureza e tipo de pesquisa.....	15
1.4.2 Materiais e métodos	16
2 OPERAÇÃO AÉREA E MEIO AMBIENTE	17
2.1 PRINCIPAIS DANOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE.....	17
2.1.1 Ruído.....	17
2.1.2 Poluição atmosférica.....	21
2.1.3 Resíduos.....	23
2.1.4 Contaminação das águas.....	24
3 ÓRGÃOS DA AVIAÇÃO CIVIL E IMPACTOS AMBIENTAIS.....	28
4 ATITUDES PARA MINIMIZAR IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE	32
4.1 ATITUDES ADOTADAS PELOS FABRICANTES DE AVIÃO.....	32
4.2 MEDIDAS ADOTADAS POR AEROPORTOS E COMPANHIAS AÉREAS.....	34
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, nosso planeta vem enfrentando muitos problemas ambientais, que despertam muita preocupação, tais problemas como o aquecimento global, as chuvas ácidas, a poluição do ar, o esgotamento da camada de ozônio, a expansão urbana, a poluição da água, as mudanças climáticas afetam todos os seres vivos do planeta.

Pode-se citar o transporte aéreo como uma dessas causas que também contribui para os impactos ambientais, no que diz respeito às operações aéreas, ao acesso para aeroporto ou a vários projetos de construção de aeroporto, alguns projetos atingem as zonas próximas ao local de operação de aeronaves e outros impactam globalmente o meio ambiente.

Os impactos ambientais associados às atividades aéreas no contexto global são em termos de mudanças climáticas, já no contexto local, embora o ruído pareça ser a principal preocupação, nos últimos 20 anos, outros impactos são preocupantes também, como, as emissões atmosféricas, a disponibilidade de recursos (energia e água), o gerenciamento de resíduos e contaminação das águas, ou seja, os ecossistemas no entorno e o planejamento do uso do solo, uma vez que constituem questões diretamente ligadas aos locais onde as atividades aéreas operam.

Entretanto, o transporte aéreo traz benefícios sociais significativos e, em muitos dos casos, ele é considerado o maior gerador de atividade econômica nas regiões em que opera. Os aeroportos em geral são centros geradores de grandes somas de dinheiro no local, regional e até na economia nacional através de várias atividades, como vendas de bens, correios, aluguel de automóveis, estacionamento, lojas, restaurantes e bares, postos de combustível, frete de encomendas, operadores de táxi, voo de lazer, hotéis etc. Em geral, quanto maior e movimentado um aeroporto, maior será a movimentação econômica e a receita dele.

A construção de um aeroporto acarreta desenvolvimento urbano de uma cidade, principalmente na área de infraestrutura, trazendo assim muitos benefícios para o município onde está situado, movimentando a economia local e trazendo investimentos. Estes investimentos locais servem como atrativos para o crescimento da cidade.

Mesmo trazendo muitos benefícios à região onde operam, muitos relatórios mostram que a contribuição da atividade aérea na degradação do meio ambiente é significativa em uma escala local e global. (ABEAR, 2016).

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Quais são os danos causados ao meio ambiente provenientes da operação aérea?
Há medidas adotadas pelos órgãos de controle da aviação civil para minimizar tais impactos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem como objetivo analisar os principais danos causados ao meio ambiente, provenientes da operação aérea e, em virtude disso, as medidas que estão sendo adotadas pelos órgãos de controle da aviação civil para minimizar esses impactos.

1.2.2 Objetivos específicos

Identificar os principais danos causados ao meio ambiente provenientes da operação aérea;

Identificar se há regulamentações para os ruídos gerados pela operação aeroportuária;

Identificar se há regulamentações para o gerenciamento de resíduos sólidos em aeroportos;

Verificar como estão sendo gerenciados esses danos causados ao meio ambiente, provenientes da operação aérea pelos órgãos competentes;

Verificar atitudes adotadas pelos órgãos de aviação civil mundial para minimizar os impactos ao meio ambiente;

Verificar se os fabricantes de aeronaves adotam medidas para reduzir os danos ao meio ambiente;

Identificar aeroportos e companhias aéreas que adotam medidas para preservação do meio ambiente.

1.3 JUSTIFICATIVA

Discutir as consequências das operações aéreas ao meio ambiente é um caminho para um mundo mais sustentável, por este motivo buscou-se neste trabalho enfatizar o lado teórico da questão, para que seja fomentada a discussão acerca dos danos causados ao meio ambiente provenientes da operação aérea, podendo assim trazer benefícios à população, às empresas aéreas e até mesmo a governos.

Tendo em vista o tema ser de extrema importância, não tomar medidas quanto às discussões e análises sobre mitigação desses danos pode significar uma aceleração do esgotamento dos recursos naturais e o agravamento de situações (enchentes, furacões, aquecimento global, esgotamento dos recursos naturais etc.) que podem comprometer a própria sobrevivência do planeta. A operação aérea pode vislumbrar um caminho mais sustentável para que, em decorrência disso, a sociedade se beneficie com a redução dos níveis de poluição e a mitigação dos efeitos da atividade aérea que são nocivos ao meio ambiente.

Regulamentos e legislações mundiais exigem que os danos ao meio ambiente sejam gerenciados. Torna-se, assim, necessário que as empresas envolvidas no transporte aéreo se adequem às exigências ambientais. A aplicação de tecnologias apropriadas e ecológicas nas áreas de redução do ruído aeronáutico, das emissões atmosféricas, da geração de resíduos e da contaminação das águas, é uma ação de prioridade mundial, fazendo com que as empresas que atuam nas operações aéreas conduzam seus trabalhos de forma ecologicamente correta.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Natureza e tipo de pesquisa

Esta pesquisa, em relação ao nível de profundidade ou objetivo, caracteriza-se por exploratória com procedimento bibliográfico e documental. Segundo Gil (2002, p.29)

[...] a pesquisa bibliográfica obtém os dados a partir de trabalhos publicados por outros autores, como livros, obras de referência, periódicos, teses e dissertações e a pesquisa de levantamento: analisa comportamento dos membros de uma população por meio da interrogação direta a uma amostra de pessoas desta população.

Quanto aos procedimentos de coleta de dados, foram realizados com base em pesquisas bibliográficas, acessos a artigos disponíveis na Internet e artigos de revistas

especializadas, disponíveis ao público em geral. O procedimento **documental**, conforme Gil (2002), tem o objetivo de descrever e comparar dados, características da realidade presente e do passado.

A abordagem da pesquisa foi de natureza qualitativa, as fontes de pesquisa foram livros, sites, revistas, artigos, acervos digitais e legislações. Todos os procedimentos podem ser justificados, de acordo com Mazzotti e Gewandsnajder (1999), essa fase exploratória permite a imersão do pesquisador no contexto a ser estudado e a definição dos procedimentos adequados à investigação das questões.

1.4.2 Materiais e métodos

Os materiais analisados foram:

Bibliográficos: Livros e periódicos que descrevem os métodos relativos à preservação do meio ambiente na aviação.

Documentais: Documentos diversos sobre as legislações ambientais que regem a aviação.

São eles:

- Documentos da Airports Council International (ACI);
- Documentos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC);
- Documentos da Associação Brasileira das Empresas Aéreas (ABEAR);
- Documentos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT);
- Documentos do Committee on Aviation Environmental Protection (CAEP);
- Documentos do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA);
- Documentos da Federal Aviation Administration (FAA)
- Documentos da International Air Transport Association (IATA);
- Documentos da International Civil Aviation Organization (ICAO);
- Documentos da United Nations Environment Programme (UNEP);
- Documentos da United Nations (UN);
- Documentos da World Health Organization (WHO);
- Reportagens acerca dos impactos ambientais causados pelas operações aéreas (impressos, on-line), em revistas etc.

2 OPERAÇÃO AÉREA E MEIO AMBIENTE

2.1 PRINCIPAIS DANOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE

Na investigação dos danos causados ao meio ambiente advindo da operação aérea, são verificados os principais aspectos que afetam o meio ambiente na operação aérea, que são: o ruído, a poluição atmosférica, o gerenciamento de resíduos e contaminação das águas.

Para melhor entendimento serão apresentados separadamente, conforme seguem nas seções abaixo.

2.1.1 Ruído

Um dos maiores problemas ambientais hoje nos aeroportos é o problema do ruído. Em geral, a indústria da aviação é uma das muitas fontes de produção de ruído, sendo que nos aeroportos a principal fonte de ruído são as aeronaves. Para os gestores e operadores de aeroportos, o ruído sempre foi um problema, já que milhões de pessoas que vivem próximas do aeroporto sempre se opuseram ao crescimento e expansão dos aeroportos devido ao ruído.

Conforme a ACI (2015), o ruído é geralmente considerado como um impacto completamente negativo da aviação nas regiões próximas a aeroportos, pois são altamente vulneráveis a ele. Lugares como hospitais, escolas, faculdades e áreas residenciais são muito vulneráveis e sensíveis à localização dos aeroportos, principalmente por causa do ruído das aeronaves. Portanto, escolher um local adequado é muito importante para quem planeja construir um aeroporto.

Durante muitos anos, o ruído tem sido investigado e muito pesquisado. Com isso investimentos passaram a modificar motores de aeronaves e projetos foram desenvolvidos para reduzir o ruído da aeronave, particularmente no momento da decolagem.

Em geral, o ruído é considerado um incômodo, pois interfere nas atividades normais, como dormir, leitura, conversas, audição, estudando, assistindo à televisão, ouvindo o rádio ou a música, relaxando ou concentrando-se. (ICAO,2016). Os ruídos podem causar problemas de audição, problemas na saúde psicológica, transtornos de sono, problemas cardiovasculares e problemas em se comunicar. É quase impossível ter um ambiente absolutamente livre de ruído. Portanto, não é realista acreditar que podemos criar um ambiente totalmente livre de ruído. (ACI, 2015).

As diretrizes da Organização Mundial da Saúde juntamente com a *Organization for Economic Co-operation and Development* – OMS/OECD (VALIM, 2006 p.36) apontam que:

- Até 55 dB (A) é aceitável segundo a OMS (para o ruído próximo do limite da área do aeroporto, e durante o dia);
- Entre 55 e 60 dB (A) é esperado o registro de incômodo;
- Entre 60 e 65 dB (A) o incômodo aumenta consideravelmente;
- Acima de 65 dB (A) é esperado ocorrência de sintomas e sérios danos à saúde.

O ruído produzido pelas aeronaves varia de intensidade durante a decolagem e pouso. Conforme a Tabela 1, verifica-se a diferença de ruído nas fases de operação das principais aeronaves usadas pelas companhias aéreas.

Tabela 1 - Níveis de ruído para aeronaves certificadas e estrangeiras dos EUA

Fabricante	Modelo	Quantidade de motores	Nível de ruído perceptível em decibéis - EPNdB (Effective Perceived Noise level in decibels)		
			Decolagem (Takeoff)	Meio da pista (Sideline)	Pouso (Approach)
AIRBUS	A320-232/233	2	84,90	91,30	94,40
AIRBUS	A380-842	4	94,30	95,30	98,00
BOEING	B-737-900	2	86,60	94,70	96,40
BOEING	B747-8	4	94,50	94,00	100,40
BOEING	B-767-300/300ER	2	89,90	97,60	97,90
BOEING	B787-8	2	89,10	89,60	96,90

Fonte: FAA - Aircraft Noise Level.

Conforme a ACI (2015), o ruído das aeronaves é produzido mecanicamente, aerodinamicamente e, acima de tudo, dos motores. Mecanicamente, é produzido a partir da vibração de todo o corpo (ou seja, as asas e a fuselagem) na aterrissagem e decolagem, e pela potência do motor durante manutenção e em voo. Aerodinamicamente, aeronaves produzem ruído do fluxo de ar sobre e sob as asas e a fuselagem em altas velocidades. É, portanto, esse o fenômeno que faz com que o *design* de cada componente seja importante em relação à forma, tamanho e ângulos, quando considerando a redução do ruído da aeronave. (FAA, Aircraft Noise Level; ACI, 2016).

Mas, o principal ruído de uma aeronave é o dos motores a jato. (ICAO, Environmental Technical Manual). Em geral, quanto maior um avião e mais pesado, mais energia é necessária para a decolagem, portanto, é produzido mais ruído. (ACI, 2015). Por exemplo, aeronaves de longa distância a jato como o Boeing 707 ou o Mc-Donnell Douglas

DC8 que chegou no final da década de 1950, equipado com jato de altas velocidades, são aeronaves muito barulhentas devido ao seu tamanho e a potência necessária para a decolagem. (FAA, Aircraft Noise Level; OLIVER,2014). Em um motor a jato, gases de pressão a altas temperaturas são expandidos e passados através de um exaustor de propulsão que dá um jato de alta velocidade, é, portanto, este jato de alta velocidade que passa pelo exaustor que cria a maior parte do ruído do motor, e quanto maior a velocidade, mais alto é o barulho. (HOMA, Jorge M. ; ICAO, Environmental Technical Manual).

Além do ruído da aeronave, que é a principal causa de perturbação, o ruído do tráfego de carros de pessoas que acessam os aeroportos, tráfego adicional do local entregando bens e materiais ao aeroporto, maquinários necessários para a operação nas pistas, usando tratores, guindastes de torre, escavadeiras, e outros equipamentos mecânicos utilizados na manutenção é mais um problema envolvendo ruído a ser considerado.

As operações terrestres das aeronaves também são barulhentas. Por exemplo, quando a aeronave está parada e reabastecendo ou durante a manutenção, elas constantemente produzem ruído por um tempo considerável. Outras máquinas de apoio e equipamentos (elétricos ou mecânicos) que são essenciais para administrar um aeroporto também contribuem para o problema geral de barulho. O tipo de aeronave é outro fator que determina os níveis de ruído. Algumas aeronaves são mais barulhentas do que outras, principalmente devido a diferentes características de projeto, capacidades do motor, e uso. Por exemplo, aeronaves supersônicas como Concorde são muito mais barulhentas do que as aeronaves subsônicas porque operam a velocidades muito mais altas. (ACI, 2015; ICAO, Environmental Technical Manual).

A quantidade de ruído produzido a partir de um aeroporto depende diretamente de seu tamanho e nível de atividades. Isso significa que quanto maior e mais movimentado o aeroporto for, maior é o problema do ruído, uma vez que existe um grande número de movimentos de aeronaves, mais decolagens e mais pousos. A proximidade do aeroporto com a comunidade local, o tipo de aeroporto (civil doméstico, civil internacional ou militar) e o tempo (funcionamento 24 horas ou não) das operações também são fatores importantes. (ACI, 2015; ICAO, Environmental Technical Manual).

O problema do ruído do aeroporto dependendo do período muda, isto é, durante as férias ou nos fins de semana, quando mais pessoas viajam e os voos são mais frequentes, causando assim mais ruídos por longos períodos. O bem-estar econômico de toda a comunidade também é importante para permitir que as pessoas viajem mais, e isso aumentará o número de voos e, conseqüentemente, o barulho.

No Brasil, existem resoluções e normas, nas quais há indicadores de ruídos para o monitoramento e o controle do ruído aeronáutico.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução CONAMA Nr.001 (CONAMA, 1986) visa avaliar os impactos ambientais de diversos setores e dentre eles o aeroportuário. Para a resolução ter aplicabilidade, ela se reporta à NBR 10.151 (ABNT, 2003) que regulamenta os limites a níveis aceitáveis de exposição à população ao ruído frequente em áreas habitadas.

Em 2013, o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC 161 (ANAC, RBAC 161) determinou que os ruídos gerados pela operação aeroportuária são estabelecidos pelo Plano de Zoneamento de Ruído (PZR), designando restrições de uso do solo, que estão previstas pelo Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR) que definem as áreas de impacto do ruído aeronáutico.

Conforme o RBAC 161 (ANAC, RBAC 161), essas áreas podem ser visualizadas na Figura 1:

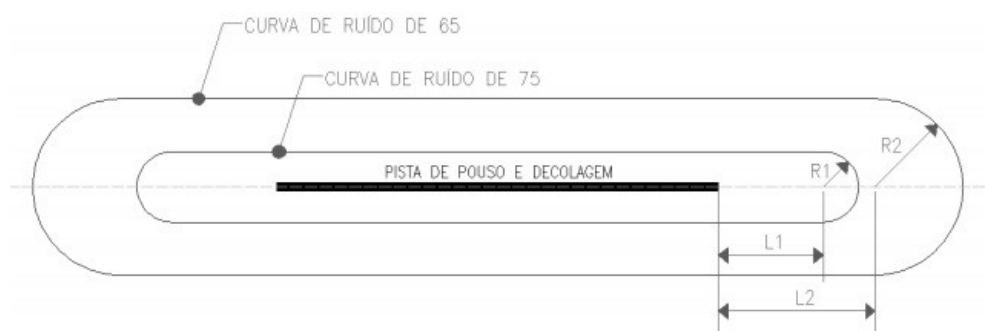
L1: distância horizontal, medida sobre o prolongamento do eixo da pista, entre a cabeceira e o centro do semicírculo de raio R1;

L2: distância horizontal, medida sobre o prolongamento do eixo da pista, entre a cabeceira e o centro do semicírculo de raio R2;

R1: raio do semicírculo da curva de ruído de 75dB com centro sobre o prolongamento do eixo da pista;

R2: raio do semicírculo da curva de ruído de 65dB com centro sobre o prolongamento do eixo da pista. (ANAC, RBAC 161).

Figura 1 – Áreas de Impacto do Plano Básico de Zoneamento de Ruído



Fonte: ANAC – RBAC 161

Esse regulamento torna o Plano de Zoneamento de Ruído (PZR) uma ferramenta que possibilita o desenvolvimento de aeroportos em harmonia com as comunidades localizadas em seu entorno.

2.1.2 Poluição atmosférica

A poluição atmosférica é um problema global e seu impacto no meio ambiente é uma vasta área de estudo. Os aeroportos poluem o ar através das aeronaves e dos sistemas de suporte terrestre. Além de aeronaves, veículos e equipamentos terrestres, veículos com motor a combustão são as principais fontes de poluição do ar perto dos aeroportos, uma vez que são usados mais intensamente do que o avião a jato. (ICAO, 2016).

Os aeroportos geram grandes volumes de tráfego rodoviário. Nos aeroportos, os veículos estão presentes nas áreas de manobra das aeronaves, nas áreas de carga e descarga, perto dos edifícios operacionais, nas estradas de acesso ao aeroporto, dentro dos parques de estacionamento e nos edifícios dos terminais. (ACI, Guidance Manual – Airport Greenhouse Gas Emissions Management).

O querosene é o principal combustível utilizado em todo o mundo por aeronaves, e os gases emitidos por seus exaustores são semelhantes aos emitidos pelos veículos. Basicamente, a combustão de combustíveis de hidrocarbonetos em motores a jato produz dióxido de carbono, vapor de água, hidrocarbonetos, monóxido de carbono, carbono, partículas conhecidas como fuligem de fumaça, óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre e outras partículas. (ICAO, Airport air quality manual).

De acordo com a ICAO (2016), durante as últimas duas décadas, as emissões de todas as aeronaves foram reduzidas a níveis mais baixos particularmente no estágio de cruzeiro. A quantidade de poluentes emitida depende sobretudo do consumo de combustível e a taxa de emissão (Fator de emissão) de cada poluente, isto é, grama de poluente por quilograma de combustível consumido. O fator de emissão de cada gás depende do tipo de aeronave (ou seja, subsônico, supersônico ou carga). Depende também de diferentes fatores que influenciam, tais como características estruturais da aeronave, características operacionais e em quanto tempo e potência os motores são operados em cada etapa do voo. (ICAO, Airport air quality manual).

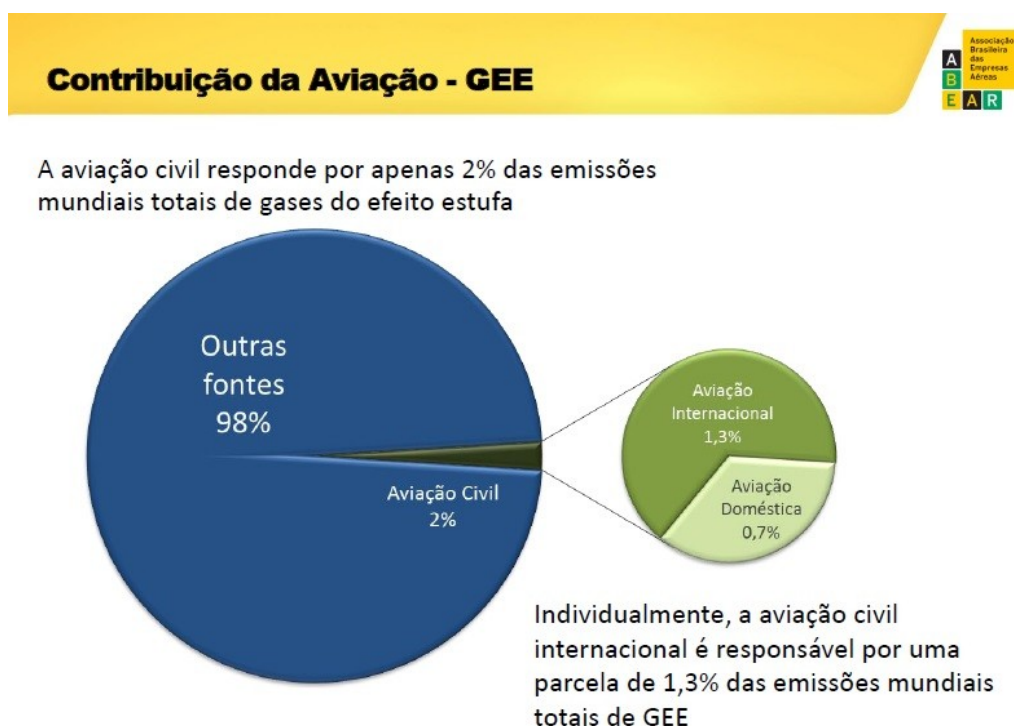
Ao contrário do transporte rodoviário em que as emissões são em grande parte no nível do solo, uma grande proporção das emissões das aeronaves é em altitudes muito altas,

na medida em que passam a maior parte de seu tempo em cruzeiro, às emissões nas partes mais baixas da estratosfera são durante a decolagem, pouso, taxiando, desembarcando e em manutenções. (ACI, Guidance Manual – Airport Greenhouse Gas Emissions Management).

É, portanto, em tais altitudes de cruzeiro que as emissões afetam a atmosfera superior diretamente contribuindo para o aquecimento global. Porém, os aviões a jato não são os principais poluidores do ar, pois as emissões das aeronaves são muito pequenas comparadas às grandes emissões ao nível do solo. (ACI, Guidance Manual – Airport Greenhouse Gas Emissions Management).

Conforme a ICAO (2016), considerando que aeronaves em geral não são grandes poluidoras, no entanto, elas podem ter um "possível impacto significativo" no aquecimento global, especialmente em relação à emissão do gás carbônico. Atualmente, aproximadamente 604 milhões de toneladas de gás carbônico são emitidas por aeronaves em todo o mundo, o que representa 2% do total de emissões.

Figura 2 – Contribuição da aviação – GEE



Fonte: ABEAR, Aviação Comercial e Meio Ambiente – Projetos e Diretrizes

Conforme a ICAO (2016), a principal preocupação com o gás carbônico, é que tem um potencial de aquecimento global. O aumento de gás carbônico no ar produz o efeito

de estufa, que pode aumentar as temperaturas globais em 1 ou 2 graus célsius, com o aumento do nível de gás carbônico esse aumento pode dobrar. Além disso, se todas as fontes continuam a subir à taxa atual, o aumento da temperatura provavelmente ocorrerá antes do meio do século 21. Tal como acontece com o aumento do número de aeronaves, atendendo à necessidade do mundo globalizado que precisa de um número maior de voos. Considerando isso, a necessidade de combustíveis ecológicos e motores menos poluentes estão presentes nas fabricantes de motores de avião. (ICAO, 2016).

2.1.3 Resíduos

Outras questões ambientais importantes relacionadas aos aeroportos são o uso de materiais e a contaminação dos ambientes locais. Conforme Horonjeff et al. (2010), dependendo do tamanho dos aeroportos, eles se igualam a pequenas cidades e, geralmente, consomem consideráveis quantidades de energia e materiais, como, gás, combustível, produtos químicos e alguns dos quais podem ser prejudiciais para o meio ambiente.

Além do esgoto, os produtos químicos usados na pintura de aeronaves, como solventes, produtos anti-congelantes usados nas pistas e aviões, produtos de combate a incêndio, combustível, óleo e outros fluidos, caso o aeroporto não tenha um sistema de captação eficiente, serão derramados nos rios próximos, contaminando as águas. (HORONJEFF et al., 2010).

Além disso, milhões de pessoas usam aeroportos todos os dias produzindo grandes quantidades de resíduos líquidos e sólidos (lixo, pneus desgastados, latas e garrafas vazias, produtos alimentares e saneamento) que, quando queimados ou descartados de forma incorreta, podem contaminar o meio ambiente. (WELLS, 2000).

As principais áreas que normalmente geram resíduos são: oficina de manutenção de aeronaves, escritórios, serviço de cargas, banheiros, refeitórios e os edifícios de embarque e desembarque e suas lojas e restaurantes.

A legislação brasileira possui um conjunto de normas e resoluções que regulam o gerenciamento de resíduos sólidos, as que fornecem diretrizes sobre o gerenciamento de resíduos em aeroportos são a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 05/1993, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) 56/2008 e a NBR 8843/1996 (ABNT). Essas normas e resoluções descrevem as diretrizes e impõem obrigações para o gerenciamento dos resíduos sólidos em aeroportos. Conforme a legislação

brasileira (CONAMA, 1993), os resíduos aeroportuários são classificados em quatro grupos, conforme os riscos gerados, o respectivo tipo e local de geração, são eles:

- Grupo A: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido a presença de agentes biológicos;
 - Grupo B: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas;
 - Grupo C: rejeitos radioativos;
 - Grupo D: resíduos comuns são todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente.
- (CONAMA, 1993).

Com isso a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS), descrevendo a gestão dos resíduos é obrigatório para os administradores de aeroportos. A legislação brasileira através dos órgãos de controle de meio ambiente, CONAMA, ANVISA e ABNT impõem a obrigatoriedade da elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) que irá detalhar todas as ações a respeito de resíduos, desde a geração até o sua destinação final. (CONAMA, 1993).

2.1.4 Contaminação das águas

Além do ruído e da poluição atmosférica, a poluição da água é provavelmente a próxima questão ambiental mais relacionada aos aeroportos. Pode resultar da construção e operação de um aeroporto, ou indiretamente cuja presença são causados, outros empreendimentos como hotéis, postos de combustível, lojas e restaurantes. A remoção da cobertura natural (solo superior) e outras atividades de construção do aeroporto (por exemplo, terra e escavação) podem resultar em erosão e sedimentação do solo. O aumento da sedimentação pode bloquear as estruturas de drenagem, como os tubos, dutos de infiltração das águas, ou cachoeiras e causar inundações, também pode destruir atividades biológicas, cobrindo o fundo dos lagos e córregos. Materiais de resíduos adicionais, como combustíveis, lubrificantes, restos de construção e resíduos sanitários do pessoal da construção também são produzidos durante a construção. (HORONJEFF et al., 2010).

Os resíduos de "líquidos" nos aeroportos são normalmente produzidos a partir da lavagem, limpeza a vapor, descongelamento, desengorduramento das aeronaves e dos veículos terrestres e equipamentos, tais como as unidades de energia terrestre, a lavagem e limpeza a vapor ou química de seus componentes, assentos e rodas, a remoção de tinta das aeronaves, veículos e equipamento, a preparação das refeições e da lavagem da cozinha e utensílios para comer, contendo gorduras e detergentes, de metais dos produtos químicos para

detecção de rachaduras em aeronaves, tratamento de calor, teste de tanques e processamento de filme radiográfico. (WELLS, 2000).

O escoamento da água da chuva pode ser poluído por produtos químicos usados nas diversas atividades de um aeroporto. Alguns exemplos dessas atividades são: produto para controle de insetos, por derrames de combustível e derrame de óleo nas pistas, pelos resíduos do produto usado na lavagem e degelo de aviões e pistas, que são comuns na maioria dos aeroportos, por espumas de combate a incêndios usadas para emergências de aeronaves. (ICAO, 2016).

Esses resíduos podem ser transportados para lagos e riachos próximos caso o aeroporto não tenha um do sistema de drenagem eficiente. Os derrames e vazamentos de combustível, os depósitos de óleo e graxa e os detergentes de limpeza nocivos podem contaminar gravemente a água, a menos que tais resíduos sejam coletados e tratados. Por exemplo, os resíduos da remoção de tinta consistem em grande parte de água de lavagem que está contaminada com produtos químicos para remoção de tinta. Em alguns aeroportos, esta água de lavagem contaminada é coletada e armazenada como resíduo perigoso antes de ser removida para a destinação correta. (WHO, 2009).

As principais atividades de revisão e manutenção do avião podem causar poluição da água ainda mais grave, envolvendo produtos químicos altamente tóxicos que são usados para remover a pintura, limpar e lubrificar as peças do motor. Poluentes semelhantes também podem ser adicionados por outras indústrias próximas e empreendimentos que estão localizados perto do aeroporto e usam o sistema de saneamento de esgoto do aeroporto. Eles (outras indústrias e empreendimentos) também podem ter um sério impacto no problema da poluição da água, a menos que sejam realizadas contramedidas adequadas. (HORONJEFF et al. ,2010).

Outro problema grave é que a cada ano, à medida que a temperatura cai abaixo de zero, causando congelamento, milhões de litros de produtos químicos são pulverizados em aeronaves e pistas pelo mundo, para evitar que congelem durante os frios meses de inverno e particularmente nos países do Norte, Europa e Ásia, onde o inverno é severo. Isso é essencial para a segurança, pois o gelo nas asas e nas fuselagens podem não deixar produzir sustentação suficiente para que os aviões decolem, e também gelo nas pistas, pistas de táxi e as áreas de estacionamento das aeronaves podem causar derrapagens. (ICAO, Manual of Aircraft Ground De-icing Operations). Esses produtos químicos causam danos ambientais ao contaminar os rios e as águas subterrâneas, muitas vezes, matando peixes e, às vezes, criando algas tóxicas.

O uso de tais produtos químicos é considerado uma séria ameaça para os rios e águas subterrâneas por todos os principais aeroportos em áreas de frio severo.

Conforme a ICAO (ICAO, Manual of Aircraft Ground De-icing Operations), os aviões congelados devem ser tratados antes da decolagem, e o glicol é o único produto químico que cumpre as rigorosas especificações de segurança para este tratamento. Para pistas, areia e sal não são alternativas, uma vez que a areia é soprada em explosões de jato e o sal corroe as aeronaves. Os problemas ambientais começam uma vez que o descongelamento de uma pista é concluído. A ureia se divide em amônia e depois em nitratos, matando peixes e incentivando o crescimento de algas que podem reduzir a quantidade de oxigênio na água. Até 80% da solução de glicol pulverizada em aeronaves corre diretamente para a pista, onde eventualmente escorrerá para cursos de água e se combinará com o oxigênio, reduzindo assim a quantidade disponível para a vida aquática. (ACI, Pavement De-icing Products (PDP) and Carbon Brake Catalytic Oxidation (CBCO)).

Conforme a ACI, (ACI, Pavement De-icing Products (PDP) and Carbon Brake Catalytic Oxidation (CBCO)), em princípio, a melhor alternativa ao glicol é o uso de produtos químicos inofensivos para o meio ambiente. Na prática, para não ter nenhum "congelamento no avião", a tendência é a solução mais poluente de glicol conhecida como "Tipo 2". Enquanto "Tipo 1" contém apenas glicol e água, o "Tipo 2" é uma mistura que inclui produtos químicos que ajudam a conservar a aeronave.

No Brasil foram criadas recentemente normas para regular o setor de saneamento, conforme a Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007 (Brasil, 2007), que trata do saneamento básico, que também é conhecida como "Lei das Águas".

A legislação brasileira que regula o descarte de resíduos líquidos na natureza é a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 430/2011, essa resolução complementou a resolução anterior, a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005. (CONAMA, 2005; CONAMA, 2011). Conforme a Resolução nº 357 – CONAMA (CONAMA, 2005), "Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências".

Na elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS), constam diretrizes a serem seguidas pelos aeroportos por motivo de sua geração de serviços públicos de saneamento básico.

Através do gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS), aeroportos adotam medidas para a não contaminação da água e estão implementando estações de tratamento de esgoto (ETE). As estações de tratamento devem respeitar as preconizações exigidas pelo órgão ambiental municipal onde situa o aeroporto e a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 430/2011. Serão apresentados no capítulo 4 exemplos de aeroportos que implementaram estações de tratamento de esgoto.

Com isto neste capítulo foi possível verificar que a construção ou a operação de um aeroporto traz diversos impactos para a região onde está situado. A grande maioria desses impactos são prejudiciais ao meio ambiente, por este motivo é muito importante identificá-los e executar medidas para minimizar ou acabar com esses impactos.

3 ÓRGÃOS DA AVIAÇÃO CIVIL E IMPACTOS AMBIENTAIS

Os órgãos de aviação civil mundial tem um papel muito importante no crescimento de uma aviação sustentável. Por este motivo neste capítulo foi abordado quais atitudes estão sendo adotadas pelos órgãos de aviação civil mundial para minimizar os impactos ao meio ambiente.

Em 1944 foi criada a Organização Internacional de Aviação Civil - OACI, agência especializada das Nações Unidas, com o objetivo de promover à aviação civil internacional um desenvolvimento seguro e servir como um fórum global para a aviação civil internacional. A OACI desenvolve políticas e padrões, realiza auditorias de conformidade, realiza estudos e análises, presta assistência e desenvolve a capacidade da aviação através de muitas outras atividades e a cooperação de seus Estados membros e partes interessadas. (ICAO, 2016).

Dado que as decisões tomadas pela OACI são de natureza internacional, é necessária uma base sólida e comum para a tomada de decisão baseada em consenso.

Para garantir uma base sólida para as decisões políticas para atingir esse objetivo, desde 2010, a Assembleia concordou que as projeções de tendências ambientais preparadas pelo Comitê da OACI, *Committee on Aviation Environmental Protection* (CAEP) sejam a base para sua tomada de decisão em assuntos relacionados ao meio Ambiente. Hoje, a OACI atua em um conjunto abrangente de padrões ambientais que atuam no ruído, cinco poluentes que afetam a qualidade do ar local e as emissões de CO₂ para proteger o clima global. (ICAO, 2016).

Conforme a ICAO (ICAO, Resolutions Adopted at the 39th Session of the Assembly), o seu Conselho reúne a cada três anos mais de 2.000 delegados de 191 países e organizações internacionais para rever o trabalho anterior, revisar e atualizar uma nova declaração de políticas e práticas relacionadas à proteção ambiental. As versões mais recentes são as Resoluções de Assembleia A39-1, A39-2 e A39-3, que foram adotadas em outubro de 2016.

Conforme a página da OACI, em 2004 foram adotados três grandes objetivos ambientais:

- a) Limitar ou reduzir o número de pessoas afetadas pelo ruído significativo da aeronave;
- b) Limitar ou reduzir o impacto das emissões da aviação na qualidade do ar local; e

c) Limitar ou reduzir o impacto das emissões de gases de efeito estufa da aviação no clima global.¹

O *Committee on Aviation Environmental Protection* (CAEP) é um comitê técnico criado pela OACI. O CAEP auxilia o Conselho da OACI na formulação de novas políticas e na adoção de novas normas e práticas recomendadas (SARPs) relacionadas ao impacto ambiental da aviação.

O CAEP foi instituído pelo Conselho em 1983, substituindo o *Committee on Aircraft Noise* (CAN) e o *Committee on Aircraft Engine Emission* (CAEE).

O Conselho da ICAO conta com a colaboração do CAEP na adoção de novos padrões e na formulação de novas políticas administrativas. Os termos de Referência e Programas de Trabalho do CAEP são estabelecidos pelo Conselho.

Com base no trabalho dos especialistas técnicos do Comitê, a reunião do CAEP / 10 aprovou um conjunto abrangente de 17 recomendações que ajudarão a ICAO a cumprir seu mandato sobre proteção ambiental da aviação. (CAEP, 2016).

As principais áreas de progresso e foco definidas no CAEP / 10 para o ciclo de trabalho (2016-2019) são:

- Projeções e tendências relacionadas a ruídos, emissões de CO₂ e matéria de partícula não volátil para a emissão de motores padrão para vários cenários que consideram a tecnologia e as melhorias operacionais;
- revisão do trabalho técnico concluído até agora em uma medida baseada no mercado global;
- recomendação de uma nova Circular sobre "Participação Comunitária sobre Gestão Ambiental da Aviação"; e
- estabelecer prioridades e programas de trabalho para o CAEP / 11 a membros da ICAO. (CAEP, 2016).

O Conselho Internacional de Aeroportos – ACI – representa os interesses dos aeroportos com governos e organizações internacionais, como a OACI, é o único representante comercial global dos aeroportos mundiais. A ACI desenvolve normas, políticas e práticas recomendadas para os aeroportos, e fornece informações e oportunidades de treinamento para aumentar os padrões em todo o mundo. (ACI, 2016).

Como observador credenciado, a ACI em 2016 apoiou o desenvolvimento de dois novos padrões para as emissões da aviação internacional: o primeiro para o dióxido de

¹ Conforme pode ser verificado em seu endereço eletrônico: <<https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

carbono emitidos pelas aeronaves e o segundo para as partículas não voláteis, relacionadas com a qualidade do ar local em torno dos aeroportos. Esses padrões foram adotados pelo CAEP em fevereiro de 2016. (ACI, 2016).

A ACI reportou que seu programa de controle de emissão de carbono (Airport Carbon Accreditation) está presente em 180 aeroportos espalhados em 50 países pelo mundo. Segundo a ACI (ACI, 2016), mais de 200.000 toneladas de CO₂ (gás carbônico) foram reduzidas até junho de 2016.

Durante a última assembleia da ACI, a Diretora Geral da ACI e a Secretária Geral da ICAO assinaram um memorando de entendimento para fornecer uma estrutura de cooperação reforçada em iniciativas relacionadas ao meio ambiente. (ACI, 2016).

A IATA – Associação Internacional de Transportadores Aéreos – é a associação comercial das companhias aéreas mundiais, que representa cerca de 275 companhias aéreas ou 83% do tráfego aéreo total. A IATA apoia diversas áreas da aviação e ajuda na formulação e na política da indústria em questões críticas da aviação. (IATA, 2017).

Durante a 39ª Assembleia da ICAO (ICAO, Resolutions Adopted at the 39th Session of the Assembly), 191 Estados-membros concordaram em implementar a Compensação de Carbono e Plano de Redução para a Aviação Internacional (Carbon Offset and Reduction Scheme for International Aviation – CORSIA). Esta é a primeira vez que os governos concordaram com uma medida global, baseada no mercado sobre regulação econômica no campo das mudanças climáticas para um único setor industrial. Através do Comitê de Meio Ambiente da IATA, as companhias aéreas membros da IATA e as associações regionais de companhias aéreas forneceram importantes informações sobre sua política e foram fundamentais para garantir o consenso da indústria nas etapas finais das negociações. (IATA, 2017).

Pensando no meio ambiente, a IATA criou o *Environmental Committee* – ENCOM, em 2005, que é um dos seus seis comitês. O ENCOM tem a finalidade de servir como órgão consultivo, além de acompanhamento, avaliação e resposta aos desenvolvimentos, políticas e regulamentos ambientais das companhias aéreas membros da IATA².

Conforme página da ANAC, em matéria publicada em março de 2016,

Como Membro-fundador da OACI, o Brasil participa ativamente nas discussões e elaboração das normativas e recomendações técnicas emitidas pela OACI. Eleito

² Conforme pode ser verificado em seu endereço eletrônico: <<http://www.iata.org/whatwedo/workgroups/Pages/env.aspx>>. Acesso em: 19 ago. 2017.

sucessivamente como Membro do Grupo I do Conselho, o Brasil dispõe de uma Delegação Permanente junto ao Conselho da OACI, subordinada ao Ministério das Relações Exteriores e assessorada tecnicamente pela ANAC e pelo Comando da Aeronáutica³.

No Brasil, conforme a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), OACI (Organização da Aviação Civil Internacional), “a ANAC é o principal órgão técnico responsável pelo desenvolvimento das propostas chamadas SARPs”. (Standard and Recommended Practices).

As SARPS são normas e práticas recomendadas pelos países membros da OACI que abrangem aspectos técnicos e operacionais da aviação. “Atualmente, existem mais de 12 mil SARPS publicadas”⁴. Os países membros verificam e decidem quanto à aceitação voluntária ou se declaram propostas diferentes da OACI. (ANAC, Anexo II – Organismos Internacionais de Aviação Civil). Seus 19 Anexos são indicados pelos Estados membros da ICAO na sua condição de especialistas qualificados e com experiência em ciência e práticas aeronáuticas, ou seja, todas as recomendações de práticas para proteção do meio ambiente da OACI tem participação do Brasil. (ANAC, Anexo II – Organismos Internacionais de Aviação Civil).

Dos 19 Anexos presentes nas SARPs, que estabelecem procedimentos, normas e padrões internacionais à aviação civil, o anexo que trata do meio ambiente é o Anexo 16 - Proteção ao Meio Ambiente, que descreve as políticas, preocupações e objetivos em relação às questões ambientais relacionadas à atividade de aviação civil. (ANAC, Anexo II – Organismos Internacionais de Aviação Civil).

Os órgãos internacionais estão desenvolvendo suas atividades ambientais em uma visão mais ampla e verdadeiramente global para um transporte aéreo mais ecológico. O desenvolvimento sustentável é importante, pois servirá para assegurar que as gerações futuras continuem a se beneficiar do transporte aéreo de forma ambientalmente responsável.

Estão focados também na conscientização global de como os benefícios da aviação são essenciais para a formação de uma sociedade mais sustentável e, para isto, estão buscando construir uma base sólida de políticas mais orientadas para os desafios ambientais, visando uma melhor preparação para um futuro sustentável.

³ Disponível em: <http://www.anac.gov.br/A_Anac/internacional/organismos-internacionais/organizacao-da-aviacao-civil-internacional-oaci>. Acesso em: 19 ago. 2017.

⁴ Disponível em: <http://www.anac.gov.br/A_Anac/internacional/publicacoes/a-plano-de-atuacao-internacional-2017/02.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2017.

4 ATITUDES PARA MINIMIZAR IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE

Apresentam-se a seguir atitudes para reduzir os danos ao meio ambiente tanto de fabricantes de avião como de empresas aéreas.

4.1 ATITUDES ADOTADAS PELOS FABRICANTES DE AVIÃO

As principais empresas fabricantes de aeronaves Boeing, Airbus e Embraer iniciaram trabalhos em conjunto no desenvolvimento de novas tecnologias mais ecológicas.

Conforme relatado pela Boeing em sua página:

Em março de 2012, a Boeing, a Airbus e a Embraer assinaram um Memorando de Entendimento para trabalharem juntas no desenvolvimento de biocombustíveis acessíveis para a aviação. Os três principais fabricantes concordaram em buscar oportunidades colaborativas de falar em conformidade com o governo, com produtores de biocombustíveis e outras partes-chave para apoiar, promover e acelerar a disponibilidade de novas fontes de combustível sustentável para aviação. (BOEING, 2012).

Conforme a Boeing, a sua nova linha de aeronaves, os 737 MAX, com o novo motor LEAP-1B da CFM *International*, proporcionará uma redução na “queima de combustível e as emissões de CO₂ em 13%, quando comparado à maioria das aeronaves de corredor único mais econômicas da atualidade”. (BOEING, 2017).

A Boeing (BOEING, 2017) afirma também que:

Quando comparado a uma frota de 100 das aeronaves mais econômicas do mercado, esse novo modelo emitirá 350 mil toneladas a menos de CO₂ e economizará mais de 250 milhões de libras de combustível por ano, o que significa uma redução de mais de US\$112 milhões nos custos. A queima de combustível do 737 MAX 8 deve ficar 8% abaixo por assento em relação ao futuro concorrente.

Na parte de desenvolvimento de novas tecnologias com menos impacto ao meio ambiente, a Boeing (BOEING, Environmental Report) afirma que há avanços nos seguintes pontos:

a) Redução de Ruído - Um novo *design* para os slats na parte da frente das asas dos aviões que reduz os fluxos de ar instáveis, o que diminui o nível de ruído à medida que o avião se aproxima para pouso;

b) Pintura *Ice-phobic* – A nova pintura “*Ice-phobic*” mostrou melhorar a capacidade do avião de não formação de gelo, o que também exige menos lavagem;

c) Redução de emissões – Uma mistura de 10% de biocombustível feita de cana-de-açúcar brasileira foi utilizada durante voos de teste. Estudos científicos mostraram que os biocombustíveis reduzem o ciclo de vida das emissões em 50% a 80% em comparação com os combustíveis fósseis. (BOEING, Environmental Report).

A Airbus acredita que a pesquisa de combustível de aviação sustentável também é um princípio fundamental das iniciativas da empresa - com foco em três princípios centrais: apoiar a qualificação e certificação de novos combustíveis; o uso em larga escala de combustíveis de aviação sustentáveis; e garantir a sustentabilidade das soluções. (AIRBUS. Environment & Sustainability).

O programa da Airbus MOZAIC (*Measurement of Ozone by Airbus in-service Aircraft*) também destaca o compromisso da empresa com o avanço do conhecimento científico sobre pesquisa climática. Sete aeronaves “widebody” Airbus, equipadas com dispositivos de medição que capturam parâmetros chave da aeronave e dados atmosféricos, tais como concentrações em ozônio, vapor de água e monóxido de carbono voam hoje internacionalmente, com o apoio das companhias aéreas associadas do programa: Lufthansa, China Airlines, Air France, Iberia, Cathay Pacific e Air Namibia. (AIRBUS. Environment & Sustainability).

A Airbus também contribui para a melhoria da gestão do tráfego aéreo com a sua participação no empreendimento conjunto SESAR. (Single European Sky ATM Research). A iniciativa visa melhorar o controle das aeronaves que navegam nos céus da Europa e reduzir o congestionamento do aeroporto - o que poderia reduzir as emissões de CO₂ em 10% por voo. (AIRBUS. Environment & Sustainability).

Com mais de 12.000 aeronaves definidas para se aposentar da operação nos próximos 20 anos, a Airbus está agindo para abordar a necessidade de gerenciar o fim de vida dessas aeronaves de forma sustentável. Com as plataformas *Tarmac Aerosave*, a Airbus e seus parceiros estabeleceram dois centros dedicados na França e na Espanha, onde as aeronaves são desmanteladas, desmontadas e recicladas em condições seguras e ambientalmente responsáveis. Para aumentar a taxa de recuperação de materiais no final da vida, a Airbus também está liderando um projeto de pesquisa de recuperação de material em colaboração com empresas especializadas envolvidas na reciclagem de fibra de carbono. (AIRBUS. Environment & Sustainability).

A EMBRAER afirma que:

Com relação à sustentabilidade do produto, o projeto Desenvolvimento Integrado do Produto Ambientalmente Sustentável (DIPAS), conduzido pela área de Engenharia, lidera estudos e ações para inserir estratégias de *Design for Environment* (DfE) na

companhia. Por meio da iniciativa, é realizada a gestão do uso de materiais restritos pelas legislações ambientais atuais e futuras, o desenvolvimento de alternativas tecnológicas a esses materiais e estudos relacionados ao ciclo de vida do produto. Além disso, há forte interação com as áreas responsáveis pela criação de tecnologias voltadas à redução de consumo de combustível, de emissões de gás carbônico (CO₂), de ruídos e de custo de manutenção, além do aumento da eficiência operacional e do conforto de pilotos e passageiros. Como a operação da aeronave é a etapa mais longa do seu ciclo de vida, superior a 15 anos de atividade, reduzir o consumo de combustível e, conseqüentemente, de energia, gera impacto direto no desempenho ambiental do produto. Além disso, os gastos com combustível representam a principal despesa na operação de uma aeronave, motivo pelo qual os fabricantes buscam sempre opções de projeto que promovam a eficiência, atendendo, assim, tanto necessidades ambientais quanto de mercado. (EMBRAER, Relatório Annual, 2016).

Conforme a Embraer (EMBRAER, Relatório Annual 2016), desde 2012 ela é signatária do compromisso de sustentabilidade da indústria aeronáutica que estabelece duas das principais metas do setor: o crescimento neutro em carbono até 2020 e a redução de 50% das emissões líquidas de CO₂ na aviação até 2050, considerando os níveis de 2005.

Conforme foi visto, as principais empresas fabricantes de avião estão investindo em inovações que melhoram a eficiência de suas aeronaves, gerando economia para seus clientes e gerando também reduções nas emissões de poluentes. Foi visto também investimento no desenvolvimento de novas tecnologias de biocombustíveis, com isso minimizam os impactos nas mudanças climáticas, demonstrando que estão caminhando para um ambiente mais sustentável.

4.2 MEDIDAS ADOTADAS POR AEROPORTOS E COMPANHIAS AÉREAS

As questões ambientais têm sido uma prioridade para o Aeroporto Arlanda de Estocolmo, e os esforços para implementar soluções inteligentes para o clima deram resultados. Desde 2009, o trabalho de Estocolmo no aeroporto de Arlanda, para reduzir as emissões de dióxido de carbono, foi classificado no nível mais alto de um programa europeu que avalia o trabalho ambiental dos aeroportos. A meta é obter zero emissões de dióxido de carbono a partir das operações do aeroporto até 2020. (STOCKHOLM ARLANDA AIRPORT, 2017).

Referente à poluição do ar, as maiores emissões de gases na atmosfera no aeroporto são do tráfego aéreo e do tráfego rodoviário entre o aeroporto de Arlanda em Estocolmo. As emissões atmosféricas também são produzidas por veículos de serviço na área aeroportuária e no teste de motores de aeronaves. Os níveis de poluição do ar no aeroporto de

Arlanda em Estocolmo correspondem aos encontrados em uma área metropolitana. (STOCKHOLM ARLANDA AIRPORT, 2017).

No que diz respeito à poluição da água, a maioria dos despejos na água no aeroporto ocorre no inverno, quando as aeronaves e as pistas são descongeladas para fins de segurança da aviação. O uso de produtos químicos ambientalmente mais sustentáveis, recuperação de glicol e tratamento de águas superficiais são exemplos de medidas que reduzem o impacto ambiental em cursos d'água perto do aeroporto de Arlanda em Estocolmo. (STOCKHOLM ARLANDA AIRPORT, 2017).

Quanto ao ruído que é produzido pelos aviões, são em decorrência da decolagem e pouso. Este é um fato que é difícil de contornar, mas medidas estão sendo tomadas para reduzir o ruído. Exemplos disso incluem voos verdes, trajetos de voo modificados e menores taxas de decolagem para aeronaves mais silenciosas. (STOCKHOLM ARLANDA AIRPORT, 2017).

Referente à economia de energia, o aeroporto utiliza tanta energia quanto uma pequena cidade. Atualmente todo o aquecimento, eletricidade e arrefecimento utilizados pelo aeroporto são gerados a partir de fontes renováveis que não produzem emissões líquidas de dióxido de carbono. Uma parte importante dos esforços energéticos do aeroporto é trabalhar continuamente para melhorar a eficiência energética e assim reduzir o seu impacto ambiental, bem como os custos. (STOCKHOLM ARLANDA AIRPORT, 2017).

O Aeroporto Boston Logan provou ser um dos líderes em iniciativas ecológicas com o primeiro terminal de aeroporto certificado LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*, que é um dos mais populares programas de certificação de edifícios verdes usados nos EUA. Além disso, o aeroporto possui turbinas eólicas e painéis solares. Mais recentemente, os portões de embarque foram equipados com opções de energia de “plug-in” de aeronave em cada portão, de modo que os aviões não precisam da ajuda das unidades de energia auxiliares enquanto estiverem localizadas no portão. O aeroporto obteve aprovação e notoriedade para uma mistura de asfalto ambientalmente amigável que reduziu as emissões de CO₂ drasticamente e economizou combustível e energia durante a construção. (BOSTON LOGAN INTERNATIONAL AIRPORT, 2017).

A administração do aeroporto de Boston tornou o aeroporto mais ecológico com a implementação de estações de abastecimento de gás natural comprimido - GNV e estações de carga para veículos elétricos no aeroporto. Tudo isso juntamente com a empresa Clean Air Cabs e com um programa de estacionamento seguro para veículos preferenciais. Essas

medidas tornam o aeroporto um dos mais ecológicos nos Estados Unidos. (BOSTON LOGAN INTERNATIONAL AIRPORT, 2017).

A poluição por ruído é, muitas vezes, deixada de lado para dar mais atenção aos problemas de qualidade do ar e pode ser difícil para os aeroportos abordar e controlar esses problemas. Mas os gestores do aeroporto de Zurique levam isso a sério. O aeroporto cobra taxas pelo ruído da aeronave que se baseiam no tipo ou categoria de aeronave e utilizam um programa detalhado de mapeamento e medição de ruído. Eles também levam a sério a qualidade do ar e da água na Suíça. O aeroporto sofreu uma redução voluntária das emissões fazendo parte do programa *Airport Carbon Accredited* da ACI - Europa. Como parte do programa de gerenciamento de água, a água da chuva é usada para a descarga de toalete. O sistema também inclui a coleta e depuração da água resultante dos procedimentos de degelo das aeronaves. Semelhante a outros aeroportos, Zurich usa um sistema eletrônico de contagem para reciclagem e resíduos de materiais, acompanhando as taxas de lixo e recicláveis. (ZURICH AIRPORT, Environmental management).

O aeroporto de East Midlands, na Inglaterra, foi reconhecido pelo seu programa de reciclagem, que inclui madeira, metais, papelão e vidro, além de papel e revistas. E o aeroporto exige testes de emissões para todos os veículos do aeroporto. (EAST MIDLANDS AIRPORT, 2015).

O aeroporto também possui um programa rigoroso de poluição sonora, com programas de monitoramento e rotas específicas para aeronaves. O aeroporto de East Midlands impõe rigorosamente as políticas, e multa as companhias aéreas que não seguem as diretrizes do programa de redução de ruído. (EAST MIDLANDS AIRPORT, 2015).

Em 2011, a empresa independente *Green Organization* reconheceu o aeroporto de East Midlands por suas iniciativas verdes depois que duas turbinas eólicas foram instaladas no aeroporto - o primeiro projeto desse tipo em um aeroporto do Reino Unido. (EAST MIDLANDS AIRPORT, 2015).

A Azul iniciou um programa de reciclagem chamado ReciclAzul em junho de 2014 em Viracopos. No final de cada serviço de bordo, os comissários passam nos corredores das aeronaves separando o que é reciclável (latas e plásticos) e o que não é reciclável. (AZUL, 2017).

Atualmente, o programa foi expandido para as outras Bases da companhia e ampliou os tipos de materiais reciclados como as embalagens dos lanches. Com esta evolução o programa passou a se chamar ReciclAzul Total. Esse programa será aplicado em todos os

voos domésticos que chegam aos aeroportos de São Paulo. Segundo a Azul (AZUL,2017), “com a novidade, a Azul espera reciclar mais de três toneladas de resíduos mês.”

Pensando na redução do consumo de combustível e na redução de gases do efeito estufa emitidos na atmosfera, a GOL possui uma bonificação chamada de parcela variável de curto prazo (PPR) que pode chegar até 30% para os times de Tripulantes Técnicos, Técnicos de Manutenção e Despachantes Operacionais de Voo (DOVs). (GOL Linhas Aéreas Inteligentes, 2016).

A GOL também adota alguns procedimentos para diminuir o consumo de combustível e as emissões de gases do efeito estufa. Em aeroportos grandes onde o avião precisa taxiar por longas distâncias, as aeronaves da GOL taxiam com apenas um motor. (GOL Linhas Aéreas Inteligentes,2016).

Em relação aos resíduos, a GOL afirma que:

Para garantir a destinação correta de todos os resíduos gerados na sua operação, a GOL desenvolveu um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), que está presente em todas suas bases de Manutenção de Linha (bases de manutenção em aeroportos) e no Centro de Manutenção de Aeronaves (CMA). (GOL Linhas Aéreas Inteligentes,2016).

Em seu Centro de Manutenção de Aeronaves (CMA), a GOL afirma que todo o efluente gerado a partir de manutenção de aeronaves, lavagens de peças e trem de pouso é captado e passa por uma estação de tratamento de efluentes industriais. (GOL Linhas Aéreas Inteligentes, 2016).

A Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária – Infraero é uma empresa pública nacional, que atualmente administra 59 aeroportos e tem um papel muito importante nas reduções dos impactos ao meio ambiente proveniente das operações aéreas. (INFRAERO, 2017).

Com a recente mudança na legislação brasileira, a Infraero iniciou em 2013 uma revisão dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) em seus aeroportos. (INFRAERO, 2013).

Conforme a Infraero (INFRAERO, 2013), foi iniciada em 2013 “Elaboração/Atualização dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de SBPA, SBVT, SBCT...” se tratando dos seguintes aeroportos: Aeroporto Internacional de Porto Alegre – SBPA, Aeroporto de Vitória – SBVT e Aeroporto Internacional de Curitiba – SBCT.

Projetos importantes são previstos nos PGRS, por exemplo centrais de resíduos dos aeroportos, coleta seletiva, sistema separador de água e óleo ligados às canaletas de oficinas mecânicas, segregação das lâmpadas fluorescentes, entre outros.

Através da elaboração ou atualização dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), aeroportos já implementaram ou estão melhorando projetos importantes de sustentabilidade.

Um exemplo é o aeroporto Santos Dumont que já pratica o reuso da água da chuva. Conforme a Secretaria de Aviação Civil:

O telhado do terminal Santos Dumont, por exemplo, é um imenso coletor de água com quase 10 mil metros quadrados e com capacidade de 1 milhão de litros de água da chuva, quantidade suficiente para suprir a demanda dos banheiros do aeroporto durante 37 dias. São 53 mil litros por dia. Essa economia equivale ao abastecimento diário de, por exemplo, 440 famílias com consumo médio de 120 litros de água cada uma. (SECRETARIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2017).

Outro exemplo é o aeroporto do Galeão, que conforme a Secretaria de Aviação Civil “No Galeão, são reutilizadas cerca de oito toneladas de resíduo por dia no terminal, que pretende investir neste ano R\$ 12 milhões em projetos de sustentabilidade.” (SECRETARIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2017).

O aeroporto de Congonhas é o exemplo mais notório, pois já possui um completo Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) que já se encontra implementado. No PGRS de Congonhas são descritas de forma detalhada a classificação dos resíduos sólidos do aeroporto, são descritas as boas práticas na gestão de cada classe de resíduos sólidos, são descritas boas práticas para resíduos de poda e de construção civil/entulho e sugestões para redução da geração de resíduos. (INFRAERO, 2015).

Foi possível observar que existe uma grande variedade de projetos, pesquisas e investimento na área ambiental por parte das companhias aéreas e aeroportos, muitas empresas demonstram a evolução de seu trabalho para a diminuição dos impactos ao meio ambiente, porém muito ainda deve ser feito, pois a aviação é um modelo de transporte muito importante e tem um potencial de crescimento enorme e com isso tem um potencial de poluir cada vez mais caso projetos de sustentabilidade não sejam desenvolvidos e implementados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para alcançar o objetivo geral, “analisar os principais danos causados ao meio ambiente, provenientes da operação aérea e, em virtude disso, as medidas que estão sendo adotadas pelos órgãos de controle da aviação civil para minimizar esses impactos”, foi desenvolvida uma pesquisa Exploratória com abordagem qualitativa e bibliográfica quanto à coleta de dados. Para o embasamento teórico, autores como WELLS (2000), MOURA (2008), HORONJEFF et al. (2010), reportes periódicos como ICAO (2016), ACI (2016), IATA (2017), CAEP (2017), legislações como ANVISA (2008), CONAMA (1993), RBAC161 (ANAC, RBAC 161), entre outros.

A partir da análise dos dados, foi possível constatar que:

1) Os principais danos causados ao meio ambiente provenientes da operação aérea, em relação ao ruído, pode-se verificar que os aeroportos por serem centros de atividades aéreas onde fornecem as facilidades para mover pessoas e bens rapidamente, é impossível operar livre de barulho. Mas o ruído principal e mais perturbador de um aeroporto é o ruído das aeronaves

O ruído da aeronave pode causar danos auditivos, pode reduzir a qualidade de vida de um ambiente agradável, e também pode afetar negativamente os valores da terra e da propriedade. Também pode afetar mentalmente as pessoas, fisicamente, socialmente e economicamente. O ruído das aeronaves causa mais distúrbios durante a noite, e é onde os controles e reduções são mais benéficos.

Com isso existem regulamentações para os ruídos gerados pela operação aeroportuária, o principal é o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (ANAC, RBAC 161).

Em se tratando de Poluição Atmosférica, constatou-se que à medida que as cidades se expandem e as viagens aéreas aumentam, os aeroportos também se expandem com elas. O aumento do tráfego aéreo e a criação de aviões maiores criam mais congestionamentos e filas tanto ao redor quanto nos aeroportos, o que é um desperdício de energia de combustível, tempo de passageiros e dinheiro.

As emissões das aeronaves têm um efeito mais grave a longo prazo em altitudes elevadas do que nos níveis do solo. Além disso, apesar do fato de que a indústria da aviação contribui muito pouco, aproximadamente 2% ICAO (2016) para o aquecimento global, fica

cada vez mais alarmante devido ao crescimento da indústria da aviação e do provável aumento no futuro.

Quanto ao gerenciamento de resíduos, constatou-se que grandes quantidades de resíduos são inevitavelmente gerados pelos aeroportos, pois é impossível um aeroporto que recebe milhares de pessoas e que tem centenas de máquinas e equipamentos funcionar sem gerar resíduos. A quantidade e o tipo de resíduos gerados dependem diretamente do tamanho e da escala de operações do aeroporto.

O manuseio errado e a falta de controle podem acarretar no despejo de resíduos em cursos de água, contaminando principalmente os rios e o solo. Com isso é imprescindível que existam planos de gerenciamento de resíduos sólidos em aeroportos como é previsto na legislação brasileira.

Em relação à Contaminação das águas, constatou-se que como o ruído e a poluição do ar, a contaminação das águas é tão importante como qualquer outro impacto ambiental relacionado aos aeroportos. O cuidado com a não contaminação da água deve estar previsto desde o início, ou seja, desde as obras de construção do aeroporto até a sua operação.

Constatou-se que diversas atividades do aeroporto podem causar poluição das águas e isto é agravado uma vez que, ao chover, o escoamento da água da chuva pode ser poluído por produtos químicos, usados nas diversas atividades de um aeroporto.

Nos países que o inverno é severo, acarretando neve, este problema é intensificado, tendo em vista, que a grande quantidade de produtos químicos usados em pistas e aeronaves para garantir a segurança das operações são poluentes das águas.

2) há regulamentações para os ruídos gerados pela operação aeroportuária. Existe na legislação brasileira um conjunto de regulamentos, resoluções e normas que tratam sobre este aspecto.

O regulamento que cuida a respeito do ruído aeronáutico é o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (ANAC, RBAC 161), que trata dos ruídos gerados pela operação aeroportuária, no qual há o Plano de Zoneamento de Ruído (PZR), que estabelece restrições de uso do solo, e que devem estar previstas pelo Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR) os quais definem as áreas de impacto do ruído aeronáutico. Estes documentos são obrigatórios para a construção e operação de um aeroporto. Além deste regulamento, existe a Resolução CONAMA Nr. 001 que, em conjunto com a NBR 10.151, regulam os níveis e limites de ruídos que impactam no meio ambiente advindos da operação aérea.

3) há regulamentações para o gerenciamento de resíduos sólidos em aeroportos, verificou-se que existe na legislação brasileira um conjunto de regulamentos, resoluções e normas que tratam também sobre este aspecto.

O gerenciamento de resíduos sólidos é regulamentado pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 05/1993; a Resolução de Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) 56/2008 e a NBR 8843/1996 (ABNT), estas três legislações fornecem diretrizes para o gerenciamento de resíduos sólidos em aeroportos.

4) há gerenciamento desses danos causados ao meio ambiente. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) é obrigatório para a construção de novos aeroportos e foi implementado em praticamente todos os aeroportos brasileiros existentes. Com isso os gestores de aeroportos possuem um conjunto de informações importantes, detalhando todas as ações a respeito de resíduos conforme obriga a lei.

5) há medidas adotadas pelos órgãos de aviação civil mundial para minimizar os impactos ao meio ambiente. O principal órgão de aviação civil a Organização Internacional de Aviação Civil – OACI em conjunto com outros órgãos internacionais, como o Conselho Internacional de Aeroportos – ACI, a Associação Internacional de Transportadores Aéreos – IATA e com a ajuda da Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, realizam análises, estudos, desenvolvem políticas e padrões relacionadas à preservação do meio ambiente.

De três em três anos é realizada uma assembleia da OACI que revisa e atualiza uma declaração consolidada de políticas e práticas contínuas relacionadas à proteção ambiental que devem ser seguidas por todos os países membros da OACI.

6) as três principais fabricantes mundiais de aeronaves, Boeing, Airbus e Embraer, adotam medidas para reduzir os danos ao meio ambiente. Estão investindo no desenvolvimento de novas tecnologias mais ecológicas como: biocombustível que polui menos a atmosfera, motores mais silenciosos e sistema de gestão de tráfego aéreo otimizando o tempo da aeronave queimando combustível.

Um programa de reciclagem de aeronaves “aposentadas” feita pela Airbus é uma das principais medidas feitas pela empresa para minimizar os impactos ao meio ambiente.

7) há aeroportos e companhias aéreas que adotam medidas para preservação do meio ambiente. Verificou-se que as questões ambientais têm sido prioridade em diversos aeroportos pelo mundo. Iniciativas ecológicas estão sendo implementadas por aeroportos em seus terminais, estão utilizando fontes de energia limpa, estão atuando na economia de

energia, uso de produtos sustentáveis, redução de emissão de gases poluentes, controlando os níveis de ruído e etc.

As companhias aéreas têm atuado na redução da emissão de gases através de programas de incentivo na economia do consumo de combustível e em programa de reciclagem do lixo produzido pelos seus voos.

Retoma-se o problema da pesquisa: Quais são os danos causados ao meio ambiente provenientes da operação aérea? Há medidas adotadas pelos órgãos de controle da aviação civil para minimizar tais impactos?

Considerando-se os resultados obtidos e as análises realizadas, foi verificado que existem diversos danos causados ao meio ambiente, advindos da operação aérea e que os principais aspectos ambientais afetados pela operação aérea são: o ruído, a poluição atmosférica, o gerenciamento de resíduos e contaminação das águas.

Os órgãos de controle de aviação civil em conjunto com a Organização Internacional de Aviação Civil – OACI que servem como o fórum global dos países para a aviação civil internacional, desenvolvem políticas e padrões, realizam auditorias de conformidade, realizam estudos e análises, prestam assistência e desenvolvem um conjunto abrangente de padrões ambientais a serem seguidos.

Para trabalhos futuros, recomenda-se uma análise sobre o que os órgãos que fiscalizam esses impactos ambientais têm feito para minimizar os danos causados ao meio ambiente proveniente da operação aérea. O que tem sido feito para cumprir a legislação e tornar a aviação um meio de transporte ambientalmente mais sustentável.

Como limitação da pesquisa, pode-se citar a falta de material de pesquisa em âmbito nacional, a grande maioria do material bibliográfico é estrangeiro, políticas e padrões, estudos e análises, projetos ambientais, praticamente todo o material está apenas disponível em língua estrangeira. Com isso, por meio deste estudo buscou aumentar o material nacional disponível para um campo de estudo pouco explorado e contribuir para que novos estudos tenham materiais de pesquisa ou que possam se referenciar nas mesmas fontes que este estudo se referenciou com dados mais atuais.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 56 de 06 de agosto de 2008. Dispõem sobre o Regulamento Técnico de boas práticas sanitárias no Gerenciamento dos resíduos sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados. Diário Oficial da União, [S.l.], 07 ago. 2008.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **RBAC 161**. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-161-emd-01/@@display-file/arquivo_norma/RBAC161EMD01.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2017.

_____. **Organização da Aviação Civil Internacional (OACI)**. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/A_Anac/internacional/organismos-internacionais/organizacao-da-aviacao-civil-internacional-oaci>. Acesso em: 19 ago. 2017.

_____. **Anexo II – Organismos Internacionais de Aviação Civil**. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/A_Anac/internacional/publicacoes/a-plano-de-atuacao-internacional-2017/02.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2017.

AIRBUS. **Environment & Sustainability**. Disponível em: <<http://company.airbus.com/responsibility/Environment-and-Sustainability.html>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

ACI. Airports Council International. **Annual Report, 2016**. Disponível em: <<http://www.aci.aero/About-ACI/Overview/ACI-Annual-Report-2016>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

_____. **Guidance Manual: Airport Greenhouse Gas Emissions Management/Frequently Asked Questions (FAQ)**, January 2011. Disponível em: <<http://www.aci.aero/About-ACI/Priorities/Environment/Publications>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

_____. **Managing the Impacts of aviation noise**. A guide for Airport Operators and Air Navigation Service Providers, 2015. Disponível em: <<http://www.aci.aero/About-ACI/Priorities/Environment/Publications>>. Acesso em: 06 ago. 2017.

_____. **Reducing Pollution Associated with Aircraft Deicing Activities**. Disponível em: <<http://www.aci-na.org/content/industry-deicing-voluntary-pollution-reduction-program>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

_____. **Airports and the environment**. Disponível em: <http://www.aci.aero/Media/aci/file/Position%20Briefs/2010/position%20brief_ENVIRONM ENT_2010.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2017.

_____. **Pavement De-icing Products (PDP) and Carbon Brake Catalytic Oxidation (CBCO).** Disponível em: <<http://www.aci.aero/About-ACI/Priorities/Environment/Documentation>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais.** 2 ed. São Paulo: Thomson, 1999.

ABEAR. Associação Brasileira das Empresas Aéreas. **Aviação Comercial e Meio Ambiente – Projetos e Diretrizes.** Disponível em: <<http://ubradio.com.br/sites/1800/1891/PDFs/Seminario10Anos/Painel2ApresentaAAoABEARRogArioBenevides.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2017.

_____. **Voar por mais BRASIL:** Os benefícios da aviação nos estados. 1ª ed. Outubro/2016. Disponível em: <http://www.abear.com.br/uploads/arquivos/dados_e_fatos_arquivos_ptbr/ABEAR_VoarPorMaisBrasil_2016.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2017.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10151:** Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 8843:** Resíduos sólidos de aeroportos - Gerenciamento. Rio de Janeiro, 1996.

AZUL. **Azul expande reciclagem para todos os produtos do serviço de bordo.** Disponível em: <<https://www.voeazul.com.br/imprensa/releases/azul-expande-reciclagem-para-todos-os-produtos-do-servico-de-bordo-1383359902923>>. Acesso em: 10 set. 2017.

BOEING. **Biocombustíveis Sustentáveis.** Disponível em: <<http://www.boeing.com.br/a-boeing-no-brasil/biocombustiveis-ustentaveis.page>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

_____. **Environmental Report 2017.** Disponível em: <http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/principles/environment/pdf/2017_environment_report.pdf#page=2>. Acesso em: 28 ago. 2017.

_____. **737 MAX.** Disponível em: <<http://www.boeing.com.br/737Max>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

BOSTON LOGAN INTERNATIONAL AIRPORT. **Project Environmental Filings.** Disponível em: <<http://www.massport.com/massport/about-massport/project-environmental-filings/>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

CAEP. Committee on Aviation Environmental Protection. **Information related to the tenth meeting of the committee on Aviation Environmental Protection (CAEP/10).** Disponível em: <<https://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/Pages/CAEP.aspx>>. Acesso em: 11 ago. 2017.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2.007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 13 out. 2017.

BRASIL. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 005 de 05 de agosto de 1993.** Estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários. Diário Oficial da União, [S.l], 31 ago. 1993.

_____. **Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2017.

_____. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 13 out. 2017.

_____. **Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 13 out. 2017.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto, 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296p.

EMBRAER. **Relatório Anual 2016.** Disponível em: <http://www.embraer.com/relatorio_anual2016/pt/index.htm>. Acesso em: 29 ago. 2017.

EAST MIDLANDS AIRPORT. **Environment - Sustainable Development Plan 2015.** Disponível em: <<http://mag-umbraco-media-live.s3.amazonaws.com/1005/environment.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2017.

FAA. Federal Aviation Administration. **Aircraft Noise Level.** Disponível em: <https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/noise_emissions/aircraft_noise_levels/>. Acesso em: 12 ago. 2017.

GOL Linhas Aéreas Inteligentes. **Relatório Anual e de Sustentabilidade 2016.** Disponível em: <http://ri.voegol.com.br/conteudo_pt.asp?idioma=0&tipo=53862&conta=28&id=248321>. Acesso em: 10 set. 2017.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176p.

HOMA, Jorge M. **Aeronaves e motores**. Conhecimentos Técnicos. 29 ed. São Paulo: ASA, 2009. 189p.

HORONJEFF, R.; McKELVEY, F.; SPROULE, W.; & YOUNG, S. **Planning and Design of Airports**. 5 ed. New York: Mc Graw Hill, 2010.

IATA. International Air Transport Association. **Annual Review, 2017**. Disponível em: <<http://www.iata.org/publications/Documents/iata-annual-review-2017.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

_____. **Environmental Committee**. Disponível em: <<http://www.iata.org/whatwedo/workgroups/Pages/env.aspx>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária. **História**. Disponível em: <<http://www4.infraero.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/sobre-a-infraero/historia/>>. Acesso em: 15 out. 2017.

_____. **Relatório Ambiental 2013 Ações Relevantes**. Disponível em: <http://www.infraero.com.br/images/stories/Infraero/Contas/ResAmbientais/deme_relatorio_2013.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

_____. **Aeroporto de São Paulo /Congonhas PGRS - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – Revisão 2015**. Disponível em: <http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/486684/RESPOSTA_PEDIDO_BOAS%20PRTICAS%20FINAL-%20V4.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

ICAO. International Civil Aviation Organization. **Environmental Report, 2016**. Disponível em: <<https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/ICAO%20Environmental%20Report%202016.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

_____. **Environmental protection**. Disponível em: <<https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

_____. **Environmental Technical Manual**. Disponível em: <<https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/SGAR.2015.ETM.Vol.1.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2017.

_____. **Airport air quality manual**. Disponível em: <<https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/Publications/FINAL.Doc%209889.1st%20Edition.alltext.en.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2017.

_____. **Resolutions Adopted at the 39th Session of the Assembly.** Disponível em: <https://www.icao.int/Meetings/a39/Documents/Resolutions/a39_res_prov_en.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2017.

_____. **Manual of Aircraft Ground De-icing Operations (Doc 9640).** Disponível em: <<https://www.icao.int/safety/airnavigation/OPS/Pages/Aircraft-Ground-De-IcingAnti-Icing-Operations.aspx>>. Acesso em: 05 ago. 2017.

MOURA, L. A. A. **Qualidade e gestão ambiental.** 5 ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2008. 422p.

OLIVER, Santiago. **Primeira geração de jatos.** Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/primeira-geracao-de-jatos_1823.html>. Acesso em: 06 ago. 2017.

SECRETARIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Ações sustentáveis em aeroportos brasileiros reduzem danos ao meio ambiente.** Disponível em: <<http://www.aviacao.gov.br/noticias/2016/03/acoes-sustentaveis-em-aeroportos-brasileiros-reduzem-uso-de-energia-e-danos-ao-meio-ambiente>>. Acesso em: 15 out. 2017.

STOCKHOLM ARLANDA AIRPORT. **Environment.** Disponível em: <<https://www.swedavia.com/arlanda/environment>>. Acesso em: 28 ago 2017.

UNEP. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Protected Planet Report 2016.** Disponível em: <https://wdpa.s3.amazonaws.com/Protected_Planet_Reports/2445%20Global%20Protected%20Planet%202016_WEB.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2017.

UN. UNITED NATIONS. **Annual Report 2016.** Disponível em: <<http://www.unep.org/annualreport/2016/index.php>>. Acesso em: 05 ago. 2017.

US EPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Airport Deicing Effluent Guidelines Documents.** Disponível em: <<https://www.epa.gov/eg/airport-deicing-effluent-guidelines-documents>>. Acesso em: 11 ago. 2017.

VALIM, Fernanda Caixeta. **Análise das Diferentes Formas de Atenuação do Ruído Aeronáutico.** 155p. 2006. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Brasília.

WELLS, Alexander T. **Airport Planning and Management.** 4 ed. NewYork: Mc Graw Hill, 2000.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guide to hygiene and Sanitation in aviation.** Disponível em:

<http://www.who.int/ihr/ports_airports/guide_hygiene_sanitation_aviation_3_edition_wcov.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2017.

ZURICH AIRPORT. **Environmental management**. Disponível em: <<https://www.zurich-airport.com/the-company/noise-policy-and-the-environment/environmental-management>>. Acesso em: 29 ago. 2017.