



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

LUIZ ANTÔNIO NASCIMENTO MARTINS

GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL EM UM AEROPORTO

Palhoça

2019

LUIZ ANTÔNIO NASCIMENTO MARTINS

GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL EM UM AEROPORTO

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. Joel Irineu Lohn MSc.

Palhoça

2019

LUIZ ANTÔNIO NASCIMENTO MARTINS

GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL EM UM AEROPORTO

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, 25 de novembro de 2019

Orientador: Prof. Joel Irineu Lohn MSc.

Prof^ª. Conceição Aparecida Kindermann, Dr^ª.

Dedico esse trabalho a meu pai José Luiz
Martins, que já se foi, mas continua sendo
minha maior força e inspiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que é digno de todo louvor e glória e sem o qual não estaria vencendo mais esta etapa em minha vida. A minha mãe Antônia que sempre esteve presente, não deixando que eu perdesse o ânimo nesta jornada, mesmo nos momentos mais difíceis e complicados. A toda minha família por todo apoio e compreensão. Ao Prof. Joel Irineu Lohn pela paciência que teve para me orientar e dedicação para que eu alcançasse meu objetivo. Aos professores da banca por me avaliarem. A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento deste TCC. A todos os funcionários da UNISUL.

RESUMO

Este trabalho objetiva analisar as possíveis fontes alternativas de energia que podem ser utilizadas em um terminal aéreo para reduzir o impacto ambiental, analisando quais são as mais adequadas para o ramo da atividade aérea. Caracteriza-se como uma pesquisa exploratória com procedimento bibliográfico e documental por meio de livros, artigos, reportagens, regulamentos e leis. A abordagem utilizada foi qualitativa. A análise dos dados foi de acordo com a fundamentação teórica. Mostra-se que a utilização das fontes de energia renováveis na aviação se torna essencial nos dias atuais tanto pela inovação que é maior a cada dia, quanto pela consciência com o meio ambiente.

Palavras-chave: Fontes de Energias Renováveis. Terminal Aéreo. Aviação. Meio Ambiente.

ABSTRACT

This work aims to analyze the possible alternative sources of energy that can be used in an air terminal to reduce the environmental impact, analyzing which are the most suitable for the branch of air activity. It is characterized as an exploratory research with bibliographic and documentary procedure through books, articles, reports, regulations and laws. The approach used was qualitative. The analysis of the data was according to the theoretical basis. It has been shown that the use of renewable energy sources in aviation becomes essential in the present day, both for the innovation that is greater each day and for the awareness of the environment.

Keywords: Renewable Energy Sources. Air terminal. Aviation. Environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Usina Solar No Piauí	17
Figura 2 Aeroporto de Campo de Marte	22
Figura 3 Ciclo da Biomassa.....	23
Figura 4 O primeiro voo realizado com biocombustível no Brasil	24
Figura 5 Sistema de captação de água da chuva.....	25

LISTA DE SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
ONU	Organização das Nações Unidas
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FV	Fotovoltaica
PZR	Plano de Zoneamento de Ruído de Aeródromo
AVGAS	Gasolina de Aviação
QAV	Querosene de Aviação
SAC	Secretaria da Aviação Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	11
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVA	12
1.4 METODOLOGIA	13
1.4.1 Natureza e tipo da pesquisa	13
1.4.2 Materiais e métodos	14
1.4.3 Procedimentos de coleta de dados	14
1.4.4 Procedimentos de análise de dados	14
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	14
2 ESTUDO DAS FONTES RENOVÁVEIS NA ATIVIDADE AÉREA	16
2.1 CONCEITO DE FONTES DE ENERGIA RENOVAVEIS	16
2.1.1 Solar	16
2.1.2 Hidráulica	17
2.1.3 Eólica	17
2.1.4 Biomassa	18
2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DE ATIVIDADE AÉREA	18
2.2.1 Impacto de Ruídos	18
2.2.2 Impacto de poluição do ar	19
2.2.3 Impactos poluição da água	20
2.3 FONTES DE ENERGIA QUE SE APLICAM EM AEROPORTOS	20
2.3.1 Fonte Solar	20
2.3.2 Fonte Biomassa	22
2.3.3 Reutilização da Água	25
2.4 DIRETRIZES PARA SUSTENTABILIDADE EM AEROPORTOS	27
2.4.1 Diretrizes	27
2.4.2 Aeroportos sustentáveis no mundo	28
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

As fontes renováveis de energia têm cada vez mais um papel de destaque no mundo contemporâneo, seja pela consciência que se tem atualmente com questões relacionadas ao meio ambiente e tudo que o engloba, ou mesmo pela real necessidade de se obter novas fontes mais baratas e eficazes de energia.

A energia é um dos principais constituintes da sociedade moderna. Ela é necessária para se criar bens a partir dos recursos naturais e para fornecer muitos dos serviços que beneficiam a vida contemporânea. O desenvolvimento econômico e os altos padrões de vida são processos complexos que compartilham um denominador comum: a disponibilidade de um abastecimento adequado e confiável de energia. A modernização do Ocidente, passando de uma sociedade rural para outra, urbana e rica, foi possível pela utilização de tecnologia moderna baseada em uma ampla série de avanços científicos — os quais foram energizados por combustíveis fósseis (HINRICHS, Energia e meio ambiente, 2009).

O uso dos nossos recursos energéticos é um dos principais fatores a afetar o ambiente. O aumento da utilização de combustíveis fósseis observado desde o início da era industrial causou o aumento em torno de 30% da concentração de dióxido de carbono atmosférico e, provavelmente, o aumento da temperatura global. Temperaturas globais elevadas podem levar ao derretimento das calotas polares e ao aumento dos níveis dos oceanos, o que irá provocar a migração das populações das regiões litorâneas do planeta para áreas mais altas. Isto também pode significar uma mudança nas áreas de agricultura, uma vez que os padrões de precipitação se deslocam em direção ao norte. (GOLDEMBERG, 2009)

A energia produzida no mundo hoje vem em sua maior parte de fontes não renováveis, ou seja, por exemplo a queima de carvão mineral e utilização de derivados do petróleo. A tendência mundial é que essa fonte suja de energia comece a diminuir, da mesma forma, que se note um crescimento na utilização de fonte limpa de energia, ocorrendo assim uma mudança na matriz energética mundial, mesmo que a passos lentos.

O grande problema nos dias atuais é de como obter geração de energia a partir de fontes renováveis, para abastecer a população em geral, seja ela em um povoado, cidade, estado ou país. E a criação dessas matrizes energéticas, passa por um estudo pontual de cada local, seja em uma indústria, escola ou em um aeroporto que é fonte de inspiração deste trabalho.

Em aeroportos temos os mesmos problemas que ocorre ao redor do mundo, com consumo cada vez maior de energia e esta energia sendo fornecida em boa parte pelo uso de fontes não renováveis. Em 2013 o Brasil através da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e da Secretaria de Aviação Civil (SAC), apresenta o Plano de Emissões de CO₂. Em cooperação junto à Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) para que se reduza o

impacto causado pela aviação civil internacional na mudança do clima. Em 2016 ocorre uma atualização com a entrega do 2º Plano de Ação.

Um dos destaques destes planos de ação está em Aeroportos, com fornecimento de ar condicionado e energia elétrica nas pontes de embarque (evita a queima de combustível das aeronaves em solo – uso de APUs – e reduz a emissão de gases de efeito estufa); prédios inteligentes (uso de energia renovável, lâmpadas LED, iluminação natural, etc), dentre outras.

O Brasil possui grande potencial para geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis dentre elas a energia solar, que consiste em transformar energia da luz solar em eletricidade através de placas fotovoltaicas, devido ao índice de luz solar incidente durante o ano no país, ser um dos maiores do mundo, a utilização deste meio é uma boa opção para complementar a fornecimento de energia. E a utilização desta fonte de energia em terminais aéreos seria de uma economia enorme ao longo dos anos.

Uma outra boa opção para geração de energia seria o próprio lixo, que é a geração de energia de biomassa, ela se deriva de matéria orgânica, como plantas, grãos, árvores, resíduos agrícolas e os próprios resíduos sólidos.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Quais as fontes alternativas de energia que podem ser utilizadas em um terminal aéreo para reduzir o impacto ambiental?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as possíveis fontes alternativas de energia que podem ser utilizadas em um terminal aéreo para reduzir o impacto ambiental.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as possíveis fontes alternativas de energias e suas características;
- Analisar quais fontes alternativas de energia possuem viabilidade para serem aplicadas em aeroportos;

- Avaliar a eficiência destas possíveis fontes de energia;
- Verificar a viabilidade conforme as vantagens e desvantagens de cada fonte de energia analisada.

1.3 JUSTIFICATIVA

A fontes renováveis de energia estão já há alguns anos em destaque no mundo, com várias pesquisas e projetos em nível de excelência. Seja pela necessidade atual que o mundo se encontra com altas taxas de emissões de CO₂ ocasionado o aquecimento global e o efeito estufa, e precisa de ações para diminuir tais efeitos, ou seja pela forma de lucrar com as fontes renováveis já que é um nicho de mercado que se abre e cresce a cada ano.

O conceito de aeroportos verdes os chamados “greenairports”, estão sendo bastante difundidos nos países de primeiro mundo inclusive com orientações da OACI, que consiste basicamente em que se promova a redução de descarte de resíduos além da reutilização dos mesmos quando for possível, implantar coleta seletiva nos terminais; e utilização de fontes de energia renováveis e armazenamento da energia, grande parte deste conceito de aeroporto utiliza a fonte solar de energia através de placas fotovoltaicas, obviamente instaladas em locais onde não prejudiquem as operações aéreas, diminui-se também o uso de lâmpadas optando-se por luminosidade externa solar, com novos desenhos arquitetônicos para os aeródromos; e também promover o uso sustentável de água, com medidas de reduzir seu desperdício, e promover captação de água da chuva e sistemas para que se possa utilizar a mesma

Com o crescimento das cidades e por consequência a necessidade maior de locomoção e com a construção de novos aeroportos e ampliação dos antigos, este trabalho visa encontrar uma solução eficiente de energia para estes locais, seja para se tornar autossuficiente na geração de energia ou pelo menos diminuir a dependência da energia vinda de fontes não renováveis.

É de vital necessidade entender que atividade aérea em si já causa grandes problemas, com vários impactos causados seja relacionado aos ruídos que as aeronaves produzem e toda atividade aérea e também os impactos relacionados a poluição, está pesquisa tenta justamente diminuir tais impactos seja poluição sonora ou poluição do ar, com a utilização de fontes renováveis de energia adequadas ao setor, para pelo menos balancear tais impactos.

É de grande importância também a escolha correta das fontes de energia a serem utilizadas nos aeródromos, até por que, é bom se ter em mente que o primordial é a segurança

das operações aéreas e dos fatores humanos a que se destinam, por isso a necessidade de escolha do local onde será instalada tal fonte de energia é muito importante, um estudo minucioso para adequação de tal fonte a realidade aeroportuária para que a mesma não atrapalhe o funcionamento do aeroporto.

1.4 METODOLOGIA

Metodologia de pesquisa visa permitir, através da exposição minuciosa do que foi seguido para formulação e desenvolvimento do estudo em questão, e ter condições de passar ao leitor subsídios para a compreensão e entendimento do mesmo.

O método de pesquisa é um conjunto de procedimentos e técnicas utilizados para se coletar e analisar os dados. O método fornece os meios para se alcançar o objetivo proposto, ou seja, são as “ferramentas” das quais fazemos uso na pesquisa, a fim de responder nossa questão. (STRAUSS; CORBIN, 1998)

A metodologia deve ajudar a explicar não apenas os produtos da investigação científica, mas principalmente seu próprio processo, pois suas exigências não são de submissão estrita a procedimentos rígidos, mas antes da fecundidade na produção dos resultados. (BRUYNE, 1991 p. 29)

A metodologia, por fim é o que permite que o estudo seja compreendido por todos, ao final de sua estruturação, expondo os pontos essenciais para se obter um trabalho coeso e interessante.

1.4.1 Natureza e tipo da pesquisa

A abordagem da pesquisa foi qualitativa buscando explicar o porquê dos eventos, e demonstrando o que convém ser feito, preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação. Para Minayo (2001), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis

Quanto ao objetivo esta pesquisa foi exploratória, pois seu propósito foi proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito.

Já o procedimento de coleta de dados se caracterizou como bibliográfico e documental, a pesquisa bibliográfica foi feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Já na pesquisa documental que se confunde com a bibliográfica buscou-se em fontes diversificadas, tais como: tabelas estatísticas, jornais, relatórios, relatórios de empresas, vídeos.

1.4.2 Materiais e métodos

Bibliográficos e Documentais: Livros sobre fontes de energias renováveis; Legislação ambiental na ICAO/ANAC; Impacto ambiental causado pelos aeroportos. São eles:

- Documentos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC);
- Documentos da Organização Internacional da Aviação Civil (OACI)
- Reportagens em jornais sobre aeroportos sustentáveis;
- Documentos disponibilizados nos sites da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO).

1.4.3 Procedimentos de coleta de dados

Os procedimentos de coleta de dados utilizados durante a realização desta monografia, foram pesquisa bibliográfica e documental, com coleta e registro de dados relevantes.

1.4.4 Procedimentos de análise de dados

A análise de dados foi feita com o objetivo de organizar os dados de forma que se fica mais fácil o fornecimento de respostas para o problema que foi proposto.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho foi estruturado para atingir os objetivos propostos, tendo sido composto da seguinte estrutura:

No capítulo 1, apresenta-se a introdução, onde constam a problematização e problema do estudo, os objetivos, a justificativa e a metodologia.

O capítulo 2, apresenta a fundamentação teórica, onde demonstra-se, basicamente, aspectos sobre as energias renováveis, impactos ambientais da atividade aérea e sustentabilidade na aviação.

O trabalho prossegue com a conclusão, seguido das referências.

2 ESTUDO DAS FONTES RENOVÁVEIS NA ATIVIDADE AÉREA

2.1 CONCEITO DE FONTES DE ENERGIA RENOVAVEIS

As fontes de energia renováveis, são consideradas fontes inesgotáveis, pois elas se renovam constantemente, ou seja, não se extinguem à medida que são utilizadas (EPE, 2019). Esses tipos de energia são considerados energia limpa, pois não emitem tantos gases do efeito estufa comparada com as fontes fósseis, por isso com o passar dos anos estão ganhando cada vez mais espaço em todos os mercados.

Atualmente as principais fontes de energia renováveis são, Solar; Hidráulica; Eólica e Biomassa.

De acordo com a física energia está associada a capacidade que se tem de gerar trabalho e também nos mostra a lei de conservação de energia onde afirma que ela pode se transformar no decorrer de um evento, mas jamais vai desaparecer, ou seja pode-se transformar energia do vento em elétrica através do movimento das turbinas, energia da queda d'água também em elétrica pelo movimento das pás com a força do movimento da água.

2.1.1 Solar

A geração de energia através da luz solar, que é produzida pela chamada célula fotovoltaica (FV), que consiste em converter a luz solar em eletricidade, uma grande tecnologia que se deu início na década de 1950, de lá até os dias atuais o uso destas células cresceu exponencialmente consequentemente o preço de tal tecnologia diminuiu bastante, se tornando acessível ao usuário doméstico. Atualmente este sistema é utilizado muito em áreas remotas, através de sistemas autônomos fotovoltaicos pois são as fontes de energias mais viáveis para esta finalidade. A grande vantagem desta forma de fonte de energia é a questão de que não a poluição ou muito pouca relacionada a seu uso. Sabendo-se que as células (FV) convertem diretamente a luz em eletricidade, estas não são limitadas se comparadas as perdas que outras fontes possuem, podem ser construídas rapidamente ou seja o tempo para ela estar disponível é bem menor que uma usina hidrelétrica por exemplo (HINRICHS, 2009).

Figura 1 Usina Solar No Piauí



Fonte: Ambiente e Energia (2018)

2.1.2 Hidráulica

Energia hidráulica de acordo com (EPE, 2019) vem do aproveitamento da água dos rios, desta forma nas usinas a queda das águas fazem mover turbinas que transformam energia potencial da água em energia mecânica, por fim, é transformada em energia elétrica este tipo de fonte é variável ao longo do ano, pois depende muito dos níveis dos rios, algumas usinas constroem os chamados reservatórios de acumulação para que não tenha tanta variação na produção de energia durante ao ano, durante a época de seca, por exemplo, estes reservatórios acumulam água do período chuvoso.

2.1.3 Eólica

Energia eólica nada mais é do que extrair a energia do vento, neste caso para geração de eletricidade, utilizando o movimento da passagem do ar pelas pás, para que sejam acionados os aero geradores que possuem imensas hélices que se movimentam de acordo com a quantidade de vento. Este tipo de fonte é considerado como não poluente durante sua operação, e vem sendo uma das mais buscadas entre as fontes de energia renováveis nos dias atuais (EPE, 2019).

As vantagens da utilização da energia dos ventos seria a diminuição da dependência de combustíveis fósseis; redução da emissão de dióxido de carbono na atmosfera; é inesgotável.

As desvantagens da energia eólica seriam a poluição sonora pois as turbinas não são muito silenciosas; impactos sobre a fauna ocasionando colisão de aves e morcegos e variações de vento ao longo do ano, nem sempre o vento será constante.

A ONU (Organização das Nações Unidas) classificou a energia eólica como sendo MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo).

2.1.4 Biomassa

A biomassa segundo Hinrichs (2009) é a energia derivada de matéria viva como os grãos (milho, trigo), as árvores e as plantas aquáticas; esta matéria viva também é encontrada nos resíduos agrícolas e florestais e nos resíduos sólidos urbanos. A biomassa pode ser utilizada como combustível em três formas: combustíveis sólidos como lascas de madeira; combustíveis líquidos produzidos a partir da ação química ou biológica sobre a biomassa sólida e/ou conversão de açúcares vegetais em etanol ou metanol; e combustíveis gasosos produzidos por meio de processamento com alta temperatura e alta pressão.

No Brasil, de acordo com (EPE, 2019) a biomassa mais utilizada para geração de eletricidade atualmente é oriunda da cana-de-açúcar, plantada e processada principalmente nas regiões Sudeste e Centro-oeste. Biocombustíveis – a biomassa pode também originar compostos tais como álcool (etanol), óleos vegetais e gorduras, que são processados e usados como combustíveis. Os materiais mais usados vêm da soja, cana-de-açúcar, mamona e milho. Assim como para a biomassa, a produção de biocombustíveis ocorre principalmente nas regiões Sudeste e Centro-oeste.

2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DE ATIVIDADE AÉREA

2.2.1 Impacto de Ruídos

Conforme Wells (2000), os impactos que o ruído aeronáutico tem sobre as comunidades que vivem no entorno dos aeroportos apresentam um sério problema para aviação.

O ruído aeronáutico é aquele oriundo das operações de circulação, aproximação, pouso, decolagem, subida, taxiamento e teste de motores de aeronaves. É um ruído

intermitente ou não estacionário, com elevados níveis sonoros na sua fonte, podendo causar efeitos adversos sobre a população exposta a níveis excessivos desse tipo de ruído. O ruído aeronáutico representa um grande desafio para uma indústria, como a da aviação civil, que possui forte previsão de crescimento nos próximos anos. A gestão dos seus impactos nas comunidades nas proximidades de aeródromos exige um equilíbrio cuidadoso entre a proteção dos moradores afetados e o reconhecimento das contribuições econômicas e sociais mais amplas da atividade de aviação. Atualmente o tema é tratado na ANAC pelo Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 161 – “Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos - PZR”. Esse regulamento estabelece a obrigação aos operadores de aeródromos da apresentação de um plano de zoneamento de ruído (PZR), requerendo, ainda, ações de compatibilização do uso do solo com os municípios abrangidos pelas curvas de ruído. O PZR é o documento que tem por objetivo representar geograficamente a área de impacto do ruído aeronáutico decorrente das operações nos aeródromos e, aliado ao ordenamento adequado das atividades situadas nessas áreas, ser o instrumento que possibilita preservar o desenvolvimento dos aeródromos em harmonia com as comunidades localizadas em seu entorno. (ANAC, ruído aeronáutico, acesso 2019).

O ruído de operações aéreas pode causar, sérios impactos sobre toda a comunidade que vive no entorno dos aeródromos, para mitigar esses efeitos a ANAC criou o Plano de Zoneamento de Ruído de Aeródromo (PZR).

2.2.2 Impacto de poluição do ar

Devido ao aumento da atividade aérea ao longo das décadas e em consequência disso o aumento das emissões atmosféricas de poluentes no ar, de uma variedade de fontes localizadas no aeroporto, desta forma deve-se ter uma preocupação em relação a este fato, sabe-se que as emissões destes poluentes, variam conforme a fase de voo, da aeronave, e regime de potência dos motores, que influenciam na temperatura do motor e combustão do querosene de aviação.

O odor de gases provenientes da queima de combustíveis de aviação AVGAS (gasolina de aviação) e QAV (querosene de aviação) pode ser identificado na área externa e interna dos aeroportos, bem como no interior dos hangares (JABONSKI, 2017). A legislação ambiental discursa que os poluentes são considerados degradantes da qualidade do ar e danosos para a saúde. Dentro de um complexo aeroportuário, onde há movimentações, acionamentos de aeronaves tanto na frente dos hangares como em pátio de manobras, com intenção para voo ou não, e a realização de pousos e decolagens, mostra como é emitido estes poluentes atmosféricos na localidade.

Para a ICAO (2002), a poluição do ar refere-se a uma condição marcada pela presença de um ou mais contaminantes que possa: pôr em perigo a saúde, segurança ou bem-

estar das pessoas; interferir no bem-estar ou na propriedade do indivíduo; pôr em perigo a saúde da vida animal; causar danos à vida vegetal ou à propriedade.

2.2.3 Impactos poluição da água

As operações em aeroportos podem acabar por contaminar a água seja pelo combustível ou óleo em pátio, hangares e pista que podem acabar indo para o lençol freático, rios ou córregos. Ou produtos usados na lavagem e manutenção das aeronaves também podem ocasionar contaminação. Alguns aeroportos têm monitoramento da qualidade da água juntamente com medidas de mitigação: revisão de procedimentos para a diminuição do uso de substâncias químicas, melhoramento no método de recolhimento da água da lavagem de aeronaves.

2.3 FONTES DE ENERGIA QUE SE APLICAM EM AEROPORTOS

Ao longo da pesquisa e ao se analisar diversas fontes de energias renováveis e tendo a visão de atender um complexo aeroportuário, onde a segurança sempre vem em primeiro lugar e entender que a natureza de funcionamento dos aeroportos é peculiar e bem diferente da maioria dos locais onde estas fontes de energia são inseridas, identifica-se primeiramente que a energia vinda do sol a princípio seria a mais indicada para suprir tal necessidade visto que se encontra em expansão atualmente e de certa forma mais simples de se estabelecer neste ambiente singular que é o da aviação. Outra forma de energia que também se adequaria seria a biomassa, não diretamente com uma usina de biomassa no aeroporto mais sim introduzindo políticas sustentáveis para que todo os resíduos gerados no aeroporto sejam destinados para esta finalidade a de abastecimento de tais usinas e a reciclagem dos demais resíduos, uma política de incentivo para se ter estas usinas em regiões próximas ao aeroporto seria o ideal para facilitar a logística. Sem contar que para se ter um complexo aeroportuário verde deve-se também ter um consumo de água sustentável.

2.3.1 Fonte Solar

A fonte de geração de energia que se adegue bem a um complexo aeroportuário é a fonte de energia vinda do sol, na maioria dos casos um aeroporto está em um local mais afastado

dos grandes centros e em uma vasta área plana onde é construída toda a infraestrutura de terminais, pista, pátios de manobras, entre outros. Desta forma a instalação de um sistema fotovoltaico seria uma ótima opção, os locais para se instalar os painéis, poderiam ser o próprio telhado do terminal e do estacionamento além de espaços na lateral do aeródromo.

As principais etapas de um projeto de sistema fotovoltaico, segundo (PINHO, 2014), são:

- Levantamento adequado do recurso solar disponível no local da aplicação;
- Definição da localização e configuração do sistema;
- Levantamento adequado de demanda e consumo de energia elétrica;
- Dimensionamento do gerador fotovoltaico;
- Dimensionamento dos equipamentos de condicionamento de potência;
- Dimensionamento do sistema de armazenamento, usualmente associado aos sistemas isolados.

Assim seguindo estes passos, deve-se possuir um estudo preliminar da quantidade de radiação solar que é incidida na região e local onde serão instalados os painéis fotovoltaicos, encontrando assim o melhor local para a disposição dos mesmos.

Definir o correto local de instalação dos painéis é de suma importância para se conseguir uma alta taxa de eficiência, ou seja, verificar se o local de instalação dos painéis seja nos telhados do aeroporto, estacionamento ou na área lateral do aeródromo esteja longe de sombreamentos pois este pode acabar afetando a eficiência do sistema, o primordial é que esta área tenha a melhor radiação incidente possível ao longo do dia.

A demanda de energia que será consumida no aeródromo deve ser levantada, para que através da mesma possa se obter a real necessidade de qual será o tamanho do sistema a ser utilizado, possuindo a demanda correta a ser utilizada para atender esse aeródromo, começa a parte de dimensionamento de todos os equipamentos necessários para se obter esse projeto de energia solar em um aeroporto.

Figura 2 Aeroporto de Campo de Marte



Fonte: ODI/PR Energia (2012)

O dimensionamento dos painéis solares é feito a partir da demanda e da área disponível para instalação dos mesmos, é muito importante que seja respeitado o posicionamento correto dos painéis fotovoltaicos sabendo o grau de inclinação melhor para receber incidência da radiação solar ao longo do dia, não existe uma posição perfeita, mas sim a que se adeque melhor ao local onde está a instalação dos painéis.

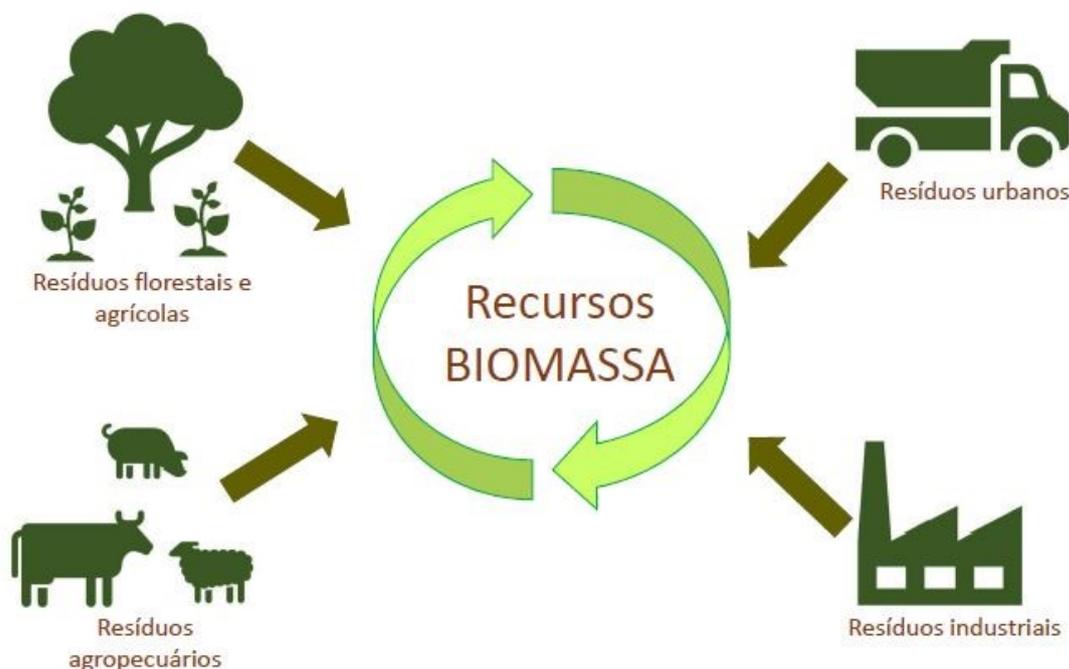
O outro aspecto importante a se preocupar é o dimensionamento dos equipamentos de condicionamento de potência e armazenamento, e o local de instalação dos mesmos pois podem ocupar um espaço considerável.

2.3.2 Fonte Biomassa

A fonte de energia vinda da biomassa, para se implantar no setor aéreo, e ser viável tal escolha, seria o recolhimento dos resíduos sólidos gerados no aeroporto e o mesmo sendo utilizado para abastecer usinas de biomassa, estabelecendo uma coleta seletiva e

conscientizando os usuários para a necessidade de tal medida, o que ajudaria muito na criação de um aeroporto verde, ou seja, sustentável.

Figura 3 Ciclo da Biomassa



Fonte: Show Energy (2019)

Através da biomassa pode-se obter vários elementos geradores de energia seja por produção de biocombustíveis, queima em caldeira e alto-forno, entre outros. Ou seja, a fonte biomassa tem enorme potencial para gerar energia elétrica. Atualmente, a biomassa vem sendo cada vez mais utilizada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de cogeração e no suprimento de eletricidade para demandas isoladas da rede elétrica (ANEEL, 2005).

A biomassa sólida que neste caso específico virá da porção biodegradável dos resíduos gerados no aeroporto. O processo de conversão de energia passa primeiro pela recolha dos vários resíduos que irão ser transformados, depois a logística para os locais de consumo, onde será aproveitada a energia por combustão direta ou gaseificação (PORTAL ENERGIA, energia biomassa, acesso 2019).

A biomassa gasosa designada por Biogás. Tem origem nos efluentes agropecuários, da agroindústria e urbanos, nos aeroportos que tenham estações de tratamento de águas esses efluentes podem ser coletados das lamas das estações de tratamento. O biogás tem origem na degradação biológica anaeróbica da matéria orgânica contida nos resíduos referidos

anteriormente. Esse biogás pode ser utilizado nas centrais de produção de energia elétrica e de água quente (PEREIRA, 2014).

A biomassa líquida ou biocombustíveis líquidos são obtidos por pirólise rápida. A biomassa líquida pode ser transportada e armazenada como os produtos derivados do petróleo e sua utilização é pela queima direta em caldeias, turbinas a gás e motores a diesel para geração de energia elétrica. Tem potencial também em utilização de motores e outros equipamentos sendo estes o biodiesel, derivado de oleaginosas como o girassol, o etanol (bioálcool) produzido a partir da fermentação de hidratos de carbono (açúcar, amido). Os biocombustíveis em alguns casos podem ser substitutos total ou parcial da gasolina. Já o biodiesel pode substituir até 30% nos motores a diesel. (ANP, 2016).

Figura 4 O primeiro voo realizado com biocombustível no Brasil



Fonte: Defesa Net (2013)

No caso da aviação, no Brasil para atender as regras internacionais a ANP em resolução diz que o biocombustível de aviação pode ser utilizado voluntariamente em mistura com o QAV fóssil desde que seguindo os parâmetros e percentuais estabelecidos.

De acordo com (ANP, 2016), as misturas ao querosene de aviação podem ser da seguinte forma:

Podem ser misturados ao querosene de aviação em até 50% em volume:

- SPK (synthesized paraffinic kerosine), chamado de querosene parafínico sintético;
- SPK hidro processado por Fischer-Tropsch);
- SPK de ésteres e ácidos graxos hidroprocessados;

Pode ser misturado ao querosene de aviação até 10% em volume:

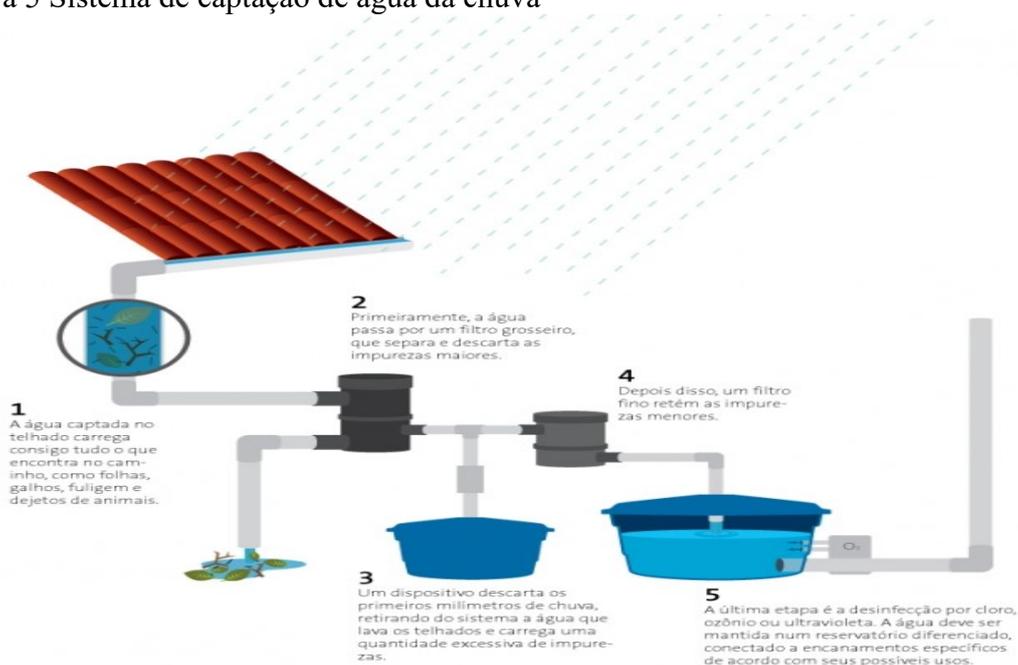
- SIP (synthesized iso paraffinic), chamado de querosene iso parafina: é obtido da fermentação dos açúcares utilizando microorganismos geneticamente modificados.

2.3.3 Reutilização da Água

A reutilização da água é uma importante forma de se tornar um aeroporto sustentável, a água pode ser utilizada de algumas maneiras, onde existem-se as águas pluviais e as águas cinzas.

Águas pluviais provenientes da coleta de aguada chuva que vem sobre os telhados, coberturas entre outros. Em um aeroporto seriam facilmente coletadas e reaproveitadas tanto para irrigação, como para ser utilizadas em descargas de banheiros.

Figura 5 Sistema de captação de água da chuva



Fonte: ZANELLA (2015)

Águas cinzas são de origem doméstica, de pias, lavatórios do chuveiro. As águas cinzas são classificadas como de uso residencial vindas de lavatórios, chuveiros, banheiros, pias de cozinha, máquinas e tanques de lavar roupas. (JEFFERSON, 1999).

O incentivo à captação de água de chuva já é uma realidade nos aeroportos da Infraero desde 2007 no Aeroporto Santos Dumont, com destaque para as recentes ações nos novos terminais de passageiros dos aeroportos de Goiânia, Curitiba e Vitória. Nesses três aeroportos, a água de chuva, o reuso de águas cinzas, que é decorrente do tratamento dos efluentes proveniente de pias e ralos, bem como a água descartada do sistema de refrigeração passam com Estações de Tratamento e Reuso (ETR), que possuem sistemas de clarificação e desinfecção da água. Isso garante que a água tenha um aspecto agradável, sem cor e sem cheiro, e possa ser reaproveitada nas descargas das bacias sanitárias. Esta água também pode ser usada na limpeza de piso e no combate a incêndio em edificações. Além dos aeroportos, o Edifício da Sede da Infraero, em Brasília (DF), reaproveita boa parte da água da chuva para irrigação, lavagem de piso e algumas atividades de limpeza. (INFRAERO, notícias, acesso 2019).

Tratadas de forma correta as águas cinzas, podem facilmente ser utilizadas para fins não potáveis, onde no ambiente aeroportuário toda água pluvial depois de utilizada seja em sanitários ou cozinhas que acabam se transformando em águas cinzas, poderiam ser facilmente coletadas por um sistema de captação em todos os prédios do aeródromo, em seguida as águas cinzas seriam tratadas e teriam a garantia de reutilização dela no próprio local, desta forma acabaria por reduzir o consumo de águas pluviais.

Mas sem esquecer da geração de energia, no reuso das águas cinzas pode ser produzido energia pela biomassa que é gerada por águas de esgoto. Uma das formas de biomassa que pode ser utilizada como fonte de combustível é a matéria orgânica denominada lodo residual, produzida juntamente com a água de reuso no tratamento de águas de esgotos. (BURANI, 2003)

A reutilização de água pode ser sim um importante aliado para produção de energia pois em um momento onde se deve diversificar as fontes de energia, esta é mais uma forma de produzi-la.

2.4 DIRETRIZES PARA SUSTENTABILIDADE EM AEROPORTOS

2.4.1 Diretrizes

Melhorar o desempenho ambiental dentro da aviação é um desafio que a (ICAO, 2019) vem desenvolvendo e levando a sério. Para cumprir suas responsabilidades, a Organização vem desenvolvendo uma série de normas, políticas e materiais de orientação, para que seja aplicada medidas integradas para lidar com emissões e ruídos de aeronaves, abrangendo melhorias tecnológicas, procedimentos operacionais, organização adequada do tráfego aéreo, aeroportos apropriados e planejamento do uso da terra. Desta forma tudo isso vem contribuindo para que as operações de aeronaves, hoje possam ser 70% mais eficientes do que nos anos 70.

Sendo assim para se entrar em equilíbrio e para que todos possam ter um complexo aeroportuária sustentável, em 2004, a ICAO adotou três grandes metas ambientais:

- Limitar ou reduzir o número de pessoas afetadas pelo ruído das aeronaves;
- Limitar ou reduzir o impacto das emissões da aviação, na qualidade do ar local;
- Limitar ou reduzir o impacto das emissões de gases com efeito de estufa da aviação no clima global.

O Conselho da (ICAO, 2019) também adotou Objetivos Estratégicos, com alta prioridade para a proteção ambiental, e busca medidas unificadas e coordenadas para reduzir o impacto da aviação civil no meio ambiente. A maior parte deste trabalho é realizada através do Conselho da ICAO pelo Comitê de Proteção Ambiental na Aviação (CAEP) é um comitê técnico e foi criado em 1983., que consiste de Membros e Observadores de Estados, organizações intergovernamentais e não governamentais que representam a indústria aeronáutica e interesses ambientais. Uma Declaração Consolidada de políticas e práticas contínuas relacionadas à proteção ambiental é revisada e atualizada pelo Conselho a cada três anos para adoção pela Assembleia da OACI. A versão atual, e suas Resoluções são A39-1, A39-2 e A39-3, foram adotadas em outubro de 2016. O CAEP auxilia o Conselho a formular novas políticas e adotar novas Normas e Práticas Recomendadas (SARPs) relacionadas ao ruído e emissões de aeronaves e, impacto ambiental da aviação.

As avaliações e propostas do CAEP são prosseguidas tendo em conta:

- Viabilidade técnica;
- Benefício ambiental;
- Razoabilidade econômica;
- Interdependências de medidas;
- Desenvolvimentos em outros campos;
- Programas internacionais e nacionais.

O CAEP é composto por 25 membros de todas as regiões do mundo, dentre eles o Brasil e 17 observadores. Mais de 600 especialistas de renome internacional estão envolvidos em atividades e grupos de trabalho do CAEP.

O Brasil faz parte como membro, representado pela ANAC e recebendo as diretrizes para que se alcance o objetivo de crescimento sustentável do sistema global de aviação civil, implementando essa visão de proteção ambiental, buscando minimizar os efeitos adversos das atividades da aviação civil sobre o meio ambiente.

2.4.2 Aeroportos sustentáveis no mundo

Vários aeroportos em todo o mundo que atendem a milhões de viajantes, acabam por perceber o quanto é importante a adequação para a sustentabilidade. De materiais de construção verdes, a programas de reciclagem, painéis solares e muito mais, existem alguns aeroportos ao redor do mundo que estão trabalhando para se tornarem verdes.

Segundo (IOL, 2016), mostra alguns destes aeroportos:

- Aeroporto Internacional de Chicago O'Hare
- Aeroporto Internacional de Denver
- Aeroporto de Zurique
- Aeroporto internacional de Boston Logan
- Aeroporto de East Midlands
- Aeroporto Internacional de San Diego
- Aeroporto Internacional Indira Gandhi
- Aeroporto Internacional de Seattle-Tacoma

Estes foram alguns exemplos de aeródromos que se tornaram verdes, além destes existem ainda vários outros, que podem ser seguidos como exemplo.

Este capítulo teve o intuito de expor um pouco das fontes renováveis de energia, mostrando os conceitos de cada uma, para que posteriormente fosse encontrada qual se adequaria melhor no ambiente aeronáutico. Foi comentado também sobre os impactos ambientais advindos da atividade aérea, que é muito importante para se poder propor um aeroporto sustentável. Seguindo mostra-se as fontes renováveis que melhor se adequam em um aeroporto, sendo elas a energia solar, biomassa e reutilização da água. Por fim alguns passos a serem seguidos para se obter um aeroporto sustentável, com alguns exemplos pelo mundo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa tem como objetivo principal analisar e compreender quais seriam as fontes renováveis de energia, que poderiam ser utilizadas em um aeroporto, para que o mesmo pudesse reduzir o impacto ambiental, proveniente de suas atividades, se tornando assim autossustentável.

De acordo com os objetivos traçados no início, foram identificadas as possíveis fontes de energia, mostrando suas características, vantagens e desvantagens, detalhando uma a uma, para entender o funcionamento das mesmas. Logo após, foi feito um esclarecimento sobre os impactos ambientais que são provenientes da atividade aérea, para que ao longo do estudo se compreenda que seus efeitos causam danos, mas podem ser mitigados. Em seguida o resultado do questionamento desta pesquisa, que mostra as fontes que se aplicam em um aeroporto e de que forma seriam introduzidas no mesmo, sendo estas fontes a energia solar, biomassa e reuso de água, as três que se adaptariam melhor ao ambiente aeroportuário. Por fim, as diretrizes que devem ser seguidas para que o aeroporto se torne sustentável.

É explícito que a fonte solar de energia é a que atualmente se tem a maior condição de se adequar ao setor aeroportuário, tanto por suas características, ou seja, facilidade de instalação e adequação do local, boa incidência solar, boa eficiência, além do custo que atualmente é o que tem retorno mais efetivo. A biomassa teria um papel importante na geração de energia não diretamente no aeroporto, mas em usinas próximas pela utilização de todos os resíduos gerados pelo aeródromo, resíduos estes que também advêm do reuso de águas cinzas, que facilmente poderiam ser captadas no aeroporto. Com base no que foi apresentado tem-se que as três fontes renováveis de energia se adaptariam ao ambiente de um aeroporto, energia solar, biomassa e reuso de águas cinzas, contribuindo para que o mesmo se torne autossustentável, diminuindo assim os impactos ambientais produzidos por ele.

Este estudo, foi de grande importância para esclarecer sobre como se deve implantar fontes renováveis de energia em um aeroporto, mas é importante salientar que esta pesquisa não tem a pretensão de ser a única a expor sobre este assunto, deixando claro aqui, que existem possibilidades de novos estudos relacionados ao tema, que podem ser mais explorados, como a própria biomassa para gerar combustíveis para aeronaves e como esses combustíveis poderiam ser utilizados? Pesquisas como estas, são imprescindíveis e devem ser concluídas, para que cada vez mais exista material para contribuir com o meio da aviação.

Tornar o ambiente aeronáutico, sustentável e causando menor impacto ambiental pode ser difícil, mas este estudo mostra que com pequenas mudanças é possível.

REFERÊNCIAS

- AMBIENTE E ENERGIA. **Negócios e Empresas**. Disponível em: <<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2019/02/maior-parque-energia-solar-mundo-piaui-enel/35641>>. Acesso em: 22 agosto 2019.
- ANAC. **Assuntos**. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/meio-ambiente/plano-de-acao-para-reducao-de-co2-no-transporte-aereo>>. Acesso em: 21 julho 2019.
- ANAC. **Assuntos**. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/ruido-aeronautico>>. Acesso em: 21 julho 2019.
- ANAC. **Meio Ambiente**. Disponível em <<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/meio-ambiente>>. Acesso em: 22 agosto 2019.
- ANEAA. Disponível em <<http://aneaa.aero/viracopos-pioneiro-em-sustentabilidade-no-mundo/>>. Acesso em: 22 agosto 2019.
- ANP. **Biocombustíveis de Aviação**, Out de 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biocombustiveis-de-aviacao>>. Acesso em: 15 julho 2019.
- BR. **Aeroporto Verde**. Disponível em <<http://www.br.com.br/pc/produtos-e-servicos/para-aviacao/aeroporto-verde>>. Acesso em: 25 agosto 2019.
- BRUYNE, Paul de., **Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais: Os Polos da Prática Metodológica**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1991.
- BURANI, Geraldo Francisco; MORALES UDAETA, Miguel Edgar; SILVA, Fabiana Aparecida de Toledo; GALVÃO, Luiz Cláudio Ribeiro. **Recurso Energético a partir do reuso da água para produção de energia elétrica**. In: LATIN-AMERICAN CONGRESS: ELECTRICITY GENERATION AND TRANSMISSION, 5. 2003, São Pedro. Proceedings, São Pedro: UNESP/Valparaiso Catholic University/National University of Mar del Plata, 2003.
- CAPRIGLIONE, Paulo Sergio, **A Energia Renovável na Matriz Energética Brasileira**. São Paulo: 2007.
- DEFESA NET. **Notícias**. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/bb/noticia/33284/-BOEING-Brasil---Ampliacao-de-investimento-na-industria-de-combustivel-sustentavel-para-aviacao-no-Brasil/>>. Acesso em: 12 julho 2019.
- EPE. **Livro Sobre Energia Renovável**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/livro-sobre-energia-renovavel-hidraulica-biomassa-eolica-solar-oceanica>>. Acesso em: 20 julho 2019.
- GOLDEMBERG, José, **Energias Renováveis**. São Paulo: Blucher, 2009.
- HINRICHS, Roger; KLEINBACH, Merlin H. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2009.

ICAO. Disponível em: <<https://www.icao.int/Meetings/greenairports/Documents/4.%20Thomas%20Cuddy%20.pdf>>. Acesso em: 22 julho 2019.

ICAO. **Promovendo a sustentabilidade da aviação e dos aeroportos para o Dia Mundial do Meio Ambiente.** Disponível em: <<https://www.icao.int/Newsroom/Pages/Promo-ting-aviation-and-airport-sustainability-for-World-Environment-Day.aspx>>. Acesso em: 22 julho 2019.

ICAO. **Proteção Ambiental.** Disponível em: <<https://www.icao.int/environmentalprotection/pages/ecoairports.aspx>>. Acesso em: 22 julho 2019.

INFRAERO. **Notícias.** Disponível em: <<http://www4.infraero.gov.br/imprensa/noticias/dia-mundial-da-agua-infraero-recicla-mais-de-70-mil-m-de-agua-por-ano/>>. Acesso em: 20 julho 2019.

IOL. 2016. Disponível em: <<https://www.iol.co.za/travel/travel-tips/earthday-top-10-green-airports-2013031>>. Acesso em: 22 julho 2019.

JABONSKI, Carlo Daniel. **Monitoramento de poluentes atmosféricos em aeroportos: a qualidade do ar no aeroporto Bacacheri.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Curitiba, 2017.

JEFFERSON, et al. **Technologies for domestic wastewater recycling.** UrbanWater. 1, p. 285-292, 1999.

MAUAD, Frederico Fábio, Luciana da Costa Ferreira, Tatiana Costa Guimarães Trindade. **Energia renovável no Brasil: análise das principais fontes energéticas renováveis brasileiras.** São Carlos: EESC/USP, 2017.

MINAYO, Maria. C. S. **Ciência, Técnica e Arte: O desafio da Pesquisa Social.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

ODI/PR ENERGIA. 2012. Disponível em: <<https://rotaenergia.wordpress.com/2012/03/07/infraero-da-inicio-ao-programa-de-autoproducao-de-energia-nos-aeroportos-brasileiros/>>. Acesso em: 22 março 2019.

PEREIRA, Thulio Cícero Guimarães. **Energias renováveis: políticas públicas e planejamento energético.** Curitiba: COPEL, 2014.

PINHO, João Tavares. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** Grupo de Trabalho de Energia Solar CEPEL – DTE – CRESESB. Rio de Janeiro, 2014.

PORTAL ENERGIA. **Documentação Energia Solar.** Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar/>>. Acesso em: 11 agosto 2019.

PORTAL ENERGIA. **Energia Biomassa.** Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-da-energia-biomassa/>>. Acesso em: 11 agosto 2019.

PORTAL SOLAR. **Energia Solar Fotovoltaica.** Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/como-preparar-a-sua-construcao-para-energia-solar.html/>>. Acesso em: 12 agosto 2019.

SHOW ENERGY. **Biomassa**. Disponível em:< <http://showenergy.com.br/biomassa/>>. Acesso em: 12 julho 2019.

STRAUSS, Anselm; CORBIN, Juliet. **Basics of Qualitative Research Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory**. United States: Sage Publications, 1998.

ZANELLA, Luciano **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2015.