

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
JOICE MARTINS DE ALMEIDA
MARIANA FERRAZ BOAVA**

**ANÁLISE DE MEIOS PARA REUTILIZAÇÃO DE
AERONAVES EM DESUSO E SEUS IMPACTOS**

**Taubaté - SP
2018**

**JOICE MARTINS DE ALMEIDA
MARIANA FERRAZ BOAVA**

**ANÁLISE DE MEIOS PARA REUTILIZAÇÃO DE
AERONAVES EM DESUSO E SEUS IMPACTOS**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Certificado de Graduação do
curso de Engenharia Aeronáutica do
Departamento de Engenharia Mecânica
da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Pedro Augusto da Silva
Alves

**Taubaté – SP
2018**

SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

A447a Almeida, Joice Martins de
Análise de meios para reutilização de aeronaves em desuso e seus impactos / Joice Martins de Almeida; Mariana Ferraz Boava. -- 2018.
90 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2018.

Orientação: Prof. Pedro Augusto da Silva Alves, Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Aeronave. 2. Ciclo de Vida. 3. Reciclagem. I. Título. II. Boava, Mariana Ferraz. III. Graduação em Engenharia Aeronáutica.

CDD – 629.134

**JOICE MARTINS DE ALMEIDA
MARIANA FERRAZ BOAVA**

**ANÁLISE DE MEIOS PARA REUTILIZAÇÃO DE AERONAVES EM DESUSO E
SEUS IMPACTOS**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE **GRADUADO EM
ENGENHARIA AERONÁUTICA**

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE
GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. LUIZ RICARDO PRIETO HERCOS
Coordenador de Trabalho de Graduação

BANCA EXAMINADORA:

Prof. PEDRO AUGUSTO DA SILVA ALVES
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Prof. Me. PAULO DE TARSO DE MORAES LOBO
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

06 de novembro de 2018

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus que nos deu força para alcançar os nossos objetivos e as nossas famílias que deram todo o apoio.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, fonte da vida e da graça. Agradecemos pelas nossas vidas, nossa inteligência, nossa família e nossos amigos.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu um excelente ambiente educacional com profissionais qualificados.

Ao nosso orientador, *Prof. Pedro Augusto da Silva Alves* por todo o incentivo e motivação na orientação deste trabalho.

Aos nossos pais *Maria, Joaquim, Meireane e Walter*, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram nossos estudos.

Aos Professores *Me. Paulo de Tarso Moraes Lobo* e *Prof. Pedro Augusto da Silva Alves* por aceitarem compor a banca examinadora.

Às funcionárias da Secretaria pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar.

EPÍGRAFE

“Todos os nossos sonhos podem-se realizar,
se tivermos a coragem de persegui-los.”
(WALT DISNEY)

RESUMO

Com o avião sendo um dos meios de transporte mais requisitado do mercado hoje em dia, por sua velocidade e segurança, cada vez mais aeronaves são adquiridas e utilizadas por diversas empresas. Segundo a Airlines.net, atualmente, temos em média 39 mil aeronaves operando no mundo, e todas essas máquinas estão fadadas a se aposentarem algum dia, a preocupação de para onde esses gigantes vão quando não operam mais, está cada vez mais pautada na humanidade. Com toda mobilização por parte da sociedade, muitas empresas tomaram como iniciativa projetos sustentáveis de reciclagem de aeronaves. Além de serem melhor para o meio ambiente, esses programas acabaram por ter um ótimo retorno econômico. Para saber quanto tempo de vida tem um avião comercial, devem-se levar vários fatores em consideração como, por exemplo, o de alto valor do produto, o que gera uma grande expectativa de longa duração do mesmo, para o retorno financeiro mais vantajoso da empresa. Mesmo assim é inevitável que ele se finde. Ao iniciar o projeto de uma aeronave os responsáveis já têm em mente as características do material de fabricação, o tempo que a aeronave conseguirá voar sem passar por grandes reparos. Embora não tenha como estipular de maneira exata o tempo de vida de uma aeronave a maneira mais adequada é pelo número de decolagens e aterrissagens do mesmo, ou seja, uma aeronave com muitos ciclos de voos, deduz-se, ter um bom retorno financeiro até o fim da sua vida. A paralisação de uma aeronave pode ser ocasionada por vários fatores, mas a questão econômica é o maior responsável por isso. Com o passar dos tempos o avanço tecnológico progride, trazendo modernidade e aprimorando cada vez mais motores em termos de economia de consumo. Isso faz com que os aviões com idade mais avançada e conseqüentemente com motores menos econômicos se tornem financeiramente inviáveis de se sustentar, e é aí que eles são aposentados. As aeronaves, depois que não são mais utilizadas, não podem ser deixadas, nem levadas para qualquer lugar, há inúmeros cemitérios de aviões por todo o mundo, os maiores, estão localizados nos desertos norte-americanos. Nem todo o avião que chega ao cemitério, tem como destino, a reciclagem, alguns vão parar nesses lugares pela questão financeira, manter a aeronave lá é mais barato do que mantê-la em um hangar, por exemplo, e no cemitério, elas recebem toda atenção necessária, caso precisem voar de emergência. Tendo em vista os aspectos observados e levando

em conta os impactos ao meio ambiente, como contaminação do solo e lençóis freáticos com fluidos tóxicos, as melhores opções para um final de vida que possa ser considerado sustentável, é o desmantelamento da aeronave, dando as suas peças novas funções, ou reutilizando-as. Deixá-la enferrujando em qualquer lugar não é a melhor escolha, sempre é possível oferecer a uma aeronave antiga, uma nova vida.

Palavras-chave: Aeronave. Reciclagem. Ciclo de Vida.

ABSTRACT

With the airplanes being one of the most requested means of transport in the business today, due to its speed and safety, more and more aircrafts are acquired and used by several companies. According to Airlines.net, currently, we have an average of 39,000 aircrafts operating in the world, and all these machines are doomed to retire someday, the concern of where these giants go when they no longer operate, is increasingly asked by humanity. With all the mobilization on the part of the society, many companies took initiative like sustainable projects of aircraft recycling. In addition to being better for the environment, these programs ended up having a great economic return. To know how long a commercial airplane has, several factors must be considered, such as the high value of the product, which generates a long-term expectation of the same, for the most favorable financial return of the airplane company. Even so, it is inevitable that it will end. When initiating the design of an aircraft, those responsible already have in mind the characteristics of the material of manufacture, the time that the aircraft will be able to fly without going through great repairs. Although it is not possible to stipulate exactly how long an aircraft lives, the most appropriate way is by the number of takeoffs and landings, ie, an aircraft with many cycles of flights, it is deducted, to have a good financial return until the end of your life. Aircraft shutdown can be caused by several factors, but the economic issue is largely responsible for this. In the course of the time, technological progress has developed, bringing modernity and improving more and more engines in terms of the consumer economy. This makes older aircraft and consequently less economical engines become financially unfeasible to support themselves, and that is where they are retired. The Aircraft, after they are no longer used, cannot be left or taken anywhere, there are innumerable boneyards, the largest are in the North American deserts. Not all the planes that arrives at the graveyard is destined for recycling, some will stop there because of the financial issue, keeping the aircraft there is cheaper than keeping it in a hangar, for example, and in the cemetery, they receive necessary attention if they need to fly in an emergency. In view of the observed aspects and considering environmental impacts, such as soil contamination and groundwater with toxic fluids, the best options for a sustainable life end is the dismantling of the aircraft, giving its parts new functions, or reusing them. Leaving it rusting anywhere is not the best choice, it is always possible to offer to an old aircraft,

a new life.

KEYWORDS: *Aircraft. Recycling. Lifecycle.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de processo de produção	20
Figura 2 – Primeira aeronave desmantelada pelo projeto PAMELA, o Airbus A300 B4-2C	24
Figura 3 - Cadeia do processo de desativação	25
Figura 4 - Corrente do processo de desmontagem	26
Figura 5 - A abordagem 3D do PAMELA para lidar com aeronaves em fim de vida .	28
Figura 6 – Aeronave no Hangar da AFRA para ser desantelada.....	30
Figura 7 – Aeronave <i>EcoDemonstrator 757</i> da Boeing.....	31
Figura 8 - <i>EcoDemonstrator 757</i> sendo desmantelado para projeto final de reciclagem	33
Figura 9 – Aeronave Concorde sendo desmantelada pela empresa	36
Figura 10 – Bombardeiros B-52 esperando para ser cortados	38
Figura 11 – Aviões militares armazenados pela AMARG.....	39
Figura 12 – Avião sendo desmantelado pela APAS.....	41
Figura 13 – Avião em processo de desmantelamento pala Jetyad LCC.....	42
Figura 14 – Aeronave em processo de desmantelamento pela Tarmac.....	44
Figura 15 – Aeronaves no final de suas vidas úteis	45
Figura 16 – Aeronave Douglas DC-8 em seu primeiro voo em 1958.....	48
Figura 17 – Aeronave A320 utilizado pela empresa Latam (antiga TAM).....	50
Figura 18 – Vista aérea de Davis-Monthan	52
Figura 19 – Aeronaves militares armazenadas em Davis-Monthan.....	53
Figura 20 - Há pouca ferrugem e metalização no árido deserto do Arizona, tornando-o o lugar perfeito para o único "cemitério" da Força Aérea.	55
Figura 21 - Vista aérea do cemitério	56
Figura 22 – Aviões de passageiro Boeing 747 da Atlas Air e Southern Air em armazenamento no Aeroporto de Mojave.....	56
Figura 23 – Aeronaves armazenadas em Southern California.....	57
Figura 24 – Vista aérea do aeroporto	58
Figura 25 – Aviões armazenados em Pinal Airpark.....	59
Figura 26 - Aeronaves armazenadas pela Kingman Airline Services	61
Figura 27 – Desmantelamento em Roswell.....	62
Figura 28 – Aviões armazenados em Roswell.....	62
Figura 29 – Aeronave que pertenceu ao cantor Elvis Presley	63
Figura 30 – Armazenamento de aeronaves em Phoenix	64
Figura 31 – Aviões armazenados em Alice Springs	65
Figura 32 - Aeronave devidamente armazenada pela APAS.....	65

Figura 33 – Aviões em armazenamento	66
Figura 34 – Aeronaves armazenadas em Cotswold	67
Figura 35 – Avião sendo desmantelado pela ASI.....	68
Figura 36 - Singapore Airlines Airbus A380 9V-SKA, a ser desfeito.....	69
Figura 37 - Aeronave deixada pelo investidor	70
Figura 38 - Boeing 747.....	70
Figura 39 – Aviões da TAF	71
Figura 40 – Helicóptero usado para o resgate.....	72
Figura 41 – Aviões abandonados em Murtala Muhammed.....	73
Figura 42 – Aeronave militar no aeroporto de Khodynka	74
Figura 43 – Quantidade de um avião que pode ser valorizado.....	75
Figura 44 - Avião sendo submergido	77
Figura 45 – Boeing 727 que foi transformado em hotel.....	77
Figura 46 – Casa da Ala 747	78
Figura 47 – Avião transformado em hotel.....	78
Figura 48 – Barco feito de um avião	79
Figura 49 – Aeronave transformada em restaurante.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AELS *Aircraft End-Of-Life Solutions*

AFRA *Aircraft Fleet Recycling Association*

APAS *Asia Pacific Aircraft Storage*

APU *Auxiliary Power Unit*

ASI *Air Salvage International*

BMPs *Best Management Practice*

CEO *Chief Executive Officer*

EADS *European Aeronautic Defence And Space Company*

GLCM *Ground Launched Cruise missile*

INF *Intermediate- Range Nuclear Forces*

IPC *Illustrated Parts Catalogue*

LIFE *l'Instrument Financier pour l'Environnement*

MM *Manual de Manutenção*

ONU *Organização das Nações Unidas*

PAMELA *Process for Advanced Management of End-of-Life of Aircraft*

RAF *Royal Air Force*

RAT *Ram Air Turbine*

R&S *Responsabilidade e Sustentabilidade*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 SUSTENTABILIDADE	18
2.2 SUSTENTABILIDADE INDUSTRIAL	18
2.3 SUSTENTABILIDADE NO SETOR AERONÁUTICO	21
3 METODOLOGIA.....	23
3.1 EMPRESAS.....	23
3.1.1 AIRBUS e PAMELA	23
3.1.1.1 Abordagem 3D	25
3.1.1.1.1 Desativação - D1	25
3.1.1.1.2 Desmontagem - D2	26
3.1.1.1.3 Desmantelamento Inteligente – D3.....	27
3.1.2 BOEING e AFRA	28
3.1.2.1 Ecodemostrator 757	31
3.1.3 AELS	33
3.1.3.1 Desmontagem e Desmantelamento de Aeronaves	34
3.1.3.2 Reciclagem de Materiais.....	34
3.1.3.3 Gerenciamento de Componentes	35
3.1.4 ASI	35
3.1.4.1 Gerenciamento no Fim De Vida.....	37
3.1.5 AMARG	38
3.1.6 APAS.....	40
3.1.7 JETYARD.....	41
3.1.8 TARMAC	42
3.2 CICLO DE VIDA DE AERONAVES.....	44
3.3 Homologação Aeronáutica	45
3.4 VIDA ÚTIL.....	46
3.5 APOSENTADORIA DE AERONAVES	49
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1 DEPOSITO DE AERONAVES EM DESUSO.....	51
4.1.1 PRINCIPAIS CEMITERIOS	51
4.1.1.1 – Davis-Monthan Air Base (EUA).....	52
4.1.1.2 – Mojave Air & Space Port (EUA)	55
4.1.1.3 – Southern California (EUA).....	57
4.1.1.4 – Pinal Airpark (EUA)	58
4.1.1.5 – Kingman Airport (EUA).....	60

4.1.1.6 – Roswell Internacional Airport (EUA).....	61
4.1.1.7 – Phoenix Goodyear Airport (EUA)	63
4.1.1.8 – Alice springs Airport (Austrália).....	64
4.1.1.9 - Aeropuerto de Teruel (Espanha)	66
4.1.1.10 Costwold Airport (Inglaterra)	67
4.1.1.11 Aeroporto Internacional de Tarbes-Lourdes Pyrénées (França)	68
4.1.1.12 – Bangkok Airplane Graveyard (Tailândia)	69
4.1.1.13 – Aeroporto Internacional de Fortaleza (Brasil)	71
4.1.1.14 – Rassokha Equipment Cemetery (Ucrânia)	72
4.1.1.15 – Aeroporto International Murtala Muhammed em Lagos (Nigéria) ..	72
4.1.1.16 – Khodynka Aerodrome Аэродром Ходынка (Rússia)	74
4.2 RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO	75
4.2.1 AERONAVES COM FIM DE VIDA CRIATIVO	76
4.2.1.2 COSTA RICA – BOEING 727	77
4.2.1.3 ESTADOS UNIDOS - Boeing 747-100	78
4.2.1.4 HOLANDA	78
4.2.1.5 RIO LAGOS - Boeing 307 Stratoliner	79
4.2.1.6 SUIÇA - Ilyushin IL-14.....	79
4.3 IMPACTOS AMBIENTAIS E ECONOMICOS	80
4.3.1 AÇO	81
4.3.2 ALUMINIO	81
5 CONCLUSÃO.....	82
REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

Com o avião sendo um dos meios de transporte mais requisitado do mercado hoje em dia, por sua velocidade e segurança, cada vez mais aeronaves são adquiridas e utilizadas por diversas empresas no mundo todo, mas o que acontece com elas, quando não estão mais em boas condições de uso, ou que sua manutenção já tem um custo muito elevado, por falta de peças ou mão de obra específica no mercado?

Segundo a Airlines.net, atualmente, temos em média 39 mil aeronaves operando no mundo, levando em conta aeronaves comerciais, cargueiros e militares, e todas essas máquinas estão fadadas a se aposentarem algum dia, e com o mundo cada vez mais conscientizado com o meio ambiente, a preocupação de para onde esses gigantes vão quando não operam mais, está cada vez mais pautada na humanidade que está se consumando que não adianta apenas diminuir o padrão de consumo, e que a chave é prover um equilíbrio entre o ambiente, a tecnologia, a economia e a sociedade. O termo sustentabilidade é cada vez mais utilizado para expressar de uma forma ampla o conceito de desenvolvimento sustentável, direcionando a atenção para a capacidade dos seres humanos para continuar a viver dentro de restrições ambientais (ROBINSON, 2004).

Com toda essa mobilização por parte da sociedade, muitas empresas tomaram como iniciativa projetos sustentáveis de reciclagem de aeronaves, incluindo grandes empresas do setor como, a francesa Airbus e a norte americana Boeing, com o PAMELA e o AFRA, respectivamente. Além de serem perceptivelmente melhor para o meio ambiente, esses programas acabaram por ter um ótimo retorno econômico, pois além das empresas, reutilizarem peças de aeronaves antigas para compor alguma sua já existente, ela também consegue uma grande quantidade de alumínio, por exemplo, que compõe grande parte de diversas de uma aeronave, como na fuselagem, nas asas e empenagens por ser leve e resistente e se não fosse reciclado, levaria em torno de 500 anos na natureza para se decompor.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste primeiro capítulo iremos abordar a concepção de sustentabilidade, a sua relevância em relação ao desenvolvimento deste trabalho, assim como também a repercussão que ela vem causando no âmbito empresarial, econômico e social.

2.1 SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade está cada dia mais popular e sendo difundido pelo mundo de uma forma muito relevante, mas não se tem um significado distinto para essa concepção, mas uma definição clássica que se tem é a da ONU, do Relatório de *Brundtland* (1987): “Desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem as suas necessidades e aspirações”. Apesar de correta essa definição pode ser considerada como incompleta, pois se embasa apenas nos seres humanos, não em todos os seres vivos que também dependem da sustentabilidade.

Tendo como uma definição mais integrada: A sustentabilidade se mede pela capacidade de conservar o capital natural, permitir que se refaça e ainda, através do gênio humano, possa ser enriquecido para as futuras gerações. Esse conceito ampliado e integrador de sustentabilidade devem servir de critério para avaliar o quanto temos progredido ou não rumo à sustentabilidade e nos deve igualmente servir de inspiração ou de ideia-geradora para realizar a sustentabilidade nos vários campos da atividade humana. Sem isso, a sustentabilidade é pura retórica sem consequências. (BOFF, 2012)

A sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro. Hoje a regra é muito clara: para ser sustentável a mentalidade, a atitude e/ou a estratégia, precisa ser economicamente viável, socialmente justa, culturalmente aceita e ecologicamente correta. (SERRA, 2015).

2.2 SUSTENTABILIDADE INDUSTRIAL

No setor empresarial, toda e qualquer atividade provem dano ao meio ambiente, e há algum tempo atrás, essa poluição era vista como normal, e sem

probabilidade de mudanças, e com esse cenário, muitas regiões do mundo se viram gravemente afetadas ambientalmente.

Na década de 70, a ONU criou um órgão de proteção ambiental mundial, mas ainda não abrangia todo o campo da poluição, e algumas empresas se importavam apenas em cumprir a legislação a eles imposta e não de se tornarem sustentáveis em todos seus setores. Com o aumento dos problemas ambientais, e com a ideia de que alta qualidade nas áreas de produção em popularidade notou-se que o controle de impactos ambientais só seria palpável através de um sistema de Gestão Ambiental, que consiste em controlar os danos ambientais ocasionados pelas indústrias.

Com o tempo, algumas indústrias constataram que a geração de resíduos resultava em perda econômica em longo prazo, representada por:

- Custos extras com o armazenamento, tratamento e disposição dos resíduos;
- Resíduos podem causar sérios acidentes ambientais quando tratado, armazenados ou utilizado de forma errônea, podendo provocar riscos ao meio ambiente e a saúde pública;
- Mau uso de matéria-prima como, energia e água.

Com isso, tem-se de forma muito límpida de que uma boa atitude em relação ao meio ambiente é mais do que indispensável no setor industrial.

Figura 1 - Ciclo de processo de produção

Fonte: Elaborado pelas autoras

Para uma empresa ser considerada verdadeiramente ecológica, todos os seus processos devem ter uma consciência sustentável, seguindo um ciclo voltado para preservação do meio ambiente, desde a busca pela matéria prima do produto, até o descarte do mesmo depois de utilizado.

Na escolha dos materiais é sempre importante visar à reutilização, a compra apenas do necessário, e a busca da matéria prima na forma que menos careça de processos para a utilização.

Na produção, sempre buscar inovações relacionada à tecnologia limpa, eco eficiência, produção mais limpa e uma maior eficiência, sem comprometer o produto nem o meio ambiente.

Na distribuição, demanda-se a otimização da logística, pensando sempre em transportar, de forma segura, o maior número de produtos possíveis, para evitar gastos supérfluos.

No consumo, ter sempre a vista que devemos praticá-lo conscientemente, evitando o desperdício.

No descarte, a principal ideia é o reaproveitamento, sendo sempre interessante para a indústria reutilizar peças e produtos que já foram produzidas por ela e ainda sejam utilizáveis, a reciclagem que aproveita a matéria prima e processamento dos produtos.

2.3 SUSTENTABILIDADE NO SETOR AERONÁUTICO

A indústria da aviação tem um rijo histórico de responsabilidade com o impacto ambiental em todos os setores da fabricação da aviação civil. Desde a década de 60 até hoje, houve uma redução de 70% no consumo de combustível nas aeronaves, e o setor de aviação continua comprometido com a redução de impactos, emissões e custos de produção.

A tendência da indústria aeronáutica tem sido de uma mudança gradual, mas clara para as futuras gerações de aviões, que se conduz a incorporar novos instrumentos, que tem custos de processamento mais baixos e usam mais materiais compostos, que não exigem acabamentos de superfície ambientalmente agressivos, e a melhoria dos produtos aeronáuticos existentes, quando o custo de novos produtos se torna muito alto.

Iniciativas de regulamentação garantem que a legislação ambiental seja cumprida e os códigos de conduta sejam atendidos. As práticas gerais são normalmente voluntárias em aberto. Além do que, eles não exigem certificação.

Em uma indústria aeronáutica todas as instalações utilizadas para a fabricação devem seguir as condutas estabelecidas pelo setor administrativo aplicável. Estes critérios são levados em conta para manter e garantir níveis de qualidade para água, ar e terra.

Existem também iniciativas internas específicas que varia de empresa para empresa, mas um exemplo comum pode ser notado dentro da Boeing, que promoveu um *workshop* que certificou que a empresa fosse simplificada e reduziu as ineficiências e desperdícios, que beneficiaram a empresa em várias áreas.

Estas iniciativas são muito abrangentes em seu objetivo e como elas são aplicadas. Todavia, elas são geralmente uma prática comum para os próceres da

indústria aeronáutica, e acabam por incluir medidas nas áreas como campanhas de reciclagem, campanhas de conscientização, programas de extensão e iniciativas de promoção de transporte público.

3 METODOLOGIA

3.1 EMPRESAS

Antigamente, quando as aeronaves chegavam ao fim de suas vidas úteis, eram abandonadas em pátios, desertos, e aterros em todo o mundo. Em meados dos anos 2000, duas das maiores fabricantes de aviões existentes, Airbus e Boeing, iniciaram um desenvolvimento em busca de maneiras de como resolver a questão das aeronaves fora de operação, o que foi se estendendo para demais empresas do setor atualmente, e até induziram abertura de novos negócios, destinadas a essa função, como a AELS e a ASI.

Com o tema de sustentabilidade em alta, e com a preocupação com este assunto se elevando a cada dia, não demorou muito para alcançar o setor aeronáutico. Muitas empresas criaram sua própria política de sustentabilidade, algumas estruturaram projetos ecológicos e outras se agregaram a projetos distintos.

3.1.1 AIRBUS e PAMELA

Desde 2005, existe uma vida após a morte das aeronaves, para a Airbus. A empresa aplicou milhões de euros para criar uma programa de inativação de aeronaves em fim de vida. "Não há regulamentação que obrigue um operador a estocar uma aeronave em um centro de desmantelamento", diz Marc Enaud, gerente de projetos do serviço pós-venda da Airbus.

Como uma empresa multinacional de grande porte, ela busca promover condutas empresariais responsáveis dentro de uma cadeia de valor, pois é fundamental para o desenvolvimento e o crescimento sustentável.

Segundo o CEO da Airbus, Tom Enders: "Nossa abordagem de Responsabilidade e Sustentabilidade (R&S) é direta, orientada para os negócios e pragmática. Nosso R&S demonstra as maneiras pelas quais a Airbus está incorporando valor de longo prazo para os benefícios de todas as partes interessadas."

Quando os aviões acabam por perder seu certificado de aeronavegabilidade, não é mais permitido seu deslocamento e são habitualmente abandonadas nas

mãos de pessoas sem experiência no setor aeronáutico. Mas uma aeronave não é apenas uma pilha de sucata.

Então a empresa lançou este programa pioneiro - então chamado de “*Process for Advanced Management of End-of-Life of Aircraft*” (PAMELA) em 2005, com o apoio da *European Aeronautic Defence And Space Company* (EADS), da Suez-Sita, uma empresa francesa de reciclagem e do grupo francês LIFE (*l’Instrument Financier pour l’Environnement*), e o projeto também foi apoiado pela Comissão Europeia.

O PAMELA foi desenvolvido inicialmente com o objetivo principal de comprovar durante um experimento em escala real com um Airbus A300, de que 85% do peso de um avião é capaz de ser reciclado, recuperado ou reutilizado, e esse objetivo foi concluído 32 meses após seu princípio, em 2007.

Figura 2 – Primeira aeronave desmantelada pelo projeto PAMELA, o Airbus A300 B4-2C



Fonte: Airport-data (2007)

Mas essa não foi à única meta do projeto, um objetivo distinto era estipular uma nova medida para um gerenciamento seguro e ambientalmente responsável das aeronaves em fim de vida, para colocar em prática o projeto de acordo com a legislação ambiental local e o conhecimento técnico em reciclagem.

Além do que, a Airbus quis sustentar uma abordagem de ciclo de vida totalmente incorporada ao projeto e fabricação de aeronaves, partilhando a experiência com as equipes de projeto e fornecedores da Airbus. Enquanto o PAMELA estava em execução, o consórcio resolveu principiar uma iniciativa de três etapas para o tratamento de aeronaves no final de suas vidas, que foi chamada de abordagem 3D. O processo foi realizado em um Airbus A300 com um peso total inicial de 106 toneladas, que consiste na desativação, desmontagem e desmantelamento da aeronave.

3.1.1.1 Abordagem 3D

3.1.1.1.1 Desativação - D1

No primeiro processo de desativação, a aeronave finalmente é declarada como fora de serviço, é inspecionada, limpa e descontaminada. Além disso, todos os líquidos operacionais são retirados e revendidos para reutilização direta ou desvendilhados em canais de recuperação específicos. A imagem abaixo mostra as etapas de descomissionamento.

Figura 3 - Cadeia do processo de desativação.



Fonte: Elaborado pelas autoras

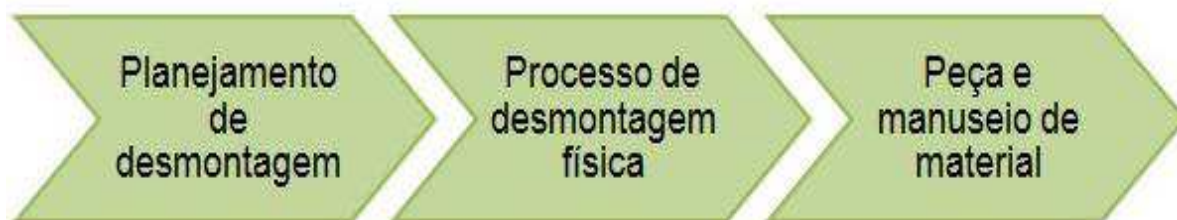
O primeiro passo é inspecionar a aeronave, nesta etapa, é realizada uma lista detalhada de suas peças, que podem ser retiradas, desmontadas e reutilizadas. Esse processo garante o rastreamento dessas peças até fase final do ciclo de vida. Logo após, a aeronave é higienizada e descontaminada. Nesta etapa, os tanques, os sistemas e as tubulações são drenados, as águas residuais das *galley*s são retiradas e todos os fluidos operacionais, como combustível, óleo e fluidos hidráulicos, também são removidos. Alguns desses fluidos operacionais podem ser revendidos diretamente gerando benefícios. Se esses não puderem ser utilizados novamente, são descartados em canais de recuperação específicos de acordo com a regulamentação existente. Assim como os fluidos operacionais, substâncias

perigosas também precisam ser removidas e descartadas, como o urânio empobrecido.

3.1.1.1.2 Desmontagem - D2

No segundo processo de desmontagem, atribui-se que a aeronave não retornará a atuar. A desmontagem consiste em separar sistematicamente os produtos em suas partes constituintes, componentes ou outros agrupamentos. Uma desmontagem eficiente requisita um bom planejamento. Após isso, as peças que podem ser reutilizadas são retiradas, desmontadas e revendidas ou armazenadas. A figura abaixo ilustra o processo de desmontagem.

Figura 4 - Corrente do processo de desmontagem



Fonte: Elaborado pelas autoras

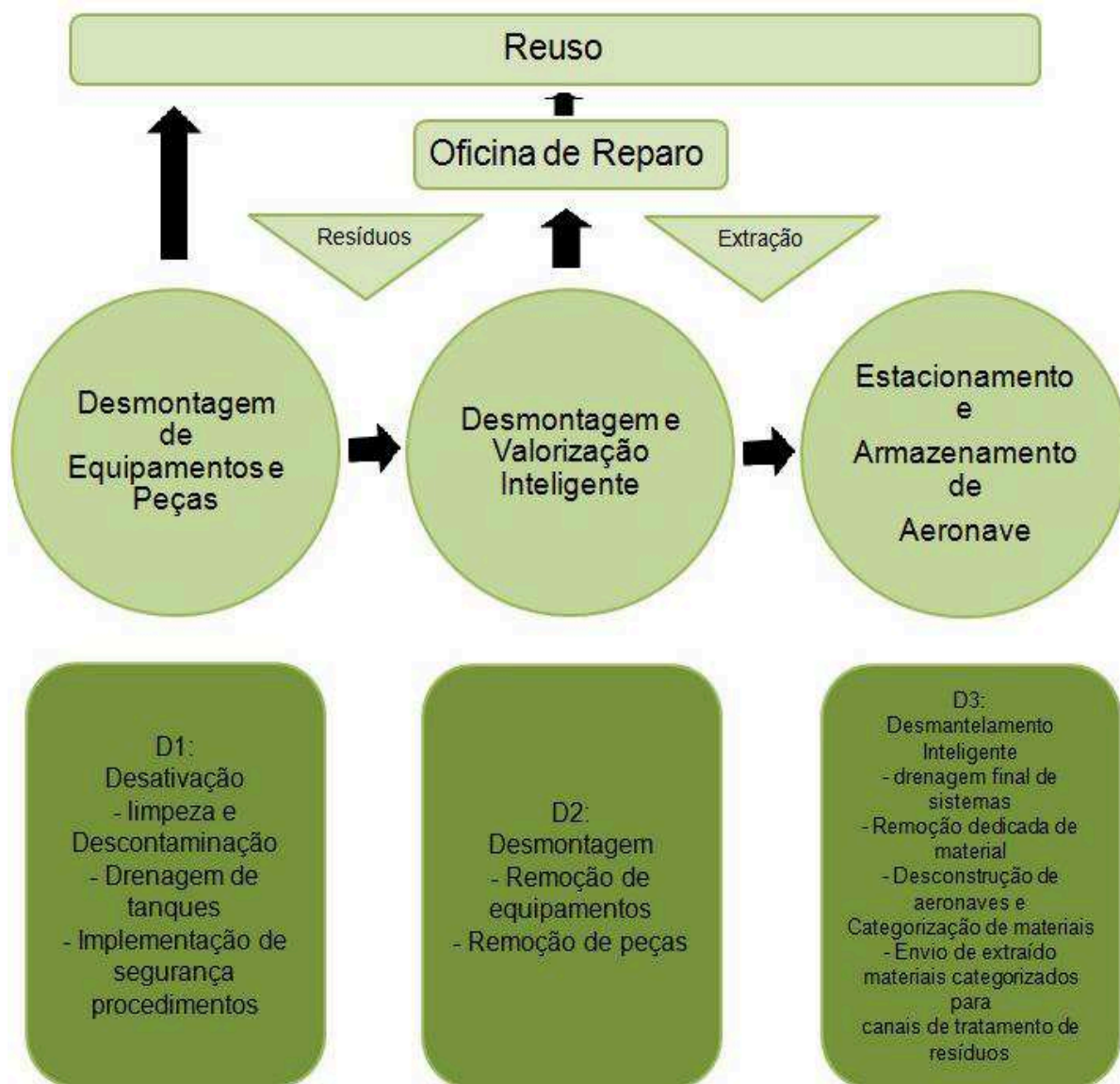
Durante o planejamento da desmontagem, deve-se ter um vasto conhecimento sobre o tipo de aeronave, como estrutura, material e composição da peça. Os equipamentos que podem ser reutilizados e revendidos, com base na demanda do mercado de peças de reposição, são escolhidas. As peças mais comumente preservadas são os motores, os trens de pouso, os aviônicos, a APU, as turbinas de ar comprimido (RAT) e os equipamentos da cabine. Esses equipamentos selecionados, devem ser acompanhados da geometria, posição exata na aeronave, informações técnicas, materiais e conexões para outras partes da aeronave. Conhecendo essas informações, um plano de seqüência de desmontagem deve ser montado. Durante esse processo, as peças selecionadas devem ser relacionadas em famílias de desmontagem e uma ordem para isso deve ser determinada, bem como o grupo de componentes. O planejamento da ordem de desmontagem engloba um estipulamento detalhado das tarefas de desmontagem e o controle de chão de fábrica. As seqüências exequíveis são estabelecidas pelo tipo da peça, sua localização na aeronave e seu acesso, técnicas aplicáveis, esforço de desmontagem, tipos de conexão e relações entre as tarefas da desmontagem.

3.1.1.1.3 Desmantelamento Inteligente – D3

No terceiro processo de Desmontagem Inteligente, é necessário, primeiramente, identificar diferentes canais de recuperação e requisitos associados, e com isso, elaborar um plano para desmontar a aeronave em uma determinada ordem, para melhorar a recuperação de material. Então, depois disso, a aeronave é desmontada com diversas ferramentas, como: jato de água de alta pressão, tocha de plasma, motosserra, rebarbadora com diferentes tipos de discos abrasivos e tesoura hidráulica. Posteriormente, os materiais são reunidos por tipos de liga de alumínio, titânio, superligas à base de níquel austênico, aço inoxidável, fiação, pneus, plásticos, entre outros. Por fim, os materiais são preparados para a trituração e a triagem, e são enviados para canais de recuperação.

Após a fusão, o metal reciclado é fundido em lingotes e levado ao mercado apropriado (aeronáutico, automotivo ou mecânico). Além de que, cada etapa do processo, foi executada conforme as regularidades consideradas, para melhoria do desempenho do projeto. Via de regra, no terceiro passo, chega a ser fornecida uma quantidade total de 61 toneladas de material para reciclagem e as 13,5 toneladas restantes, geralmente consiste em material de isolamento e carcaças, não podem ser recicladas e têm que ser descartadas convencionalmente. A figura abaixo, demonstra o esquema de Abordagem 3D do PAMELA, de maneira sintetizada.

Figura 5 - A abordagem 3D do PAMELA para lidar com aeronaves em fim de vida



Fonte: Elaborado pelas autoras

3.1.2 BOEING e AFRA

A Boeing está disposta a melhorar o desempenho ambiental no setor aeronáutico, em seus projetos e fabricações, incluindo a busca de melhorias no ciclo de vida das aeronaves. A fabricante realizou uma pesquisa de campo com aproximadamente cinquenta empresas envolvidas em gerenciamento de sucateamento de aeronaves. A acimilação desse processo foi que apenas algumas empresas rapidamente se destacaram em termos de experiência, capacidades e tecnologias, e a Boeing começou a focar sua atenção nessa direção, facilitando discussões e assumindo um compromisso com o meio ambiente e a segurança.

O objetivo é trazer inovação contínua em produtos e operações mais limpos e eficientes. Ela busca reduzir o desperdício de água em suas instalações. Estando em busca de alternativas para produtos químicos e materiais perigosos liderando o desenvolvimento global de combustíveis de aviação sustentáveis.

O engajamento da Boeing com um futuro mais limpo e sustentável promove a ação em toda a empresa, que sempre acaba por promover atividades que incentivam projetos para o avanço no progresso para a redução de emissão e na conservação da água e dos recursos.

No final de 2009, a Boeing entrou em contato com sua rival europeia, a Airbus, para colaborar no desenvolvimento de tecnologias para a reciclagem de materiais aeronáuticos. Este pedido seguiu-se a um acordo assinado no show aéreo de *Farnborough*, em 2008, no qual os fabricantes se comprometeram a trabalhar em conjunto em questões ambientais. No entanto, parece que os dois fabricantes continuam a seguir seus próprios cursos de ação. (FLIGHTGLOBAL, 2011)

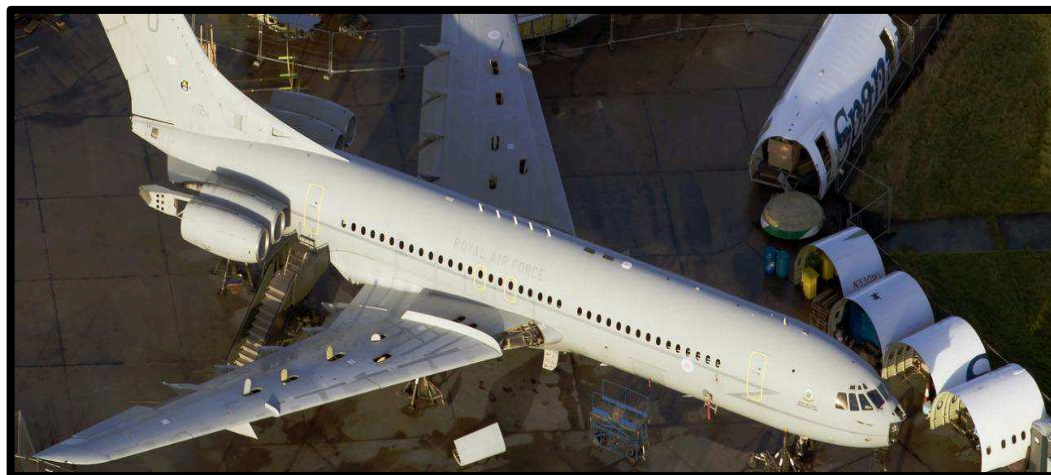
Com os esforços focalizados nesta questão o desenvolvimento de uma associação sem fins lucrativos, chamada *Aircraft Fleet Recycling Association* (AFRA), dos quais o objetivo é autorizar que as companhias aéreas gerenciem seus aviões aposentados de uma maneira ambientalmente responsável, maximizando o valor dos aviões comerciais antigos.

A proteção ambiental ganha cada vez mais importância em todo o mundo. A AFRA, que foi formada em 2006, em parte como resultado do desejo dos operadores de conseguir orientações nítidas sobre os melhores métodos para a retirada de seus aviões. Nos dois primeiros anos desde a sua criação, a AFRA redigiu um documento para a melhor prática de gestão de gerenciamento de aeronaves usadas.

A Boeing, em parcerias com outras dez empresas aeroespaciais, constitui a AFRA com um objetivo em comum para melhorar o modo como os aviões em fim de vida são administrados. Essa dedicação cooperativa internacional foi oportunizada pela Boeing para fomentar a experiência dos membros pioneiros para progredir e efetivar procedimentos de reciclagem ambientalmente favorável. Atualmente a AFRA conta com 34 membros em todo o mundo, incluindo África do Sul, Brasil, Estados Unidos, França, Holanda, Irlanda, Reino Unido, Suíça e Turquia, e é principalmente

financiada por seus membros e pela receita de um programa de auditoria e credenciamento da mesma. A AFRA é aberta a qualquer instituição, para se afiliar, basta ter suas atividades voltadas aos negócios da frota envelhecida, ou tecnologia que estão a ser desenvolvidas para processos refinados de reciclagem de aviões.

Figura 6 – Aeronave no Hangar da AFRA para ser desantelada.



Fonte: Aircraft Fleet Recycling Association

Os objetivos da instituição compreendem em abordar os problemas ambientais em relação às aeronaves aposentados e assim criar e compartilhar processos concretos e atualizados. Ela acaba por proporcionar aos donos das aeronaves em fim de vida, auditorias de desempenho, para garantir que a empresa tem a experiência e processo de fidelidade para desmontar um avião de forma ambientalmente correta e segura, economicamente benéfica, ou seja, que possa maximizar o valor e minimizar o risco para o proprietário.

Essas metas estabelecem uma relação com os objetivos da Boeing para a reciclagem de aviões, fornecendo maneiras sustentáveis para a recuperação segura de peças, reciclagem e descarte ecologicamente responsáveis, de aeronaves que não valem mais a pena passarem por uma manutenção contínua. A solução é melhorar muito a recuperação de materiais de aviões aposentados e retornar esse material para aplicações de fabricação de alta qualidade.

A AFRA é reconhecida como a principal associação global do setor dedicada a promover melhores práticas em relação ao meio ambiente, excelência regulatória e desenvolvimento sustentável no desmantelamento de aeronaves, bem como a recuperação e reciclagem de peças e materiais das mesmas.

3.1.2.1 Ecodemonstrator 757

Um projeto com alto destaque da colaboração entre a AFRA e a Boeing foi executado em *Washington DC*, e ainda contou com a participação de uma empresa de demolição de aeronaves credenciada pela própria AFRA para desmontar e reciclar o avião Boeing *ecoDemonstrator 757* usando de práticas ambientalmente responsáveis.

Figura 7 – Aeronave *EcoDemonstrator 757* da Boeing



Fonte: The Boeing Company

Essa iniciativa de reciclagem demandou vários meses de testes de voo realizados pela aeronave da Boeing para experimentar novas tecnologias que tinham potencial de melhora em relação ao desempenho ambiental da aviação, reduzindo o consumo de combustível e as emissões de gases poluentes. Após o 757 ser demolido, menos de 10% do peso total do avião foi rotulado como resíduo ou enviado para um aterro, sem fins recicláveis.

A empresa credenciada pela AFRA, a Aircraft Demolition, LLC, foi selecionada para conduzir a desmontagem do avião e a reciclagem de materiais no Aeroporto Internacional *Grant County*, em *Moses Lake, Washington*. "Este projeto conjunto foi uma ótima maneira de mostrar o "Manual de Melhores Práticas" da AFRA sobre como executar um programa de fim de vida adequado de um avião comercial", disse Tim Zemanovic, diretor executivo da Aircraft Demolition, LLC e da empresa sócia, Jet Yard, LLC.

“A desmontagem do *ecoDemonstrator* foi uma oportunidade poderosa para a AFRA mostrar o processo de manutenção aprovado e credenciado para a remoção de peças reutilizáveis; manuseio, embalagem e preservação de peças de reposição; e a documentação para apoiar a rastreabilidade”, disse Reed Hitchcock, Diretor Executivo da AFRA.

Técnicos de manutenção passaram mais de um mês em *Moses Lake, Washington*, preparando-se para desmontar o Boeing 757 de 30 anos. Todos os processos de reciclagem seguiram o Manual de Melhores Práticas da AFRA e foram concluídos em menos de 30 dias.

A demolição de aeronaves desenvolveu uma parte da “lista de colheitas” para maximizar a receita de qualquer venda de peças usadas. Seguindo as diretrizes de melhores práticas da AFRA, cada peça removida recebeu um cartão de identificação que incluía a referência do Manual de Manutenção (MM) e do Catálogo de Peças Ilustrado (IPC). Essa etapa extra melhora o processo de retirada e permite rastreamento futuro de peças no mercado de reposição.

Mais de 1.100 peças do Boeing 757-200 foram catalogadas para reutilização no mercado de reposição de peças aeronáuticas. Além do mais algumas áreas da fuselagem foram removidas e submetidas a testes no setor de engenharia.

Para a Boeing, a colaboração com a AFRA, a Stifel e a Aircraft Demolition para reciclar o *ecoDemonstrator 757* foi uma oportunidade para aprender sobre a reciclagem de fim de vida da aeronave. “Assistir a reciclagem deste avião forneceu insights sobre o potencial de projetar e construir o avião com a desmontagem e a reciclagem em mente”, disse Jeanne Yu, diretora de desempenho ambiental da Boeing Commercial Airplanes. “Nosso objetivo é continuar a reduzir a quantidade de material de aeronaves retiradas que serão enviadas para aterros no futuro.”

A AFRA continua a compreender que sua missão sendo uma das principais associações globais do setor, dedicada a buscar e propagar as melhores condutas dentro das normas ambientais e o desenvolvimento sustentável na desmontagem de aeronaves, bem como a revitalização e reciclagem de peças e materiais de aeronaves. “Nosso processo de reciclagem garante que a sucata seja mutilada para garantir que ela não retorne ao mercado de reposição da aeronave”, disse Hitchcock.

“A missão da AFRA no núcleo é 'ir verde'. O processo está enraizado em garantir que o setor seja o mais completo possível, capturando todos os fluidos, resíduos e a segregação e reciclagem de todos os metais para proteger o meio ambiente”, disse Zemanovic. “Quando desmantelamos o *ecoDemonstrator 757*, todos os protocolos de segurança ambiental foram seguidos e os itens foram reciclados para o seu melhor uso ou valor”.

Figura 8 - *EcoDemonstrator 757* sendo desmantelado para projeto final de reciclagem



Fonte: The Boeing Company (2015)

3.1.3 AELS

A AELS (*Aircraft End-Of-Life Solutions*) é uma empresa especializada em desmontagem e desmantelamento de aeronaves que dispõe de total suporte para qualquer etapa do procedimento de fim de vida de uma aeronave.

A história da AELS teve início com seu fundador, Derk-Jan Van Heerden, um pouco antes de ser oficializada e de fato instituída em primeiro de abril de 2006 e foi nesse período que Derk-Jan se questionou sobre o que de veras se sucedia com as aeronaves quando elas paravam de operar e não voavam mais. Esse fato fez com que ele buscasse se aprimorar sobre tal questão em 2005 na KLM Engineering and Maintenance, onde coordenou a desmontagem de um Boeing 747.

Os ofícios da empresa são geralmente classificados em três principais campos que atuam de forma individual, mas são adequados aos clientes, podendo disponibilizar a eles o máximo de benefícios quando concordados juntamente em um único planejamento.

- Desmontagem e Desmantelamento da Aeronave;

- Reciclagem dos Materiais;
- Gerenciamentos dos Componentes.

3.1.3.1 Desmontagem e Desmantelamento de Aeronaves

Uma aeronave é vista com dois tempos de “vida” diferentes, o tecnológico e o econômico, sendo que o tecnológico é quase ilimitado enquanto o econômico não. No tempo de vida tecnológico, enquanto mantiver suas peças em boas condições, a aeronave pode continuar operando normalmente. No tempo de vida econômico de um avião, leva-se em consideração o custo da manutenção que se elevará com frequência, a cada ano que a aeronave ficar mais velha, e que também os aviões com tecnologia mais recente, terão mais conforto para o consumidor e menor custo de utilização, como no combustível e no custo de manutenção, e quando esse tempo se findar, ela será retirada de serviço. A AELS é uma empresa que pode desmontar e desmantelar qualquer aeronave em fim de vida em todo o mundo.

3.1.3.2 Reciclagem de Materiais

Todo avião, inevitavelmente produzirá resíduos ao longo de sua produção e de sua vida útil. As maiorias dos fluxos de resíduos podem ter valor se reciclados de maneira correta. Por ser um meio de transporte com alta tecnologia aplicada, quer dizer que muitos de seus materiais são complexos e com muitas misturas, fazendo com que seus fluxos de resíduos represente um desafio para descobrir a melhor tecnologia de reciclagem ou mercado para eles. Todos os materiais tratados através do processo exclusivo de reciclagem são documentados e a AELS fornece um certificado rastreável de destruição.

Os serviços de reciclagem de materiais aeronáuticos realizado pela AELS são fundamentados em três elementos que agregam valor.

- Dinheiro

Maior valor agregado aos materiais recicláveis através de soluções integradas de processos e documentação rastreável, garantindo retorno e rendimento;

- Segurança

Manter procedimentos e políticas de segurança da aviação, garantindo a segurança dos funcionários, evitando peças falsas;

- Sustentabilidade

Garantia de menor impacto ambiental nos processos realizados pela empresa.

3.1.3.3 Gerenciamento de Componentes

A AEELS não é uma corretora de componentes, apenas comercializa os quais tem em estoque de aeronaves que desmontam e desmantelam.

Os componentes oferecidos são removidos de aeronaves que foram consignadas para a empresa ou de aeronaves que foram adquiridas por ela mesma.

A AEELS se caracteriza por ser profissional e adaptável à situação do consumidor e, assim, completou com sucesso projetos tanto para clientes de alto perfil quanto para partes menores que necessitavam de ação rápida.

3.1.4 ASI

A ASI (*Air Salvage International*) foi fundada em 1994 com a finalidade de desmontar e desmantelar aeronaves fora de uso, e com isso foi possível colaborar de forma coesa para o desenvolvimento de melhores técnicas para lidar com esse tipo de circunstância, e que tiveram o estopim de seu aprimoramento e avanço em 2004, no ensejo do desmantelamento de duas aeronaves de propriedade da British Airways, o Concorde.

Figura 9 – Aeronave Concorde sendo desmantelada pela empresa



Fonte: Aerospace Bristol

A ASI traz consigo uma experiência de mais de 700 projetos por todo o mundo nos últimos 20 anos, seus trabalhos de desmantelamento e desmontagem de aviões estão na vanguarda da indústria e cooperaram para o desenvolvimento dos programas das BMPs (Best Management Practice) da AFRA. São realizados projetos em todo o mundo, incluindo Cairo, Dubai, Equador, Estados Unidos, Líbia, Maldivas, Nova Zelândia, Sudão e Togo, com aproximadamente 14% do mercado global de desmontagem, a ASI é uma das líderes desse setor.

A ASI em parceria com a Boeing, e outras empresas, foi uma das associadas à fundação da AFRA em 2006. O intuito dessa associação foi de criar as BMPs com a finalidade de elevar o desempenho favorável da indústria, aumentar o valor de comércio das aeronaves no final de suas vidas, e também de representar várias empresas do mundo como um todo. Por intermédio da experiência coletiva de todos os membros, o Guia BMP da AFRA aprimorou significativamente o gerenciamento das aeronaves no final de suas vidas em teor de desempenho e evolução

sustentável e ambiental. Além do que, a ASI foi uma das primeiras empresas a ser credenciada pela AFRA em todo o mundo.

Todas as operações da ASI são realizadas em conformidade com os rígidos regulamentos governamentais, incluindo a Agência Ambiental.

3.1.4.1 Gerenciamento no Fim De Vida

A ASI oferece diversos serviços para aeronaves integralmente abrangentes e econômicos, que consentem em refrear os riscos para os clientes e prover responsabilidade e cuidado com as peças das aeronaves, que são:

- Controle preciso de inventário e marcação de peças;
- Desmontagem, deslocamento e reestruturação de fuselagem;
- Embalagem, remessa e engradamento econômicos;
- Envio de motores;
- Gerenciamento de correção de componentes;
- Recuperação de componentes, limpeza e inspeção;
- Remoção de combustível e fluidos aeronáuticos;
- Serviços consignatários na filia de negociação de componentes Skyline Aero;
- Vasta lista de contatos dentro da indústria para potencializar as vendas de aeronaves.

O que torna a ASI ainda mais singular é a aptidão em desmontar, mover e reconstruir aeronaves (comerciais e militares). Essa tarefa é executada em aproximadamente 30 aeronaves até o momento para museus, pessoas físicas e seguradoras.

Com o contrato da British Airways em 2004, as duas aeronaves Concorde foram desmontadas, movidas e reconstruídas pelos engenheiros especializados e levada para Edimburgo, Escócia e Surrey, Londres, onde podem ser apreciados em toda a sua glória no *National Museum of Flight* e no *Brooklands Museum* respectivamente.

3.1.5 AMARG

309º Grupo de Manutenção e Regeneração Aeroespacial, ou como também é conhecida, AMARG é uma instalação de manutenção e armazenamento de aeronaves e mísseis, situada na Base Aérea de Davis-Monthan, que fica em Tucson no Arizona, fundada em 1946. Abrigando mais de 4.400 aeronaves de todos os tipos, a AMARG conta com um espaço de mais de 2.600 acres, de jatos comerciais e executivos a bombardeiros B-52, que foram cortados em pedaços como parte do acordo com as empresas que detinham essas máquinas.

Figura 10 – Bombardeiros B-52 esperando para ser cortados



Fonte: Airlines.net

A AMARG é a principal instalação para manutenção, salvamento e armazenamento de Aeronaves militares dos EUA no mundo, servindo de referência para outras empresas de todos os lugares. Teve seu início com o armazenamento de aeronaves utilizadas na 2ª Guerra Mundial, como os bombardeiros B-29 e aviões de transporte C-47.

Popularmente conhecida como “*The Boneyard*”, a AMARG, por ser a maior instalação aeroespacial de armazenamento e manutenção dos Estados Unidos da América, presta serviço para todos os ramos das forças armadas do país, como as Forças Aéreas, a Marinha, a Guarda Costeira, o Exército, bem como outras agências nacionais.

A empresa, apesar de ser muito reconhecida pelo cemitério de Davis-Monthan, se esforça em promover que ela vai muito além disso, A AMARG controla

com manutenções e inspeções, praticamente todas as aeronaves e equipamentos militares presentes no cemitério. A maioria dos aviões que estão armazenados por lá, tem condições de retornar a um status operacional em um período de tempo curto e há um processo contínuo de trabalho anticorrosivo e de conservação que mantém a aeronave em uma condição estável durante sua permanência no Davis-Monthan.

Figura 11 – Aviões militares armazenados pela AMARG



Fonte: War History Online

Uma grande parte do reconhecimento e referencial que o cemitério de Davis-Monthan detêm atualmente, deve-se aos trabalhos que a AMARG realiza, tanto na manutenção das máquinas estacionadas por lá, no desmantelamento, na recuperação de peças sobressalentes, na reciclagem de materiais retirados, e no eventual descarte do que não se pode reaproveitar de nenhuma forma.

A AMARG usa as seguintes categorias oficiais de "Tipo" para organizar o armazenamento das aeronaves em seu pátio:

- Tipo 1000 – aeronaves que serão armazenadas por um longo tempo pela AMARG, que devem ser mantidas até serem chamadas para o serviço ativo novamente. Estas aeronaves são "invioláveis" - têm um grande potencial para retornar a sua frota e nenhuma parte deve ser removida delas. Essas aeronaves são verificadas por inteiro a cada quatro anos.

- Tipo 2000 - aeronaves que dispõem de peças para recuperação, esse espaço funciona como uma “caixa de armazenamento de aeronaves” para peças, para manter outras aeronaves voando.
- Tipo 3.000 - setor das aeronaves conhecidas como "*flying hold*", ou seja, são mantidas em condições de voo a um curto prazo, armazenamento temporário; geralmente aguardando transferência para outra unidade, venda para outro país ou reclassificação para os outros três tipos.
- Tipo 4000 - aeronaves que excedem as necessidades do DoD (Departamento de Defesa dos Estados Unidos) - estas são destrinchadas e todas as suas partes utilizáveis são recuperadas, para serem vendidas, quebradas em sucata, fundidas em lingotes ou recicladas.

Ao longo do tempo, a AMARG esteve a frente do projeto da eliminação dos bombardeiros B-52 Stratofortress sob o Tratado de Armas Estratégicas dos Estados Unidos e também foi responsável pela eliminação de 445 mísseis de cruzeiro de lançamento terrestre (*GLCM*) e seus lançadores sob o tratado INF, que exigiu a eliminação dos mísseis balísticos e de cruzeiro, nucleares ou convencionais, cujo alcance estivesse entre 500 e 5.500 km, mas no dia 20 de outubro de 2018, os Estados Unidos anunciaram a saída do tratado, pois segundo o atual presidente Donald Trump, os russos já vinham não obedecendo os termos do acordo há muito tempo.

3.1.6 APAS

Com sede no complexo do Aeroporto de Alice Springs, na região Norte da Austrália, a APAS (Asia Pacific Aircraft Storage) opera com uma instalação 100 hectares destinados a armazenamento de aeronaves, tanto pra curto, médio ou longo prazo, tem capacidade de expansão quase ilimitada, e atualmente sua maior demanda vem de rápidas mudanças nas frotas das companhias aéreas.

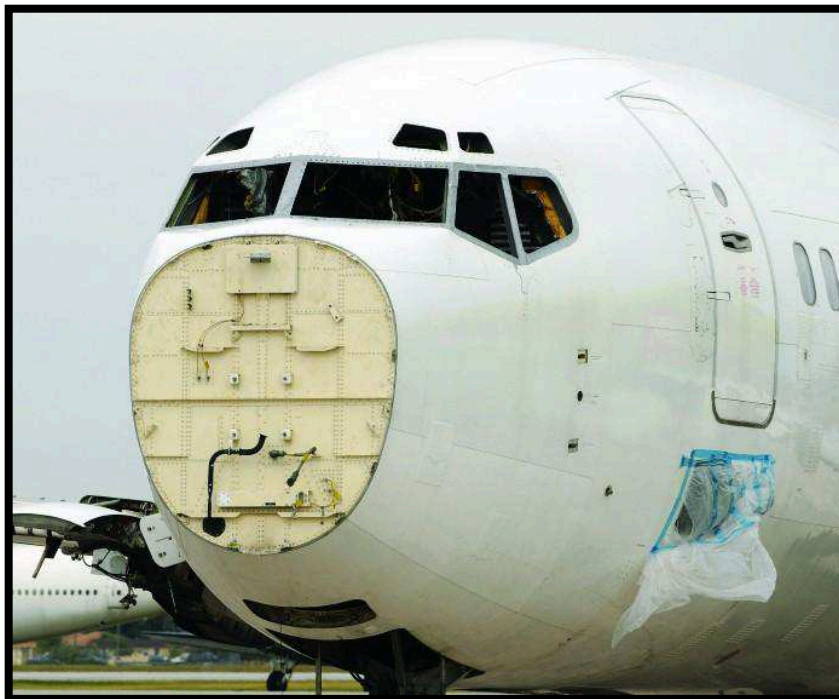
Para o setor da aviação australiano, o início dos serviços da APAS foi um passo enorme, pois ela é a primeira empresa do setor na região Ásia-Pacífico para clientes com base em aeronaves ou operando na região.

Os principais serviços oferecidos pela APAS:

- Desmontagem completa da fuselagem dos aviões;

- Reciclagem de alumínio e outros metais;
- Descarte de materiais não recicláveis, nem reutilizáveis;
- Rigoroso controle na proteção ambiental.

Figura 12 – Avião sendo desmantelado pela APAS



Fonte: APAS

As atividades realizadas pela empresa de desmantelamento e reciclagem fornece a eliminação completa de todos os componentes residuais das aeronaves, visando sempre a gestão de questões de resíduos poluentes e ambientais, buscando sempre a solução mais econômica e sustentável.

3.1.7 JETYARD

Localizada em Marana, no Arizona, no Pinal Airpark, a Jet Yard, LCC é uma empresa focada em reparos de aeronaves antigas.

Com uma área de 56 acres destinadas ao armazenamento das aeronaves, o complexo de Pinal Park, conta com uma rampa de 112.000 pés quadrados de área, para desmantelamento e manutenção de aviões que para lá são levados para cessar suas atividades.

Figura 13 – Avião em processo de desmantelamento pela Jetyard LCC



Fonte: Jetyard LCC

A Jet Yard, LCC é referência em todo mundo em serviços de solução de fim de vida de aeronaves, tanto fornecendo armazenamento das mesmas como manutenção, desmantelamento e locomoção. Como a maioria das empresas localizadas em áreas desérticas, o clima seco contribui para uma corrosão mais branda das aeronaves que lá ficam abrigadas.

Empresas como Boeing, Delta Air Lines, Delta Material Services e várias outras, confiam suas frotas para a manutenção da Jet Yard, assim como também a escolhem quando aposentam seus aviões. A empresa fechou recentemente um contrato de cinco anos com a Delta Serviços de Material para desmantelar suas aeronaves que deixarão de operar, começando com um Boeing 737-700. As partes serão destinadas ao apoio da frota de aeronaves da Delta Air Lines. A Jet Yard também adquiriu 14 aeronaves da Delta Air Lines para poder reciclá-las.

3.1.8 TARMAC

A maior empresa de soluções de fim de vida e armazenamento de aeronaves da Europa, a TARMAC (Tarbes Advanced Recycling & Maintenance Aircraft Company), faz parte da EASA e FAA, tem seu foco principal em atender os serviços de armazenamento de aeronaves, manutenção de aeronaves, reciclagem de aeronaves e reciclagem de motores de uma forma totalmente sustentável e ecológica. Iniciou-se em 2009 com a execução do projeto PAMELA.

Atualmente a Tarmac Aerosave está situada em dois locais: a primeira instalação que está situada no aeroporto de Tarbes-Lourdes (Hautes-Pyrénées), conta com apenas 30 hectares, e agora, com 340 hectares a instalação do Aeroporto Internacional de Teruel (Espanha), que foi criada pela alta demanda de serviço, e o crescimento das atividades do setor. A sede da empresa localizada no Aeroporto Teruel tornou-se o primeiro local de armazenamento de aeronaves exclusivo da Europa.

As principais parceiras e acionistas da Tarmac:

- AIRBUS – é pioneira internacional no setor aeroespacial. A multinacional europeia projeta, fábrica, monta e vende produtos aeronáuticos civis e militares no mundo todo.
- SAFRAM – é um dos grupos internacionais de alta tecnologia mais respeitado do mercado. Um fornecedor de sistemas e equipamentos para a indústria aeroespacial, segurança e defesa.
- SUEZ – é uma especialista global e internacional em gestão sustentável de resíduos e recursos hídricos.

A Tarmac ganhou seu espaço no mercado e é considerada uma das maiores e mais conceituadas empresas de desmantelamento e reciclagem de aeronaves, durante os 10 anos que estão em operação, mais de 100 aeronaves já foram recicladas, assim como de todos os Airbus A340 já reciclados no mundo, 75% foram realizados pela Tarmac, que hoje é referência no mercado.

Figura 14 – Aeronave em processo de desmantelamento pela Tarmac



Fonte: CNN

3.2 CICLO DE VIDA DE AERONAVES

O Ciclo de Vida de uma aeronave representa todos os processos pelos quais ela passa, desde seu projeto, até a sua avaria. O domínio e o conhecimento sobre essas etapas do Ciclo de Vida das Aeronaves são um “privilégio” dos países com um poder industrial na área aeronáutica, sendo que o Brasil detém esse apanágio.

De maneira didática, os estágios do Ciclo de Vida de uma Aeronave, com suas principais singularidades, abrangem:

- **Concepção:** Descrição das diretrizes pelo aumento das indispensabilidades e fixação de requisitos;
- **Viabilidade:** Estudo das probabilidades de aplicação financeira e física;
- **Desenvolvimento:** Preparação e execução do projeto de aeronave, criando dois grupos de documentação, Documentação Destinada aos usuários e Documentação de Projeto;
- **Produção:** Fabricação de modelos em série de acordo com o projeto;
- **Implantação:** Deliberação do operador para manusear o avião;
- **Utilização:** Operar a aeronave, assim como manter a manutenção em

dia, de acordo com a Documentação Destinada ao consumidor;

- **Modernização ou Modificação:** Avanço do projeto para corrigir falhas ou introduzir melhorias, com conseqüente atualização da documentação e da frota;
- **Desativação:** Aposentadoria da aeronave, por não ser mais útil para a empresa na parte econômica e não satisfazer mais o projeto.

Figura 15 – Aeronaves no final de suas vidas úteis



Fonte: Airlines.net

3.3 Homologação Aeronáutica

A cada etapa do Ciclo de Vida de uma aeronave deve haver uma supervisão e uma efetivação de homologação. Conseqüentemente, essa certificação é a evidência da influência do governo sobre o ciclo de vida de um avião, e com propósitos estabelecidos desempenha as seguintes incumbências dentro dos passos dos ciclos correspondentes:

- **Concepção:** Designação de atributos;
- **Desenvolvimento:** Avaliação positiva de relatórios, protótipos, instalações de ensaios, documentação, desenhos e cálculos;
- **Produção:** Avaliação positiva de Análise de Exemplos, Execução de Auditorias; Homologação de Distribuidores e Fornecedores e Manuais de Controle de Qualidade;

- **Operação:** Emissão de Diretrizes de Aeronavegabilidade, Homologação de Empresas Operadoras, Levantamento de Dificuldades em Serviço e Qualificação de Tripulantes;
- **Manutenção:** Emissão de Diretrizes de Aeronavegabilidade, Homologação de Empresas de Manutenção e Levantamento de Dificuldades em Serviço;
- **Modernização ou Modificação:** Autorização de Ordens de Engenharia, Boletins de Serviço, documentação e Revisão do Projeto;
- **Desativação:** Determinação de parâmetros para o afastamento da função.

3.4 VIDA ÚTIL

Para saber quanto tempo de vida tem um avião comercial, devem-se levar vários fatores em consideração como, por exemplo, o de alto valor do produto, que por essa razão gera uma grande expectativa de longa duração do mesmo, para o retorno financeiro mais vantajoso da empresa. Mesmo assim é inevitável que ele se finde.

Ao iniciar o projeto de uma aeronave os responsáveis já têm em mente as características do material de que será fabricado, os esforços que sofrerá, que tipo de operação a aeronave vai executar e podem estimar quanto tempo a aeronave conseguirá voar sem passar por grandes reparos. Mas tendo consciência de que nenhuma máquina é eterna, os engenheiros e responsáveis sabem quando chegará o momento que os concertos ficarão econômicos e tecnicamente inexecutáveis, chegando ao ponto que a sua vida útil se encerre.

O ciclo de pressurização, assim conhecido pelas companhias áreas, utiliza de um conceito para preservar o monitoramento sobre a vida útil das aeronaves. Esse conceito refere-se ao tempo em que se mantém a aeronave sob pressão de voo. Essa pressão causa um estresse nas asas e na fuselagem, e isso, com o tempo, afeta estruturalmente a aeronave, o que acaba por tornar cada voo mais perigoso que o outro.

- As aeronaves têm sua vida útil estipulada pelo seu fabricante;

- Os fabricantes de aeronaves calculam o tempo da vida útil de suas máquinas a partir do projeto, e diversos quesitos influem na designação da durabilidade de um avião comercial, como segurança, exigências legais, estrutura e economia;
- O tempo de vida é determinado pelo ciclo de pressurização, ou seja, um ciclo que compreende decolagem e pouso;
- A pressurização causa estresse à asa e a fuselagem mesmo em “lances curtos”;
- Com o decorrer da utilização de uma aeronave sua estrutura sofre avarias, que acaba por afetar sua segurança e desempenho. O problema mais eminente que abalam as estruturas de uma aeronave é a fadiga do material;
- Os componentes estruturais de um avião, que estão mais submetidos à fadiga: as fuselagens pressurizadas, as longarinas das asas e os apoios dos trens de pouso;
- A fuselagem e as asas de um avião são submetidas a estresse, toda vez que é pressurizada no decurso de voo, e como são uma das maiores partes de uma aeronave, são compostas de placas grandes unidas por rebites e fixadores, e que com a sua utilização continua desenvolve trincas em volta da perfuração ocasionada pelos fixadores em decorrência da fadiga do material;
- Para garantir uma manutenção segura sem maiores adversidades as companhias aéreas devem seguir a risca as prescrições;
- Os aviões são planejados pelos seus fabricantes para não apresentar nenhum tipo de empecilho durante um determinado intervalo de tempo;
- Medidas de manutenção são tomadas para precaver-se de erros desastrosos, mas isso não garante que a aeronave apresente falhas antes do tempo planejado, contudo mesmo com essas ações corretivas os aviões atingem certo estágio de vida útil que necessita de inspeção rigorosa e até mesmo de substituição de peças.

As atualizações das aeronaves comerciais fundamentam-se em relação ao mercado, em questões econômicas e de exigência dos usuários, mesmo um avião estando hábil a operar por várias décadas, pode ser que os passageiros não estejam dispostos a arcar com um valor auto, e ser transportado por uma aeronave ultrapassada, principalmente com alternativas mais desenvolvidas. As fabricantes

inovam a cada criação proporcionando mais recursos e maiores possibilidades lucrativas, na expectativa de induzir as companhias aéreas a modernizar suas frotas, em razão de que as companhias com aviões mais atuais propendem a ter um maior número de consumidores voando em consequência do seu bem-estar.

Embora não tenha como estipular de maneira exata o tempo de vida de uma aeronave a maneira mais adequada é pelo número de decolagens e aterrissagens do mesmo, por esse motivo não se dá um tempo de vida para um avião sem antes saber sua frequência de utilização, porque quanto mais ele é usado, a estrutura suporta mais pressão e vai chegando cada vez mais próxima do seu serviço máximo. Deve-se levar em consideração que uma aeronave com muitas decolagens e aterrissagens, deduz-se, ter um bom retorno financeiro até o fim da sua vida.

Atualmente as aeronaves comerciais com um uso regular diário têm por previsão cerca de 30 anos de vida, um tempo bem mais longo do que se era previsto para aviões antigos, e é capaz de se prolongar em um futuro. Enfim, houve aeronaves de antigamente com uma sobrevida muito extensa, resistindo muito mais do que os projetistas tinham previsto, como por exemplo: Douglas DC-8, Boeing 707, Boeing 727, Boeing 737. Tendo algumas dessas máquinas operando a mais de 40 anos e que continuam em serviço.

Figura 16 – Aeronave Douglas DC-8 em seu primeiro voo em 1958



Fonte: Airline Ratings

3.5 APOSENTADORIA DE AERONAVES

A paralisação de uma aeronave pode ser ocasionada por vários fatores, mas a questão econômica é o maior responsável por isso. Com o passar dos tempos o avanço tecnológico progride, não sendo distinto no setor aeronáutico, trazendo modernidade e aprimorando cada vez mais motores em termos de economia de consumo. Isso faz com que os aviões com idade mais avançada e conseqüentemente com motores menos econômicos se tornem financeiramente inviáveis de se sustentar, assim como também empresas que possuem problemas na justiça ou com seus credores tem as suas aeronaves apreendidas, não permitindo a sua utilização nem tão pouco sua venda, e isso faz com que essas máquinas acabem morrendo no cemitério, pois as burocracias jurídicas costumam ser muito lentas. Ainda deve se levar em conta que algumas peças, às vezes necessárias para tais manutenções, podem não ser mais fabricadas ou ter baixa disponibilidade no mercado, o que faz com que o preço da mesma se eleve pela pequena oferta e grande demanda.

No decorrer dos anos as despesas com a manutenção tendem a aumentar, pelo fato de terem que ser submetidas a uma serie de “*checks*” ao longo de sua utilização, que é como uma inspeção geral.

- **Check A:** É a revisão mais básica, para avaliar o estado da aeronave, geralmente é feita com um mês ou entre 100 a 300 horas de voo, podendo ser realizado em apenas uma noite, e consiste basicamente em testar os equipamentos vitais de voo, inspecionar filtros e trocar fluidos e lubrificantes;
- **Check B:** Essa revisão varia de acordo com o avião e com o programa de manutenção imposto pelo fabricante, mas geralmente ocorrem a cada três meses. É realizada uma avaliação geral da aeronave e costuma demorar de 24 a 72 horas, sendo a segunda revisão mais demorada, pois se analisa e revisa um grupo de peças de acordo com as horas de voo do avião;
- **Check C:** Com um intervalo de 12 a 18 meses, ou em torno de seis mil horas de voo, essa revisão é de alta complexidade, e necessita da aeronave em solo durante um bom tempo, podendo chegar até um mês sem operação, por isso é sempre efetuada em um hangar de um centro de manutenção;

- **Check D:** É a revisão de maior custo e mais complexa, por verificar todo o avião minuciosamente, é executado em um período de quatro a seis anos, ou de acordo com o fabricante, e consiste em total ou parcial desmantelamento para manutenção, chegando às vezes até a ser repintado. Quando um avião atinge esse estágio, as empresas analisam cautelosamente os custos para ver se compensa permanecer com aquela máquina em sua frota.

Quanto mais antiga a aeronave maior pode ser o custo do *Check D*, chegando às vezes a ultrapassar o próprio valor atual da aeronave, como já aconteceu com o antigo jato da Boeing 737-200.

No Brasil, companhias aéreas com Gol e LATAM utilizaram aeronaves por mais de 15 anos e com diversos ciclos de uso por operarem em rotas curtas, mas foram retiradas das frotas por já estarem indo para o seu segundo *check D* e não seria mais financeiramente viável mantê-las operando.

Figura 17 – Aeronave A320 utilizado pela empresa Latam (antiga TAM)



Fonte: Revista Flap

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim que as aeronaves são colocadas fora de circulação, descartadas ou aposentadas, a indagação que fica no ar é: O que são feitos e para onde são levados esses gigantes?

Deveras, existem algumas alternativas que são realmente eficazes em questão econômica, sustentável, social e educacional, e bem mais vantajosa do que simplesmente abandonar um grande investimento, como um avião.

4.1 DEPOSITO DE AERONAVES EM DESUSO

4.1.1 PRINCIPAIS CEMITERIOS

Como toda máquina, o avião tem um tempo de vida útil finito, e mesmo alguns não alcançando esse auge de tempo de uso, por diversos motivos, como idade, excesso de frota, envolvimento em acidentes, falta de modernidade e falta de pagamentos tributários, são deixados fora de circulação e precisam de um armazenamento singular, com baixa umidade, e clima próprio, com o propósito de preservar e conservar as mesmas.

Ocasionalmente, quando isso acontece, as aeronaves são retiradas terminantemente de seu serviço e devem ser direcionadas para um cemitério de aviões.

Quando esses aviões são relocados para esses cemitérios de aviões, não quer dizer que obrigatoriamente os veículos deixaram de voar para sempre. Na realidade, a maioria dessas máquinas recebem um tratamento especial para ficarem prontas para voar, caso haja necessidade.

A maioria desses cemitérios, vão muito além de um local onde os aviões descansam por seus últimos dias, eles oferecem manutenção constante de toda a aeronave e de seus equipamentos, assim como também serviços de desmantelamento e reciclagem. Os maiores cemitérios de aeronaves do mundo estão localizados nos desertos americanos, pelas características meteorológicas favoráveis da região, contando com milhares de aviões estacionados ou sendo desmanchados.

Quando os aviões aterrissam nas áreas com temperaturas mais elevadas, eles passam por um tratamento que dispõe de uma camada extra de uma pintura

especial, que protege a carcaça do constante sol intenso e garante que o interior não fique abafado com o excesso de calor. Além disso, outros cuidados, igualmente importantes, são tomados, como preencher os tanques de combustível com um óleo pesado para assegurar a integridade das partes motoras, além de evitar possíveis acidentes.

No caso de aeronaves de origens militar, os responsáveis se incumbem de vistoriar se não há nenhum tipo de substância de natureza perigosa, como assentos ejetáveis, munição de alto calibre, ou substâncias tóxicas.

4.1.1.1 – Davis-Monthan Air Base (EUA)

A Base de Força Aérea Davis- Monthan, o Boneyard, como é conhecido, é um enorme terreno destinado ao armazenamento de vários tipos de aviões localizado no meio do deserto do Arizona, nos Estados Unidos. Com o tamanho equivalente a 1.430 campos de futebol, é o lar de mais de 4.200 aviões, em um valor estimado de mais de US \$ 35 bilhões, é o maior cemitério de aviões do todo mundo e a terceira maior força aérea do país, sendo a única que gera lucro, por ser uma atração turística.

Figura 18 – Vista aérea de Davis-Monthan



Fonte: Business Insider

Com faixa de umidade entre 10% a 20%, e com chuvas escassas, solo alcalino duro e altitude de 2.550 pés, possibilita que as aeronaves sejam naturalmente preservadas para possível reutilização. A geologia do deserto permite que as aeronaves sejam movimentadas sem ter que pavimentar as áreas de armazenamento.

As aeronaves que ficam do Boneyard são dispostas em quatro categorias:

- Categoria 1000 é destinada aos aviões que estão em um bom estado, e ainda são capazes de voar novamente, caso haja necessidade;
- Categoria 2000 são os aviões utilizados para peças de reposição;
- Categoria 3000 ficam os aviões em boas condições e que possam ser reimplantados, com devidas manutenções, caso precise retornar a frota;
- Categoria 4000 é para os aviões antigos e em mau estado, que se tornarão peças de museu ou serão desmantelados.

Davis-Monthan é o maior banco de aeronaves do mundo, principalmente de aeronaves militares, que teve o início desse armazenamento após a segunda guerra mundial e permanece até os dias atuais.

Figura 19 – Aeronaves militares armazenadas em Davis-Monthan



Fonte: Wildernessshots

Em maio de 1946, mais de 200 C-47 Skytrains e 600 B-29 Superfortresses e foram levados para Davis-Monthan. Algumas unidades foram preservadas, restauradas e posteriormente usadas na Guerra da Coréia, e outras foram desfeitas.

Em fevereiro de 1956, o primeiro Convair B-36 Peacemaker chegou à Base Aérea Davis-Monthan para ser desmantelado, sendo, em seguida, acompanhado por toda a frota de 384 pacificadores, que finalmente seriam desmontados, exceto pelas quatro unidades do B-36 que foram salvos para os museus aéreos.

Em 1965, o Departamento de Defesa encerrou suas atividades no setor de armazenamento do Litchfield Park em Phoenix e consolidou a frota aérea excedente da Marinha em Davis-Monthan.

No início de 1965, as aeronaves do Litchfield Park começaram a ser transferidas de Phoenix para Tucson, movidas principalmente por caminhões, uma alternativa mais econômica do que remover os aviões de suas coberturas de proteção, pilotá-los e protegê-los novamente.

No final de 1969, a aposentadoria chegou para o último bombardeiro da Força Aérea B-47 Stratojet, e quase toda a frota foi desmantelada em Davis-Monthan, com exceção de cerca de 30 unidades que foram mantidas para poderem ser exibidas em museus aéreos.

Ao longo dos anos, centenas de bombardeiros B-52 Stratofortress excedentes foram desmontados nas instalações de Davis-Monthan, seja devido à obsolescência ou como parte dos tratados de desarmamento.

Figura 20 - Há pouca ferrugem e metalização no árido deserto do Arizona, tornando-o o lugar perfeito para o único "cemitério" da Força Aérea.



Fonte: Business Insider

4.1.1.2 – Mojave Air & Space Port (EUA)

O Cemitério de aviões Mojave Air recebe o mesmo nome da cidade aonde fica localizado, a instalação iniciou suas atividades em 1935 como um pequeno aeródromo de uso rural, que servia para a indústria de mineração.

Com o início na Segunda Guerra Mundial os Fuzileiros Navais Americanos tomaram posse do local e o transformou em Mojave da Estação Aérea Auxiliar do Corpo de Fuzileiros Navais. Com o fim da Guerra Mojave se transformou em cemitérios de aviões.

O aeroporto possui uma pista de 12.503 pés de comprimento e 200 pés de largura e está situada a 2.787 pés acima do nível do mar.

Figura 21 - Vista aérea do cemitério



Fonte: Airplane Boneyards

O Mojave é responsável por receber as aeronaves da Airbus, Boeing, McDonnell-Douglas e Lockheed das grandes companhias aéreas, tem o seu destino final no cemitério. O cemitério oferece serviço de reciclagem de aeronaves e também de armazenamento, para caso um dia o avião possa ser usado novamente.

Figura 22 – Aviões de passageiros Boeing 747 da Atlas Air e Southern Air em armazenamento no Aeroporto de Mojave



Fonte: Airplane Boneyards

Com o avanço da tecnologia inúmeras empresas se situam em Mojave, como ASB Avionics, BAE Systems, National Test Pilot School, Orbital ATK, Scaled Composites e Virgin Galactic.

O aeroporto recebeu um certificado de spaceport em 2004, por ser a primeira instalação licenciada de lançamentos de espaçonaves. E assim então passou a se chamar Mojave Air & Space Port.

4.1.1.3 – Southern California (EUA)

Contendo mais de 150 aviões aposentados, localizado nos Estados Unidos mais precisamente no estado da Califórnia, em Victorville o *Southern California Logistics Airport* (SCLA), foi instituído na antiga Base da Força Aérea de George, inicialmente com intuito de ser uma escola avançada de voo do exército americano tendo início em 1941 e com término no final da segunda Guerra Mundial.

Quando a Guerra da Coreia se iniciou, a base da Força Aérea dos Estados Unidos foi reativada, e assim permaneceu durante toda a Guerra Fria, tendo como principal objetivo o treinamento de pilotos do Comando Aéreo Tático, até ser definitivamente fechada em 1993

Com o passar do tempo, muitas companhias aéreas pararam de desejar as aeronaves de grande porte, como jatos jumbos, muitos foram trocados por concorrentes mais acessíveis e econômicos, sendo levados para o Victorville, e com isso o cemitério foi aos poucos tomando forma.

Figura 23 – Aeronaves armazenadas em Southern California



Fonte: IO9

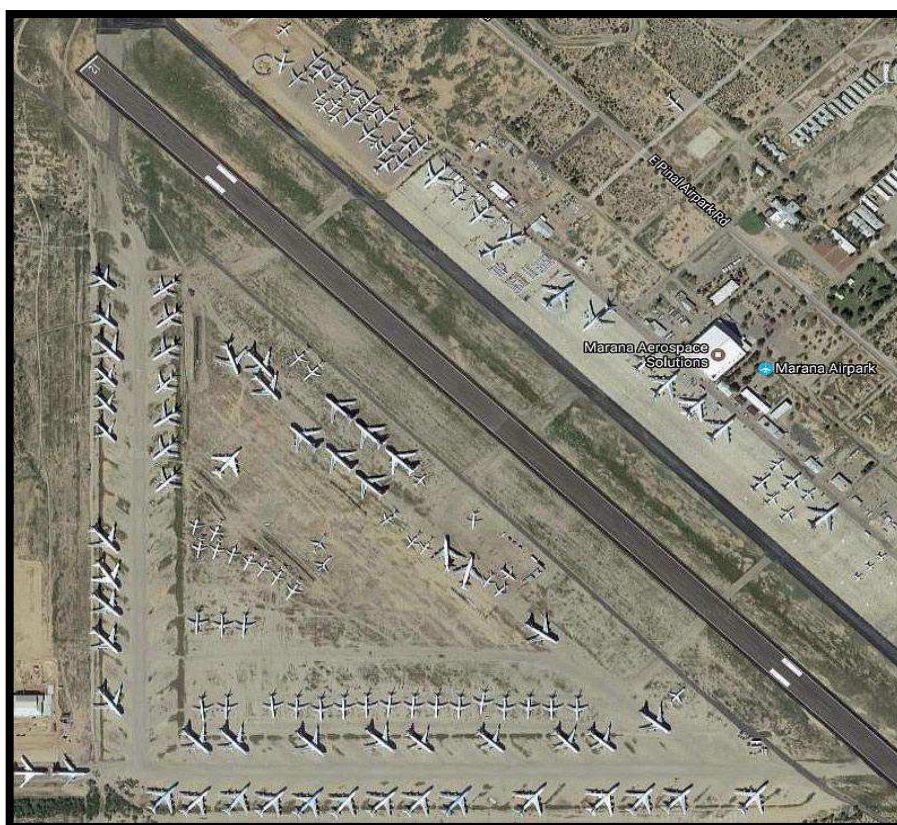
Ganhando cada vez mais notabilidade Victorville, foi escolhida por várias indústrias do setor aeronáutico como sua sede, assim também como muitas empresas acabaram por escolhe lá como local ideal para o descanso de suas aeronaves.

O *Southern California Logistics Airport* tornou-se um grande cemitério sendo reconhecido em todo mundo, oferecendo também serviços e instalações de qualidade e com preços acessíveis para empresas de aviação e logística.

4.1.1.4 – Pinal Airpark (EUA)

O Aeroporto Pinal Airpark, localizado em Marana, Arizona, a noroeste de Tucson, é um aeroporto pertencente ao condado ao norte da linha do condado Pinal/Pima ao longo da Interstate 10. Era originalmente conhecido como Marana Army Air Field.

Figura 24 – Vista aérea do aeroporto



Fonte: Airplane Boneyards

O Airpark abriga vários inquilinos, tanto do setor privado, quanto do governo, mas sua principal função é servir como depósito para aeronaves comerciais civis, e que também armazena, faz serviços de manutenção e recuperação de aeronaves.

O Marana Army Air Field se tornou o maior centro de treinamento de pilotos do mundo durante a Segunda Guerra Mundial, treinando mais de 10.000 pilotos.

O campo foi fechado após a Segunda Guerra Mundial e em 1948 Pinal County tomou posse da propriedade. De 1948 a 1951, o Condado de Pinal arrendou a propriedade a vários inquilinos e, de 1951 a 1956, a Marana foi reutilizado como uma escola de aviação operada pela USAF, operada pela Darr Aeronautical Technical Company.

Durante a Guerra do Vietnã, o aeródromo foi controlado pela Agência Central de Inteligência (CIA) e usado como uma das principais instalações da Agência para operações aéreas secretas globais.

Departamento de Desenvolvimento Econômico do Aeroporto de Pinal County é responsável pelo desenvolvimento e gerenciamento de dois aeroportos no condado. San Manuel Airport é um aeroporto de aviação geral que está localizado na cidade de San Manuel. O Pinal Airpark é um aeroporto de alívio cujo principal inquilino realiza serviços de A & P em aeronaves para uma infinidade de clientes, bem como armazenamento de aeronaves.

Figura 25 – Aviões armazenados em Pinal Airpark



Fonte: Airlines.net

O Pinal Airpark é a sede da Marana Aerospace Solutions, da Evergreen Trade Inc. e do Silverbell Army Heliport (SAHP). O parque aéreo ocupa uma área de 2.080 acres e fica a uma altitude de 1.893 pés acima do nível médio do mar. Tem uma pista designada 12/30 com uma superfície de asfalto que mede 6.849 por 150 pés.

4.1.1.5 – Kingman Airport (EUA)

No início da Segunda Guerra Mundial, a Escola de Artilharia Flexível da Força Aérea do Exército, Kingman, Arizona foi construída para funcionar como base de treinamento de artilharia aérea, localizada no condado de Mohave, ao lado da US Route 66, com aproximadamente 4.145 acres

O governo federal fechou um contrato de Wunderlich de 18 meses por U\$ 2,78 milhões para desmantelar 5.400 aeronaves, que ficaram no cemitério do Aeroporto de Kingman, e transformá-las em lingotes de alumínio

Os aviões eram tipicamente estacionados por tipo. Cerca de 150 aviões por dia logo voaram para Kingman, e o estoque total de aeronaves no final de 1945 chegou a cerca de 4.700.

Um total de 85 aeronaves de reconhecimento, 615 caças, 54 bombardeiros leves, 266 bombardeiros médios e 4.463 bombardeiros pesados foram descartados. Essas 5.483 aeronaves sucateadas por Wunderlich na Kingman geraram US \$ 7,5 milhões em receita bruta.

Estima-se que um total de cerca de 5.500 aviões foram levados para Kingman em 1945 e 1946 para venda e disposição.

O contrato de Wunderlich na Kingman foi bem-sucedido e resultou na recuperação de recursos significativos:

- 46 milhões de libras de alumínio
- Seis milhões de libras de alumínio dos motores
- Cinco milhões de libras de propulsores de alumínio
- 21 milhões de libras de aço
- 1,6 milhões de galões de combustível de aviação
- 256.000 galões de óleo

Em julho de 1948, em menos de três anos desde o fim da Segunda Guerra Mundial, o trabalho estava finalizado. Uma grande parte da frota do poder aéreo americano foi reduzida a lingotes. O depósito de armazenamento de Kingman foi retornado ao condado como um aeroporto municipal.

Hoje, o Kingman Airport & Industrial Park está localizado a cinco milhas ao norte da Interstate 40 em Kingman, Arizona, e ocupa 4.000 acres. O parque industrial se tornou uma comunidade comercial e abriga mais de 70 empresas em diversos campos, incluindo o armazenamento temporário de aviões. Emprega mais de 2.100 pessoas.

As aeronaves são armazenadas pela Kingman Airline Services, uma estação de reparos e instalações de armazenamento, aprovada pela FAA. A empresa opera uma instalação de armazenamento ativo para jatos comerciais, turboélices e aeronaves corporativas.

Figura 26 - Aeronaves armazenadas pela Kingman Airline Services



Fonte: Airplane Boneyards

Aeronaves estacionadas em Kingman estão atrás de cercas e não estão disponíveis para visitação do público em geral.

4.1.1.6 – Roswell Internacional Airport (EUA)

O aeroporto de Roswell localizado no Novo Mexico nos estados unidos foi inicialmente planejado como Aeródromo Internacional do Exército de Roswell, durante a segunda Guerra Mundial, era considerada a maior base do Comando Aéreo Estratégico (SAC) em 1967 tendo 4.600 acres.

Quando a base foi encerrada o Roswell International Air Center (RIAC) foi consolidado inicialmente com duas pistas uma a 13.001 pés, a outra com 9.999 pés.

Com uma área vasta muitas aeronaves são armazenadas em Roswell, atraindo várias empresas que desmontam, reforma e conservam os aviões do Air Center.

No decorrer do tempo Roswell acabou se tornando um grande centro de reciclagem de aeronaves, passando por todos os processos desde a desmontagem até a venda de peças usadas.

Figura 27 – Desmantelamento em Roswell



Fonte: Airplane Boneyards

Na instalação do cemitério é possível armazenar e trabalhar com até 300 jatos ao mesmo tempo.

Figura 28 – Aviões armazenados em Roswell



Fonte: Roswell chaves county

Desde de 1990 a aeronave Hound Dog um lockheed jetstar que pertenceu ao famoso cantor Elvis Presley, permaneceu durante 27 anos no cemitério de Roswell tendo os seus quatro motores retirados e seu interior conservado, foi leiloado por cerca de US\$ 430 mil.

Figura 29 – Aeronave que pertenceu ao cantor Elvis Presley



Fonte: The National

4.1.1.7 – Phoenix Goodyear Airport (EUA)

Localizado no deserto do Arizona nos estados unidos o atualmente conhecido como Phoenix Goodyear Airport foi originalmente elaborado durante a segunda Guerra Mundial com o objetivo de ser uma instalação naval, que ficou conhecida como Naval Air Station Litchfield Park.

Em meados de 1941, a Goodyear Aerospace Corporation disponibilizou terreno para a US Defense Plant Corporation. Eles acabaram por utilizar o espaço para fabricar aeronaves e estabeleceu uma Unidade Naval Aérea dos EUA para testar, colocar pra voar e entregar os aviões.

Assim que se findou a segunda Guerra Mundial o principal objetivo do Phoenix Goodyear Airport, foi de armazenamento e preservação de aeronaves, sem mais funções ou que sobravam da marinha dos estados unidos.

O cemiterio já contava com aproximadamente cinco mil aeronaves, O Conflito Coreano trouxe o aeroporto de volta à vida na década de 50, no final da década o

número de aeronaves reduziu pela metade. O departamento de defesa n Norte Americano decidiu consolidar o armazenamento de aeronaves militares nos cemitérios Davis-Monthan, sendo assim 800 aviões foram deslocados para lá, sendo 1.000 foram recuperadas no aeroporto de Phoenix.

Figura 30 – Armazenamento de aeronaves em Phoenix



Fonte: San Spotter

4.1.1.8 – Alice springs Airport (Austrália)

Inaugurado em 2014 o aeroporto de Alice Springs, localizado na Austrália, é a maior área de armazenamentos de aviões no hemisfério sul.

A intenção do projeto de construção dos cemitérios, foi pra quando os gigantes A380 chegarem ao fim de sua vida útil, eles possam se aposentar em Alice Springs.

A primeira aeronave que escolheu Alice Springs, para o termino da sua vida foi um turboélice da Embraer, a partir disto alguns jatos de passageiros como Qantas 767 e aviões Airbus de único corredor da Tigerair Cingapura, foram transferidos para o cemitério e devidamente armazenado, caso no futuro eles precisem ser usados.

Figura 31 – Aviões armazenados em Alice Springs



Fonte: Airplane Boneyards

Como os outros cemitérios de aviões o de Alice Springs está localizado aonde se encontra o clima ideal para o armazenamento.

A APAS (Asia Pacific Aircraft Storage) possui por volta de 10 hectares no aeroporto, onde se encontra galpões de manutenção e uma aera de reciclagem, para poder dar os devidos fins a cada aeronave que passa por lá.

Figura 32 - Aeronave devidamente armazenada pela APAS



Fonte: madaboutplanes

O grande empecilho encontrado por Alices Springs é que as grandes companhias aéreas optem por deixar os seus aviões aos cuidados deles, em vez dos famosos cemitérios americanos.

4.1.1.9 - Aeropuerto de Teruel (Espanha)

O Aeroporto de Teruel, localizada no leste da Espanha, fica a cerca de 160km ao sul de Saragoça, foi construído como uma instalação de armazenamento e reciclagem de aviões, que também oferece operações de manutenção e reciclagem. Aviões em armazenagem incluíram aeronaves fabricadas pela Boeing, Airbus, Bombardier e outras empresas.

Figura 33 – Aviões em armazenamento



Fonte: Airplane Boneyards

A antiga base aérea Caudé serviu como um aeroporto militar na Guerra Civil. Há cinco anos, foi reconvertida para fornecer serviços aeronáuticos para estacionamento de longa duração, reciclagem e manutenção de aeronaves. Com um investimento de cerca de 50 milhões de euros, seus 340 hectares podem comportar até 400 aeronaves.

Operado pela Tarmac Aerosave, é a maior instalação de armazenamento de aeronaves da Europa, pronta para lidar com 250 grandes veículos aéreos.

A plataforma aeroportuária de Teruel recebe aeronaves da Europa e da Ásia. A principal atividade do recinto (60%) é a manutenção de aeronaves, embora mais e mais aviões cheguem e sejam desmontados. No ano passado, havia 13 grandes aparelhos. Uma tarefa que envolve cerca de 6000 horas de trabalho entre 15 pessoas por aeronave.

As peças recicladas são convertidas em peças de reposição para aeronaves ativas. Motores, trem de pouso, freios, rodas, equipamentos de informática e cockpit e instrumentos eletrônicos são os elementos mais exigidos. Antes de serem reutilizados, os componentes devem passar pelo controle da Agência Europeia para a Segurança da Aviação e receber um certificado.

Existem outros centros de desmantelamento na Europa, que, ao contrário de Teruel, funcionam mais como ferros-velhos onde as aeronaves são destruídas. Em Teruel, 92% do peso do aparelho é usado. O objetivo, na verdade, é reciclar tudo. Dependendo do tamanho da aeronave, a tarefa pode custar até 100.000 euros para cada um.

4.1.1.10 Costwold Airport (Inglaterra)

Localizado na Inglaterra o aeroporto de Costwold, deu início com Royal Air Force (RAF). O exército inglês usufruía do local para armazenamento de aeronave, durante a Guerra Fria a Inglaterra cedeu a sua instalação para o exército americano e com o fim da guerra voltou a ser uma base militar que era usada para pousos e decolagem por conta da ótima qualidade das pistas e encerrou suas atividades em 1993, a partir disto se tornou um aeroporto comercial, que conta com várias empresas situada no local.

Figura 34 – Aeronaves armazenadas em Costwold



Fonte: Mail Online

Considerado a principal área de reciclagem de aeronaves na Europa, o aeroporto recicla cerca de 60 aeronaves por ano.

A ASI (Air Salvage International), considerada uma das maiores empresas de reciclagem, está instalada em Costwold, a empresa comprou os hangares da Aeronautic e Delta Jets, para ter um melhor rendimento.

A empresa desmontelou por volta de 730 aviões comerciais nas últimas décadas, rendendo mais de 2.000 peças que podem ser usadas em outras aeronaves.

Figura 35 – Avião sendo desmantelado pela ASI



Fonte: Mail Online

4.1.1.11 Aeroporto Internacional de Tarbes-Lourdes Pyrénées (França)

O aeroporto de Tarbes é situado na França, o aeroporto é bem conhecido por conta de algumas empresas que ficam estaladas no local como, DAHER-SOCATA , SOCATA TBM e a empresa Tarmac Aerosave que tem como função fazer reciclagem de aeronaves.

A empresa de reciclagem junto com o aeroporto e a empresa de fabricação de aeronaves Airbus recicla por volta de 85% do avião.

Grandes aeronaves depois de exercer suas funções vão terminar a sua vida em tarbes, como por exemplo um Boeing 737-300 e um Airbus A320

Contando como uma estrutura muito grande, o aeroporto foi preparado para receber o primeiro A380 que chegou ao fim de sua vida, eles serem desmantelados,

não serão totalmente desprezados, os trens de pouso eletrônicos vão ser a primeira coisa a ser retirada e ser vendidas, depois disso os componentes valiosos. Os motores vão ser devolvidos a empresa aonde foi fabricado. A empresa VAS Aero Services é a que tem a função de vender as peças.

Figura 36 - Singapore Airlines Airbus A380 9V-SKA, a ser desfeito



Fonte: Airplane Boneyards

4.1.1.12 – Bangkok Airplane Graveyard (Tailândia)

Em Ramkhamhaeng localizado em Bangkok, um terreno baldio foi tomado por aviões e famílias com baixa renda, que tomam conta dos aviões e cobram para os turistas visitarem os destroços.

As aeronaves que estão nesse terreno, foram colocadas lá por um investidor, que tinha a ideia de transformar esses aviões em um bar, mas os planos não ocorreram como o previsto e o investimento não deram certo, e os destroços foram deixados no local.

Figura 37 - Aeronave deixada pelo investidor



Fonte: Kathmandu & Beyond

Algumas aeronaves que se encontra no local é um Boeing 747 e dois jatos MD-82, os jatos eram utilizados pela Orient Thai Airlines.

Figura 38 - Boeing 747



Fonte: Ixopixel

Até o momento esses aviões não tem um plano de ser transferidos para um local apropriado para que eles tenham o devido fim de vida.

4.1.1.13 – Aeroporto Internacional de Fortaleza (Brasil)

O aeroporto internacional de Fortaleza é um dos mais movimentados do país, mas o que existe um local de aeronaves abandonadas que conta com sete aviões, entre eles há aviões que pertenceram a companhia aérea TAF, segundo a administração do aeroporto os motivos dessas aeronaves estarem abandonadas no local é por conta de dívidas.

Figura 39 – Aviões da TAF



Fonte: Lugares Esquecidos

As empresas falidas ficam com dívidas e suas aeronaves presas sem poderem ser vendidas e acabam ficando abandonadas e se deteriorando. O problema de as aeronaves ficarem paradas é que não se paga taxas e tomam conta de um espaço que poderia ter outras utilidades.

Segundo a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) só algumas peças podem ser reutilizadas e precisam de oficinas credenciadas para que isso possa acontecer, mas na maioria das vezes essas sucatas são vendidas em ferros-velhos.

4.1.1.14 – Rassokha Equipment Cemetery (Ucrânia)

Com a catástrofe em Chernobyl, não só a população foi afetada com a radiação, como os transportes que foram usados para o resgate e a limpeza. Desde o acidente, os veículos foram deixados em Rassokha para ter os seus devidos fins.

Em um grande local não só os helicópteros como os veículos militares ficam armazenados, algumas das peças dessas aeronaves foram reutilizadas, mas como o nível de contaminação impede o reaproveitamento total dessas sucatas. Os veículos com alto nível de contaminação quem não foram transferidos para o cemitério foram enterrados.

Figura 40 – Helicóptero usado para o resgate



Fonte: Webkits

A população tentou furtar algumas partes dos helicópteros Mi-8, por conter um valor alto, mas a polícia teve que interferir, não só por causa do furto, mas pelo alto nível de radiação que afetam aquele material.

4.1.1.15 – Aeroporto Internacional Murtala Muhammed em Lagos (Nigéria)

O Aeroporto Internacional Murtala Muhammed, na Nigéria, tornou-se conhecido em Lagos como "o cemitério" após começaram a trabalhar para

desmantelar um campo cheio de aviões deixados para apodrecer por companhias insolventes.

Pelo menos 65 aviões abandonados, variando de pequenos aviões de passageiros a um enorme Boeing 747, ocupam aeroportos em todo o país e servem como um lembrete assombroso da história da aviação na Nigéria. Agora, no entanto, os trabalhadores começaram a desmantelar os aviões como parte de um plano do governo para refazer a indústria de aviação da Nigéria.

Figura 41 – Aviões abandonados em Murtala Muhammed



Fonte: Urban ghosts

"Ao longo dos anos, uma aeronave após a outra foram abandonadas e, eventualmente, tornaram-se tantas que ocuparam espaço e fizeram parecer que era um cemitério para sucata de aviões", disse George Uriesi, diretor administrativo da Autoridade Federal de Aeroportos da Nigéria.

4.1.1.16 – Khodynka Aerodrome Аэродром Ходынка (Rússia)

O cemitério de aeronaves no antigo Aeródromo de Khodynka: Aviões históricos foram deixados para apodrecer no que costumava ser o aeródromo mais antigo de Moscou

O aeródromo de Khodynka (oficialmente o aeródromo central de Frunze, referido frequentemente como o aeródromo de Tsentralny) era um aeroporto em Moscovo, Rússia.

A fundação do aeródromo ocorreu em 17 de junho de 1910, quando a Sociedade Aeronáutica de Moscou anunciou que o pessoal do Distrito Militar de Moscou havia aprovado a alocação de terras no território do campo de Khodynka como um aeródromo. As doações de entusiastas da aviação cobriram grande parte do custo da construção da instalação. Resultou uma pista e seis pequenos hangares para aviões. A abertura oficial ocorreu em três de outubro de 1910, na presença de autoridades militares e de muitos aviadores russos.

Figura 42 – Aeronave militar no aeroporto de Khodynka



Fonte: Urban ghosts

A Khodynka Aerodrome fechou oficialmente em 2003, mas pelo menos 30 a 40 aeronaves abandonadas permanecem no local. Os russos estão atualmente

tentando reconstruir a área e construir casas, o que significa que os aviões estão sendo transportados lentamente, um por um.

Alguns descrevem o local como um museu abandonado, onde os gigantes da Rússia soviética ficam ao lado da moderna arena esportiva e dos arranha-céus que hoje ocupam grande parte do local.

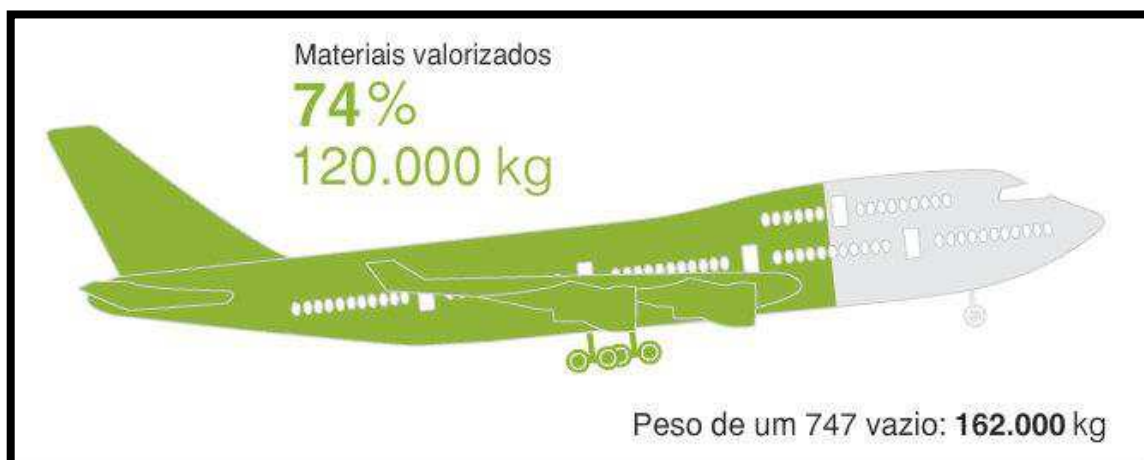
4.2 RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO

Com o alto número de aviões dando início a suas vidas no céu, chega à vez de aeronaves ultrapassadas se aposentarem, por este motivo a reciclagem de materiais aeronáuticos vem sendo foco nos últimos anos. A indústria aeronáutica avalia que nos próximos 20 anos por volta de 44% da frota global alcançaram o seu fim. Para esta situação a reciclagem de aeronaves vem sendo a única escolha, um plano de negócio considerado muito cativante. A matéria prima em abundância com simples logística é o que os profissionais prezam.

Pode parecer um problema o desmantelamento de aviões, mas é considerada simples, com uma tesoura hidráulica e uma equipe relativamente pequena, por volta de cinco semanas o avião já vai estar totalmente desmantelado.

A essência do negócio de reciclagem não é vender sucata, pois um avião é um meio de transporte projetado pra serem leves, as aéreas da aeronave que podem ser rentáveis são as peças, que podem ter um destino novo em outros aviões.

Figura 43 – Quantidade de um avião que pode ser valorizado.



Fonte: Setor Reciclagem

As Aeronaves são compostas de 60% alumínio, 15% aço e 10% de materiais preciosos como o titânio.

O consumo de matéria prima não renovável vem causando efeitos globais, uma delas é o titânio que é derivado do petróleo na condição combustível, este produto está ligado a emissões de dióxido de carbono que colaboram com a instabilidade do efeito-estufa e aquecimento global.

A norte americana Boeing está desenvolvendo um projeto para a reciclagem de fibra de carbono, mas o processo é extremamente lento pelo fato de que reutilizar o material é mais difícil do que produzir, a parte acessiva é que o gasto de energia é menor.

A reciclagem de fibra de carbono tem um gasto de energia por volta de 8,8 kWh / kg, já a produção de um material novo gasta em torno 165 kWh / kg. A fibra de carbono reutilizada tem um valor mais baixo, aproximadamente US\$17,60 / kg e a nova tem um custo de \$44 / kg. Este processo de reaproveitamento é feito na unidade da Boeing no reino unido, e pode ser exportada para qualquer lugar, mesmo não sendo rentável a exportação a empresa faz isso para se firmar na aera de reutilização de fibras.

4.2.1 AERONAVES COM FIM DE VIDA CRIATIVO

A maioria das aeronaves tem o mesmo destino quando chegam ao seu fim de vida, como depósitos que cuidam da aérea de reutilização e reciclagem ou são deslocadas para cemitérios.

Em lugares espalhados pelo mundo, aeronaves estão recebendo um novo tipo de alternativa após encerrar as suas atividades.

4.2.1.1 CANADA – BOEING 737-200

Na ilha de Vancouver, Canadá, um Boeing 737-200 foi submergido a 25 metros de profundidade, a aeronave foi doada pela Air Canada, em 2006, para a escola de mergulho Artificial Reef Society of British Columbia, que usa o local pra fins de estudos da vida marinha.

Figura 44 - Avião sendo submergido



Fonte: Ecycle

4.2.1.2 COSTA RICA – BOEING 727

No interior do Parque Nacional Quepos, na Costa Rica, fica situado uma aeronave que foi modificada em hotel, o Boeing 727 que foi fabricado em 1965 foi transformado em suíte.

Figura 45 – Boeing 727 que foi transformado em hotel

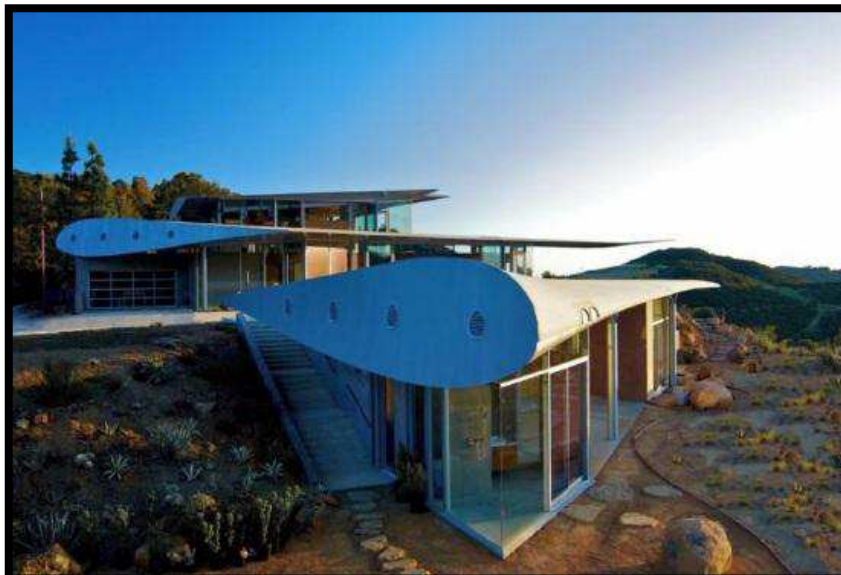


Fonte: Ecycle

4.2.1.3 ESTADOS UNIDOS - Boeing 747-100

Na Califórnia se encontra a Casa da Ala 747, uma residência feita das asas de um Boeing 747-100, considerado um dos fins de aeronaves mais famosos. O projeto foi finalizado em 2011 com a chegada das asas.

Figura 46 – Casa da Ala 747



Fonte: Mro-network

4.2.1.4 HOLANDA

Uma antiga aeronave usada pela Alemanha Oriental foi transformada em hotel de luxo na Holanda, onde cada suíte é uma cabine de avião. O Hotel Suites NL oferece este serviço na faixa de US\$ 500.

Figura 47 – Avião transformado em hotel



Fonte: Ecycle

4.2.1.5 RIO LAGOS - Boeing 307 Stratoliner

O primeiro avião comercial a ter cabine pressurizada, o Boeing 307 Stratoliner, foi transformado em barco, a embarcação tem navegação limitada ao Rio Lagos e pode ser alugada para turistas.

Figura 48 – Barco feito de um avião



Fonte: Obvious

4.2.1.6 SUIÇA - Ilyushin IL-14

Em Zurique, Suíça, pode se encontrar um Ilyushin IL-14, antigo avião militar que foi transformado em restaurante. A experiência que se tem quando está no restaurante é como se fosse um voo, os funcionários se vestem a caráter e as mesas ficam posicionadas perto das janelas da aeronave.

Figura 49 – Aeronave transformada em restaurante

Fonte: Ecycle

4.3 IMPACTOS AMBIENTAIS E ECONOMICOS

Dar os devidos fins a materiais reciclados é uma maneira de garantir que os aterros do planeta não se sobrecarreguem, e que as fontes naturais do planeta não sejam afetadas, pelo uso exagerado de materiais não recicláveis. Se não houvesse um projeto de reciclagem, o meio ambiente não suportaria com o alto nível de poluição e exaustão dos recursos naturais.

A reciclagem tem pontos positivos na economia e meio ambiente. Uma das ações da reciclagem é para não acumular resíduos na atmosfera que pode danificar o ciclo ecológico do mundo.

Não tem que usufruir de novas matérias primas gera uma grande economia, para os envolvidos e para o principal que é o planeta.

Não tomar as medidas necessárias no fim de vida de uma aeronave é contra prudente com o meio ambiente. As substâncias químicas que são liberadas por um material mal armazenado podem penetrar no solo e contaminar os lençóis freáticos e também a propagação de pragas pode se dar em estocagem incorreta.

Os aviões têm em sua formação uma ampla quantidade de aço, alumínio, plástico e titânio, que podem ser matérias que tem impacto negativo no meio ambiente e na saúde humana.

4.3.1 AÇO

Como a maior parte dos materiais reciclados a do aço consome menos energia do que a produção de um novo, além de que o processo de reciclagem evita a emissão de CO₂ e retoma resquício que seria deixado no meio ambiente. O aço por ser um material totalmente reciclável, não se perder durante o processo de reutilização e não sofre nenhum tipo de alteração.

O aço por ser um elemento 100%, ele pode retornar inúmeras vezes, e não pode ser modelado de diversas formas como, automóvel, latas e maçanetas. Mas quando o material tem algum tipo de solventes, o objeto tem que ser retornado ao fabricante para que seja feita a limpeza dos vestígios antes de ser reciclados.

4.3.2 ALUMÍNIO

Considerado um material totalmente reciclado, o alumínio não tem perdas no processo de reciclagem. O processo de reciclagem é mais rentável do que a fabricação de um novo, pois a transformação de alumina para alumínio tem um alto gasto de energia, pelo motivo de ser um material estável que não degrada quando é fundido.

Os benefícios de reciclar o alumínio:

- Em torno de cinco toneladas de bauxita é conservado com cada tonelada de alumínio reciclado;
- Podem ser reciclados inúmeras vezes que não perde a suas propriedades;
- Por volta de nove toneladas de CO₂ pode ser poupada na reciclagem de uma tonelada de alumínio;
- O consumo de energia na reciclagem de um quilo é de somente 5%.

5 CONCLUSÃO

Levando em consideração os aspectos estudados neste trabalho, concluiu-se que reciclagem de aeronaves ainda é um assunto pouco explorado, mas com uma ascensão favorável. Uma das principais falhas é a forma como os aviões em desuso são dispostos, pois não apenas no Brasil, mas em vários lugares do mundo existem aeronaves esquecidas em aeroportos e em outras áreas, deixadas para deteriorar sem nenhuma preocupação ambiental ou sanitária, o que leva a perceber que não existem muitas regulamentações específicas que estabeleçam critérios de uma destinação digna para essas máquinas fora de circulação. À medida que a consciência ambiental na sociedade cresce, a destinação correta das aeronaves em final de vida tende a avançar, do mesmo modo que a participação governamental estabelecendo leis específicas e apresentando incentivos tributários para facilitar a logística reversa no mercado aeronáutico. Apesar da dificuldade existem várias iniciativas que procuram estruturar processos, tecnologias e metodologias de um destino ideal para aviões com um ciclo de vida findado com um custo benefício condizente com o mercado atual. O descarte de aeronaves aposentadas é um procedimento que ainda não está muito bem desenhado e acaba por expor que ainda nos dias atuais é necessário vencer alguns obstáculos como reciclagem de itens específicos dos interiores e de materiais compostos por exemplo para que de fato possamos prover um destino adequado para todos os aviões que tiveram suas operações finalizadas.

REFERÊNCIAS

AELS. **About us**. Aels. Disponível em: <<https://www.aels.nl/about-us>>. Acesso em 07 Mai. 2018 às 20h 21min

AEROSPACE-TECHNOLOGY. **Sustainability in the Aerospace Industry**. *aerospace-technology*, 7 Jan. 2016. Disponível em: <<https://www.aerospace-technology.com/contractors/design/cincom-systems-australia/pressreleases/presssustainability-in-the-aerospace-industry/>>. Acesso em 22 abr. 2018 às 16h 30min

AIRBUS. **Responsibility-sustainability**. AIRBUS. Disponível em: <<http://www.airbus.com/company/responsibility-sustainability.html>>. Acesso em 06 Mai. 2018 às 17h 34min

AIRBUS. **The Airbus-led PAMELA recycling Project receives na A300 for experimentation**. AIRBUS, 02 Mar. 2006. Disponível em: <<http://www.airbus.com/newsroom/news/en/2006/03/the-airbus-led-pamela-recycling-project-receives-an-a300-for-experimentation.html>>. Acesso em 06 Mai. 2018 às 3h 23min

AIRPLANE BONEYARDS. **Airplane Boneyards and Storage Facilities. Airplane Boneyards**. Disponível em: <<https://www.airplaneboneyards.com/index.htm>>. Acesso em 07 Mar. 2018 às 15h 35min

AIRPLANE BONEYARDS. **Davis-Monthan Air Force Boneyard in Tucson: Boneyard Layout, Operations, Tours, and Maps. Airplane Boneyards**. Disponível em: <<https://www.airplaneboneyards.com/davis-monthan-afb-amarg-airplane-boneyard.htm>>. Acesso em 17 Out. 2018 às 09h 57min

AIRPLANE BONEYARDS. **Mojave Air and Space Port (MHV) na Califórnia**. Airplane Boneyards. Disponível em: <<https://www.airplaneboneyards.com/mojave-desert-california-airplane-boneyard.htm>>. Acesso em 27 Ago. 2018 às 02h 25min

AIRPLANE BONEYARDS. **Southern California Logistics Airport near Victorville, CA**. Airplane Boneyards. Disponível em: <<https://www.airplaneboneyards.com/southern-california-logistics-airport-victorville-boneyard.htm>>. Acesso em 27 Ago. 2018 às 01h 54min

ALPAMBIENTAL. **Reciclagem de aviões – negocio inovador e lucrativo.**

Alpambiental. Disponível em: <<http://alpambiental.com.br/reciclagem-de-avioes-negocio-inovador-e-lucrativo/>>. Acesso em 03 Mar. 2018 às 17h 31min

AMARC. **What is AMARG?** AMARC. Disponível em:

<http://www.amarcexperience.com/ui/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=213>. Acesso em 17 Out. 2018 às 10h 05min

APARCHIVE. **NIGERIA PLANES.** Aparchive, 02 Set. 2013. Disponível em:

<<http://www.aparchive.com/metadata/youtube/984298de51705e3d9a34289c0ac5e5a1>>. Acesso em 21 Mai. 2018 às 11h 50min

APAS. **About.** Apas. Disponível em: <<https://www.apas.com.au/about/>>. Acesso em 17 Out. 2018 às 08h 57min

APAS. **Aircraft Storage.** Apas. Disponível em:

<<https://www.apas.com.au/services/aircraft-storage/>>. Acesso em 17 Out. 2018 às 09h 18min

APAS. **End of life.** Apas. Disponível em: <<https://www.apas.com.au/services/end-of-life/>>. Acesso em 17 Out. 2018 às 09h 11min

ASI. **Air Salvage International. Air salvage,** Disponível em:

<<http://airsalvage.co.uk/>>. Acesso em 20 Mai. 2018 às 13h 24min

AZOCLEANTECH. **Sustainability in the Aerospace Industry.** Azocleantech, 29 jul. 2015. Disponível em: <<https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=565>>. Acesso em: 22 abr. 2018 as 16h 30min

BOEING. **Aircraft & Composite Recycling.** Boeing, Dez. 2007. Disponível em:

<<http://www.boeingsuppliers.com/environmental/TechNotes/TNdec07.pdf>>. Acesso em 07 Mai. 2018 às 9h 31min

BOEING. **Our Approach.** Boeing, Disponível em:

<<http://www.boeing.com/principles/environment/report.page>>. Acesso em 07 Mai. 2018 às 11h 57min

BOFF, F. **Sustentabilidade: tentativa de definição.** Mobilizadores, 18 jan. 2012.

Disponível em: <<http://www.mobilizadores.org.br/wp->

content/uploads/2014/05/sustentabilidade-tentativa-de-definio.pdf>. Acesso em 14 abr. 2018 17h 00min

BRUNDTLAND, H. KANE, H. **Relatório Brundtland Oxford University Press 1987.**

CIMM. **Indústria e Meio ambiente.** CIMM, Disponível em:

<https://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/3664-industria-e-meio-ambiente#.Wt6Q-W4vzIV>. Acesso em: 14 abr. 2018 às 15h 17min

DANIN, I. **Com quantos anos os aviões comerciais se aposentam?** Aeroflap, 03 Mar.2016. Disponível em: <<http://www.aeroflap.com.br/com-quantos-anos-os-avioes-comercias-se-aposentam/>>. Acesso em 17 Mar. 2018. as 14h 49min

ECYCLE. **Aeronaves aposentadas são reutilizadas com criatividade.** Ecycle.

Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/38-no-mundo/1297-aeronaves-aposentadas-sao-reutilizadas-com-criatividade.html>>.

Acesso em 03 Mar. 2018 às 18h 38min

ECYCLE. **Ferro: importância e impactos de sua extração.** Ecycle. Disponível em:

<<https://www.ecycle.com.br/4013-ferro>>. Acesso em 22 Out. 2018 às 08h 27min

ECYCLE. **Impactos ambientais do alumínio e suas propriedades.** Ecycle.

Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/3743-aluminio>>. Acesso em 22 Out. 2018 às 00h 16min

EURONEWS. **Aviação: da sucata até ao eco-design.** Euronews, 16 Set. 2013.

Disponível em: <<https://pt.euronews.com/2013/09/16/aviacao-da-sucata-ate-ao-eco-design>>. Acesso em 21 Out. 2018 às 20h 34min

FOURNADET, P. **Sur l'aéroport de Tarbes Lourdes Pyrénées, l'entreprise spécialisée dans le stockage et le démantèlement des avions vole de succès en succès et fête ses 10 ans.** Presselib, 30 Nov. 2017. Disponível em:

<<https://presselib.com/createur/laeroport-de-tarbes-lourdes-pyrenees-lentreprise-specialisee-stockage-demantelement-avions-vole-de-succes-succes-fete-10-ans/>>.

Acesso em 22 Ago. 2018 às 23h 17min

GORAN, D. ***The aircraft graveyard at the former Khodynka Aerodrome: Historic planes have been left to rot on what used to be Moscow's oldest airfield.*** The

vintage news, 22 Ago.2016. Disponível em:

<<https://www.thevintagenews.com/2016/08/22/priority-aircraft-graveyard-moscow-historic-planes-left-rot-used-khodynka-aerodrome-moscows-oldest-airfield/7>>.

Acesso em 21 Mai. 2018 às 11h 49min

JETYARD. ***About*** Jet Yard. Jet yard. Disponível em: <<http://jetyard.com/about/about-our-company>>. Acesso em 08 Out. 2018 às 10h 11min

JONES, M. ***Airbus's recycling master plan – Pamela.*** Flight Global, 24 Mai. 2008.

Disponível em: <<https://www.flightglobal.com/news/articles/airbus39s-recycling-master-plan-pamela-224015/>>. Acesso em 06 Mai. 2018 às 2h 30min

KELLY, M. ***Que problemas ambientais a falta de reciclagem traz?*** Ehow, 17 Abr.

2017. Disponível em:<https://www.ehow.com.br/problemas-ambientais-falta-reciclagem-traz-info_43558/>. Acesso em 22 Out. 2018 às 08h 41min

KENNEY, R. ***5 Fatos surpreendentes Sobre a Reciclagem de Aeronaves.*** MRO-Network, 02 Jun. 2015. Disponível em: <<https://www.mro-network.com/maintenance-repair-overhaul/5-surprising-facts-about-aircraft-recycling/gallery?slide=5>>. Acesso em 21 Set. 2018 às 09h 10min

LE POINT. ***Des airbus recyclés à 70%.*** Le Point, 23 Abr. 2009. Disponível em:

<<http://www.lepoint.fr/actualites-region/2009-04-23/des-airbus-recycles-a-70/1556/0/337506>>. Acesso em 06 Mai. 2018 às 17h 19min

LIASCH, J. ***Quanto tempo dura um avião comercial?*** Cultura Aeronáutica, 10

Out.2011. Disponível em:

<<http://culturaaeronautica.blogspot.com.br/2011/10/quanto-tempo-dura-um-aviao-comercial.html>>. Acesso em 20 Mai. 2018 às 14h 08min

LOURDES-INFOS. ***LE PROJET PAMELA DE DECONSTRUCTION DES AVIONS EN FIN DE VIE.*** Louders-infos, Disponível em: < [http://www.lourdes-](http://www.lourdes-infos.com/PAMELA.pdf)

infos.com/PAMELA.pdf>. Acesso em 06 Mai. 2018 às 17h 43min

MACHADO, R. ***Saiba quantas aeronaves estão em atividade no mundo.***

Panrotas, 30 mar. 2017. Disponível em:<<https://www.panrotas.com.br/noticia->

turismo/aviacao/2017/03/saiba-quantas-aeronaves-estao-em-atividade-no-mundo_145427.html>. Acesso em 17 mar. 2018 às 14h 10min

MAKSEL, R. ***What determines an airplane's lifespan?*** AIR & SPACE, 01 Mar. 2008. Disponível em: <<https://www.airspacemag.com/need-to-know/what-determines-an-airplanes-lifespan-29533465/>>. Acesso em 14 Abr. 2018 às 14h 19min

MALLONNE, L. ***FROM FACTORY TO BONEYARD: THE LIFE CYCLE OF PLANES, AS TOLD IN STUNNING AERIAL PHOTOS.*** BrandKnews, 05 Nov. 2017. Disponível em: <<https://www.brandknewmag.com/from-factory-to-boneyard-the-life-cycle-of-planes-as-told-in-stunning-aerial-photos/>>. Acesso em 18 Out. 2018 às 00h 03min

MEIER, R. **DAVIS-MONTHAN, O MAIOR CEMITERIO DE AVIOES DO MUNDO.** AIRWAY, 27 Jun. 2016. Disponível em: <<https://airway.uol.com.br/davis-monthan-o-maior-cemiterio-de-avioes-do-mundo/>>. Acesso em 03 Mar. 2018 às 18h 43min

MUNHOZ, V. **Cemitério de metal: o que acontece quando um avião é aposentado?** Tecmundo, 17 Jun. 2016. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/aviao/106285-cemiterio-metal-acontece-aviao-aposentado.htm>>. Acesso em 03 Mar. 2018 às 18h 17min

MYFLYER. ***Aircraft Fleet Recycling Association Supports Recycling of Boeing ecoDemonstrator 757 Using Environmental Best Practices.*** Midwestflyer, 03 Dez. 2015. Disponível em: <<http://midwestflyer.com/?p=9229>>. Acesso em 07 Mai. 2018 às 12h 18min

NAG. ***Aircraft End-of-Life Solutions (AELS).*** Nag Aero. Disponível em: <<https://nag.aero/members/aircraft-end-of-life-solutions-aels/>>. Acesso em 07 Mai. 2018 às 20h 23min

NOAKS, D. ***The Aeroplane Graveyard, Bangkok – Where Planes Go When They Die....*** Backpacker, 03 Ago. 2017. Disponível em: <<https://southeastasiabackpacker.com/aeroplane-graveyard-bangkok-thailand/>>. Acesso em 27 Ago. 2018 às 01h 56min

OBVIOUS. **AVIÕES RECICLADOS.** Obvious. Disponível em: <http://obviousmag.org/archives/2007/08/avioes_reciclad.html>. Acesso em 17 Mar. 2018 às 16h 33min

O'SULLIVAN, M. ***Outback plane graveyard at Alice Springs welcomes first arrivals***. The Sydney Morning Herald, 26 Set. 2014. Disponível em: <<https://www.smh.com.au/business/companies/outback-plane-graveyard-at-alice-springs-welcomes-first-arrivals-20140925-10m2p1.html>>. Acesso em 28 Ago. 2018 às 06h 51min

PAULA, T. **10 Cemitérios de veículos fascinantes de todo o mundo**. Fascinante, 26 Ago. 2014. Disponível em: <<http://fascinante.com.br/10-cemiterios-de-veiculos-fascinantes-de-todo-o-mundo/>>. Acesso em 20 Mai. 2018 às 19h 16min

PRIME. ***When is an Aircraft too Old? What Determines an Airplane's Lifespan?***. Prime industries, 20 Dez. 2015. Disponível em: <<https://primeindustriesusa.com/what-determines-aircraft-lifespan/>>. Acesso em 20 Mai. 2018 às 14h 07min

RACH, S. ELLIOT, A. ***The aeroplane graveyard where kings of the sky are left to die: Former passenger jets lie in ruins at eerie Bangkok tourist site***. Dailymail, 13 Set. 2017. Disponível em: <<https://www.dailymail.co.uk/news/article-4880052/Bangkok-s-plane-graveyard-passenger-jets-left-rot.html>>. Acesso em 27 Out. 2018 às 03h 36min

REALS, K. ***Aviation industry under pressure to reduce landfill waste from scrapped airliner***. Flight Global, 10 Jan. 2011. Disponível em: <<https://www.flightglobal.com/news/articles/aviation-industry-under-pressure-to-reduce-landfill-waste-from-scrapped-airliners-351597/>>. Acesso em 07 Mai. 2018 às 12h 29min

RECYCLING TODAY. ***AFRA, Boeing and Aircraft Demolition partner on demonstration project***. Recycling today, 21 Out. 2015. Disponível em: <<http://www.recyclingtoday.com/article/aircraft-disassembly-project-afra-best-practices/>>. Acesso em 05 Mai. 2018 às 6h 11min

REDACTIE. ***RECYCLINGBEDRIJF AELS VESTIGT ZICH OP TWENTE AIRPORT***. Luchtvaartnieuws, 08 Jul. 2017. Disponível em: <<https://www.luchtvaartnieuws.nl/nieuws/categorie/3/airports/recyclingbedrijf-aels-vestigt-zich-op-twente-airport>>. Acesso em 07 Mai. 2018 às 20h 25min

RIBEIRO, J. GOMES, J. **Proposed Framework for End-of-life Aircraft Recycling**. 311-316. 10.1016/j.procir.2014.07.048.0

RICCHINI, R. **Reciclagem de aviões – oportunidade de negócios**. Setor Reciclagem. Disponível em: <<http://www.setorreciclagem.com.br/negocios/reciclagem-de-avioes-oportunidade-de-negocios/>>. Acesso em 03 Mar. 2018 às 17h 37min

Robinson, J. **Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development**. Ecological Economics, 2004.

SAFRAN. **Engine dismantling and recycling**. SAFRAN. Disponível em: <<https://www.safran-aircraft-engines.com/company/tarmac-aerosave>>. Acesso em 18 Out. 2018 às 00h 54min

SERRA, F. **Condeito de... SUSTENTABILIDADE**. Tempos de Gestao, 15 fev. 2015. Disponível em: <<https://www.temposdegestao.com/conceito-de/conceito-de-sustentabilidade>>. Acesso em 14 abr. 2018 às 17h 17min

TARMAC. **About us**. Tarmac Aerosave. Disponível em: <<http://www.tarmacaerosave.aero/about-us>>. Acesso em 18 Out. 2018 às 00h 37min

TARMAC. **Aircraft recycling**. Tarmac Aerosave. Disponível em: <<http://www.tarmacaerosave.aero/aircraft-recycling>>. Acesso em 17 Out. 2018 às 23h 57min

TARMAC. **History**. Tarmac Aerosave. Disponível em: <<http://www.tarmacaerosave.aero/history>>. Acesso em 18 Out. 2018 às 00h 45min

THE GUARDIAN. **Can the aviation industry ever be green**. The Guardian. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/environment/2010/jan/08/aviation-industry-green>>. Acesso em 22 abr. 2018 às 16h 40min

TOM. **Abandoned Aviation Museum lingers amid Redevelopment of Moscow's Khodynka Aerodrome**. Urban Ghosts, 04 Dez. 2012. Disponível em: <<https://www.urbanghostsmedia.com/2012/12/abandoned-aviation-museum-lingers-amid-redevelopment-of-moscows-khodynka-aerodrome/>>. Acesso em 21 Mai. 2018 às 11h 48min

TRACY, R. **How the Aviation Industry Can Improve Sustainability**. ETQ, 31 mai. 2016. Disponível em: <<https://blog.etq.com/how-the-aviation-industry-can-improve-sustainability>>. Acesso em 22 abr. 2018 às 16h 45min

WHITE, J. ***Most People Don't Know New Mexico Has An Aircraft Boneyard And It's Truly Fascinating.*** ONLY IN YOUR STATE, 04 Out. 2016. Disponível em:

<<https://www.onlyinyourstate.com/new-mexico/aircraft-boneyard-nm/>>. Acesso em 27 Ago. 2018 às 01h 00min