

ANÁLISE DE FATORES QUE CONTRIBUEM PARA A PERDA DE CORPOS DE PROVA EM ENSAIOS DE IMPACTO DE PÁSSARO.

C.C.B. Ribeiro¹; R.C.M. Sales¹

1-Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos – “Prof. Jessen Vidal”

Avenida Cesare Mansueto Giulio Lattes, 1350 – CEP: 12247-014 – São José dos Campos - SP – Brasil

Telefone: (12) 3905-2423 – Fax: (12) 3905-4699 – Email: camilabernardesr@hotmail.com

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo avaliar os fatores que possam contribuir e influenciar a não validação do ensaio de certificação em estruturas aeronáuticas e consequente perda de corpos de prova durante a realização do ensaio de impacto de pássaro. Para alcançar esse objetivo foi utilizada uma base de dados dos resultados obtidos durante a calibração do equipamento e os resultados dos ensaios de certificação em estruturas aeronáuticas. Os resultados obtidos ressaltam que a qualidade do ensaio está diretamente relacionada com fatores externos como temperatura ambiente e umidade relativa do ar, para garantir que os dados previstos em norma sejam atendidos este artigo apresenta uma solução para a diminuição de resultados invalidados que é a elaboração de um dispositivo defletor de projétil. Este ensaio auxilia no desenvolvimento de recursos para o controle, prevenção ou meio de diminuição dos danos gerados por um acidente aviário.

PALAVRAS-CHAVE: análise; corpo de prova; impacto de pássaro; velocidade, defletor.

ABSTRACT: This study aims to evaluate the factors that can contribute and influence to the non-certification test validation in aircraft structures and loss of specimens while conducting bird impact test. To achieve this objective we used a results database obtained during the equipment calibration and the certification tests results in aircraft structures. The results obtained show that the test quality are directly related to external factors such as ambient temperature and relative humidity, which results in interference of the results, to ensure that the data provided in standard is attended this article presents a solution to the reduction of invalid results is the development of a deflector device projectile. This test helps in the development of resources for the control, prevention and reduction of damage caused by an aviary accident.

KEYWORDS: analysis; specimen; bird strike; speed, deflector.

1. INTRODUÇÃO.

Com aumento da demanda de voos para atender as atividades comerciais, agropecuárias, executivas e militares, diversos tipos de aeronaves circulam no espaço aéreo diariamente, ocasionando o aumento do tráfego aéreo em rotas e regiões

antes não exploradas, esta atividade é possível, pois os monitoramentos de radares estão evoluindo tecnologicamente e garantindo mais qualidade e segurança aos voos, porém os riscos com acidentes são reais em toda a atividade aeronáutica, como colisões em solo, colisões no ar, carregamento incorreto e falhas estruturais ou

mecânica. Para a diminuição destes riscos, as agências regulamentadoras elaboram normas de certificação baseadas nos critérios reportados dos acidentes ou falhas já ocorridas. Tais normas obrigam os fabricantes a comprovarem por meio de ensaios e testes que suas aeronaves estão estruturadas e adequadas em suas respectivas categorias e aplicabilidade a manter a segurança dos passageiros perante a eminência destes riscos. Dentre estes riscos, o aviário tem ganhado ênfase nas discussões entre o desenvolvimento e a preservação da fauna, pois estão diretamente correlacionados. Os acidentes aviários com aeronaves têm sido cada vez mais frequentes, segundo dados do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa) [1], em 2014 houve 1560 colisões reportadas.

Uma das medidas tomadas entre o Cenipa e o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) foi a aprovação da Resolução nº04 de 9 de outubro de 1995 [2], que estabelece algumas restrições, como a delimitação da Área de Segurança Aeroportuária (ASA). É fundamental a definição desta área como um círculo imaginário com raio de 13 km para

aeroportos que operam somente em condições visuais e de 20 km para os demais. Isso permite a limitação de um espaço circunvizinho suficientemente abrangente, onde algumas atividades são restritas. A resolução prevê a não instalação de atividades atrativas como lixões, abatedouros, beneficiadores e pontos de venda de pescado, mercados livres dentro desta área. Devido ao difícil controle da movimentação da fauna em áreas aeroportuárias e ao grande número de colisões fatais, prejuízos financeiros, entre outros agravantes é fundamental que seja realizada consulta junto ao Comando Aéreo Regional (COMAR) [3], órgão que abrange o aeródromo para a liberação ou não da atividade do estabelecimento atrativo.

Segundo Mendonça [4], colisões entre aeronaves e aves, trazem custos diretos superiores a seis milhões de dólares para a aviação comercial brasileira e centenas de horas de indisponibilidade de aeronaves em manutenção. Apesar de altos os custos relacionados ao perigo aviário, acidentes fatais clamam a necessidade de gerenciamento do problema. A Figura 1 mostra o quantitativo de ocorrências no período de 2014.

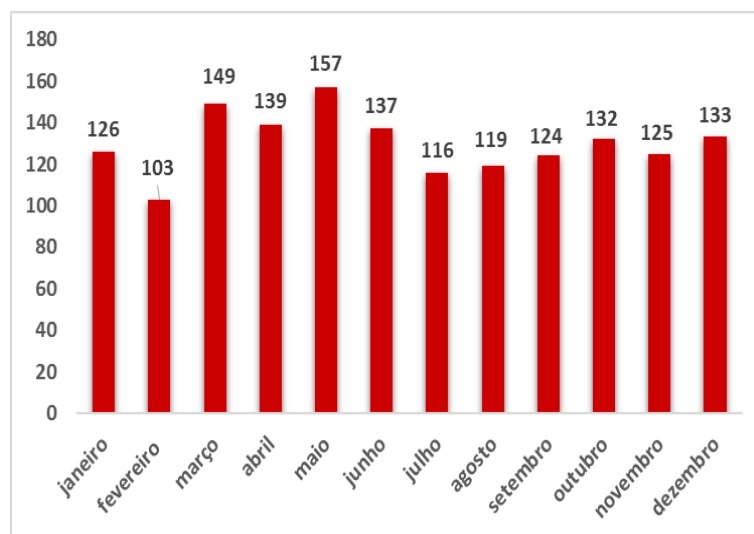


Figura 1. Ocorrências aeronáuticas por mês no ano de 2014 [adaptado de 5]

De acordo com a CENIPA[5], o risco de ocorrer uma colisão com aves é estabelecido por intermédio de duas variáveis: a probabilidade de colisão, que é dada em função da quantidade de aves presentes na rota, e a gravidade da colisão, que é a intensidade dos danos em função da

velocidade da aeronave e a massa da ave. As consequências deste tipo de colisão variam, os maiores riscos estão ligados ao motor, para-brisas, além dos danos estruturais, painéis elétricos podem ser atingidos. As regiões com maior probabilidade de colisão estão representadas em vermelho na Figura 2.

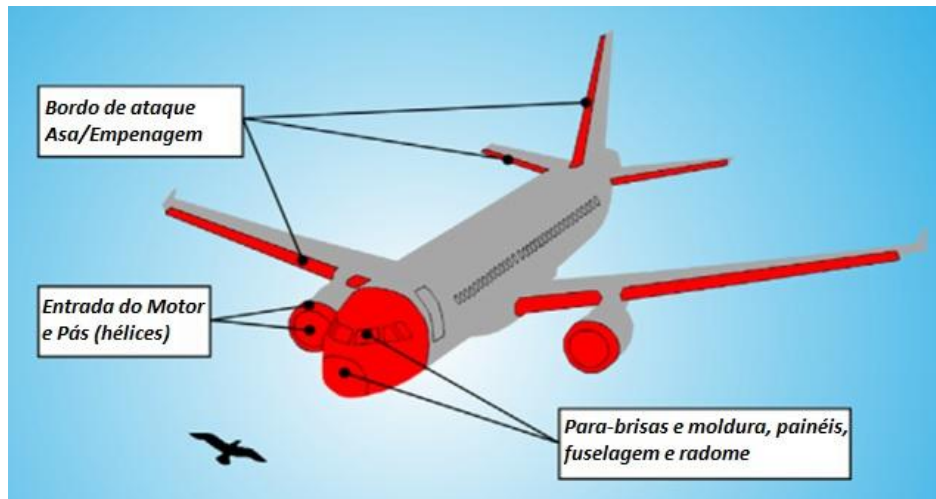


Figura 2. Áreas mais afetadas por colisões com aves[6].

Na base de dados da U.S. Federal Aviation [7] constam colisões reportadas que geraram perda total ou parcial de determinadas funcionalidades da aeronave. Nesta base de dados consta um acidente de um Embraer 145 que na aproximação do Aeroporto Internacional de Salt Lake City (SLC) em 10 de Agosto 2010 atingiu vários pelicanos em 6.000 pés acima do solo. Um pássaro penetrou a baía aviônica, provocando a perda de vários instrumentos. O piloto declarou estado de emergência antes de pousar. Os danos por estas colisões geram perdas e faz com que a aeronave fique parada por um longo período de tempo, até que os reparos e os novos testes de operação sejam validados. A Figura 3 identifica os danos causados a fuselagem da baía aviônica.

Decorrente ao grande número de acidentes reportados tanto em âmbito nacional quanto internacional as normas têm sido elaboradas visando a diminuição dos riscos em que os passageiros estão expostos



Figura 3. Embraer 145 após colisão com ave; Foto por M. Smith, USDA[7].

2- NORMAS BRASILEIRAS APLICADAS EM INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

O Código Brasileiro de Aeronáutica[8] aborda no Capítulo VI sobre o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos; Art. 87. A prevenção de acidentes aeronáuticos é da responsabilidade

de todas as pessoas, naturais ou jurídicas, envolvidas com a fabricação, manutenção, operação e circulação de aeronaves, bem como atividades de apoio da infra-estrutura aeronáutica no território brasileiro. Com isto, gerou-se normas regulamentadoras para cumprimento de tais responsabilidades previstas em Lei.

A Agência Nacional de Aviação Civil ANAC dispõe da regulamentação exigida para a certificação das aeronaves em território nacional e em seus respectivos requisitos de aplicabilidade. Esta regulamentação é denominada Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) [9] e divide as aeronaves em categorias e seus principais requisitos de aeronavegabilidade. Este regulamento apresenta também o risco aviário e descreve as condições que a aeronave deve ser submetida em ensaio para sua conformidade como produto aeronáutico. Em sua Subparte C – Estrutura, descreve no parágrafo de nº 25.571 [9] a avaliação da estrutura em relação à tolerância ao dano e à fadiga: Um impacto com um pássaro de 1,814 kg quando a velocidade relativa entre o avião e o pássaro ao longo da trajetória de voo do avião é igual à VC ao nível do mar ou 0,85 VC a 2.438 m, aquele que for mais crítico, ou seja, a estrutura danificada deve ser capaz de resistir às cargas estáticas (consideradas como cargas finais) que são razoavelmente possíveis de ocorrer durante o voo.

Devem-se considerar ações corretivas a serem tomadas pelo piloto após o incidente, tais como a limitação de manobras, evitar áreas com turbulência, e redução da velocidade. Caso ocorram alterações significativas na rigidez estrutural ou na geometria, ou ambos, decorrentes de uma falha estrutural completa ou parcial, os efeitos na tolerância ao dano devem ser investigados novamente.

O regulamento também possui uma seção dedicada a este tipo de dano e deixa claro que as informações estruturais sobre este tipo de impacto deve ser levado em

consideração na concepção das aeronaves; assim como descrito na Subparte D – Design e Construção; parágrafo de nº 25.631 [9]- Risco de impacto de Pássaro; para categoria transportes; descreve que a estrutura da empenagem deve ser concebida para assegurar a capacidade contínua e segura de voo e aterrissagem do avião após o impacto com um pássaro de 8 libras quando a velocidade do avião (em relação ao pássaro ao longo da trajetória de voo do avião) é igual a V_{cat} à nível do mar, selecionada em §25.335 [9]. A conformidade com esta seção é dada por disposição de estrutura redundante, local protegido dos elementos do sistema de controle por dispositivos de proteção (placas separadoras) ou de material de absorção de energia. Sempre que a conformidade seja demonstrada pela análise, testes, ou ambos, o uso de dados sobre aviões com projeto estrutural semelhante é aceitável.

Na Subparte D [9] o regulamento apresenta o risco que os pilotos estão expostos se os para-brisas e seus painéis não forem resistentes ao impacto, como descrito no parágrafo nº 25.775 [9] para-brisas e janelas; painéis de para-brisa em frente dos pilotos no desenrolar normal das suas funções e as estruturas de suporte para estes painéis, deve resistir, sem penetração, o impacto de um pássaro 4 libras quando a velocidade do avião (em relação ao pássaro ao longo do avião de trajetória de voo) é igual ao valor de VC, ao nível do mar, sob §25.335 [9] selecionado. A menos que possa ser demonstrado por análises ou ensaios, que a probabilidade de ocorrência de uma condição crítica para-brisa fragmentação é de uma ordem baixa, o avião deve ter um meio para minimizar o perigo para os pilotos de voar fragmentos de para-brisa devido ao impacto de aves.

3- ENSAIOS UTILIZADOS NO BRASIL PARA VALIDAÇÃO DE ESTRUTURAS AERONÁUTICAS

Os ensaios aeronáuticos são citados em muitas seções do regulamento RBAC25 [9], eles são de suma importância para o desenvolvimento de tecnologias estruturais, para a validação e testificação das propriedades físicas e químicas exigidas dos produtos aeronáuticos, sejam eles destrutivos ou não destrutivos. Os ensaios evitam que as estruturas sejam submetidas a esforços que não são capazes de suportar em voo. Atualmente no Brasil, alguns dos laboratórios brasileiros reconhecidos para realização de ensaios de certificação estão contidos em empresas como Embraer S.A. e para asas rotativas o Helicópteros do Brasil S.A. (Helibras), de acordo com a Circular de Informação (CI) [10].

Os ensaios, apesar de serem realizados, muitas vezes com o objetivo de redução de custos, eles também possuem um custo agregado ao processo de constituição de uma aeronave, para a empresa que a fabrica. Este custo engloba todos o valor agregado desde a matéria-prima até a concepção de um corpo de prova com as mesmas características que as do produto propriamente dita. Engloba também, toda a engenharia para calcular as cargas que o corpo de prova será submetido, a equipe responsável projetar dispositivos de fixação e infraestrutura dos ensaios, que irá transportar todo esse equipamento, a que irá monitorar esses resultados através de sensores e, por último, que irá inspecionar o correto andamento destes acontecimentos de modo geral para validar a conformidade dos ensaios.

Os corpos de prova de aeronaves possuem um custo elevado sendo de extrema importância que o ensaio ocorra em perfeitas condições para que o corpo de prova não seja descartado sem o devido aproveitamento, porém em alguns casos não ocorre exatamente como os softwares de simulação preveem, pois durante os ensaios são

atribuídos fatores externos que agregados ao processo geram ruídos, muitas vezes prejudiciais para o resultado desejado, comprometendo assim, os prazos predeterminados para a certificação da aeronave. Existe, de modo geral, certa dificuldade em controlar agentes externos ao sistema, a engenharia deve cercar-se de equipamentos de monitoramento e suas respectivas datas de calibração, garantindo assim a veracidade das informações obtidas por eles.

Em alguns casos, os ensaios estão apoiados em normas que definem os métodos e materiais a serem utilizados, prevendo alguns acontecimentos e auxiliando na concepção das possíveis soluções para o ensaio, como é o caso do ensaio de impacto de pássaro que está regido pela ASTM F330-10 [12]. Nela consta informações como os aparatos usados no compressor, no tanque e suas respectivas capacidades e dimensões, os detalhes do túnel em que o sabot (objeto que envolve o frango e o transporta durante o túnel) e o frango irão percorrer, o sistema de medição de velocidade, sistemas que suportaram o corpo de prova e a calibração do sistema como um todo.

Os ensaios em sua grande maioria são realizados ao ar livre, o que ocasiona a interferência de agentes externos, mensuráveis, porém não controláveis nestas condições, como umidade relativa do ar e temperatura.

Dentre os laboratórios brasileiros de certificação, os de destaque encontram-se em órgãos como CTA e INPE, estes por sua vez regidos por normas como a ABNT NBR ISO/IEC 17025 - Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração [11].

4- ESTUDO DE CASO

Neste estudo de caso, foram utilizadas as instalações e metodologia de ensaio de impacto de pássaro cedidas pelo laboratório

de ensaio do CTA IAE em São José dos Campos. As Tabelas 1 e 2 demonstram o comparativo dos dados de entre os tiros da calibração do equipamento e os tiros de execução do ensaio de certificação, respectivamente.

Considerando as tolerâncias para os instrumentos de medições utilizados, sendo regidos pela norma F330 [12], em que os instrumentos podem variar em sua escala são respectivamente: Medição da massa, a escala de massa deve ter uma precisão de pelo menos 1,8 g; medição de montagem em ângulo, instrumento para medir o ângulo em que o artigo de teste ou a sua estrutura de apoio está montada, deverá ter uma precisão de $1/4^\circ$ (0,00436 radianos); medição da temperatura, o sistema de instrumentos para medir temperaturas deve ter uma precisão de $\pm 5^\circ\text{F}$ ($2,8^\circ\text{C}$) e medição da velocidade (a instrumentação utilizada com o sistema de medição da velocidade deve prever uma precisão geral do sistema dentro de $\pm 2\%$).

Para o registro da sequência rápida, pelo menos uma câmera de alta velocidade deve ser usada para fornecer registros da ave

impactando o alvo, com as devidas condições de iluminação.

Considerando que todos os instrumentos envolvidos no ensaio foram corretamente calibrados. Nestas condições, foram obtidos dentre os resultados disponibilizados valores que não correspondem as condições ideais para a aceitação do corpo de prova em teste para a certificação do produto aeronáutico.

Observa-se na Tabela 2 que no tiro 3 foi medida uma velocidade de 292,2 Knots. Este resultado é considerado fora dos padrões de escala aceitável. Os fatores externos que podem ter interferência nos resultados desta operação, pois o ensaio foi realizado em ambiente não controlado. Fatores como: vento contrário e umidade relativa do ar são capazes de ocasionar a desaceleração do projétil. A variação de temperatura presente nos dias das execuções e de calibração do ensaio podem interferir na qualidade do resultado.

Tabela 1. Parâmetros da calibração do ensaio

Tiro	Umidade Relativa (%)	Temperatura Ambiente ($^\circ\text{C}$)	Velocidade (Knots)	Pressão (PSI)	Massa (kg)
1	76,7	18,7	297,0	37,5	3,63
2	76,7	18,7	302,3	37,6	3,63

Tabela 2. Parâmetros da execução do ensaio

Tiro	Umidade Relativa (%)	Temperatura Ambiente ($^\circ\text{C}$)	Velocidade (Knots)	Pressão (PSI)	Massa (kg)
1	58,3	29,8	306,0	37,3	3,63
2	52,1	30,3	305,0	37,3	3,63
3	67,6	19,7	292,2	37,3	3,63

Apesar da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 [11] não ter o propósito de ser usada para certificar os laboratórios de ensaios de

estruturas aeronáuticas e ser em seu conteúdo muito abrangente com detalhes sobre gerenciamento, documentação e controle de

registros, seu objetivo é ser utilizada por laboratórios no desenvolvimento do seu sistema de gestão para qualidade, operações técnicas e administrativas. Se os laboratórios de calibração e ensaios atenderem aos requisitos desta Norma, eles operarão um sistema de gestão da qualidade para as suas atividades de ensaio e calibração que também atende aos princípios da ABNT NBR ISO 9001 [13]. No capítulo 5º da norma [11] encontra-se os requisitos técnicos onde descrevem os diversos fatores que determinam a confiabilidade dos ensaios e/ou calibrações realizados pelo laboratório.

Esses fatores incluem fatores humanos, acomodações e fatores ambientais, métodos de ensaios de calibração e validação dos métodos, equipamentos, rastreabilidade da medição, amostragem, manuseio de itens de ensaio e calibração. Outros fatores importantes citados na norma [11] são as acomodações e condições ambientais. Um subcapítulo dedicado a este tema presente na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 [11], descreve que o laboratório deve assegurar que as condições ambientais não invalidem os resultados ou afetem adversamente a qualidade requerida de qualquer medição. Devem ser tomados cuidados especiais quando são realizados amostragens, ensaios e/ou calibrações em locais diferentes das instalações permanentes do laboratório. Os requisitos técnicos para as acomodações e condições ambientais que possam afetar os resultados dos ensaios e calibrações devem estar documentados.

A norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 [11] também diz que o laboratório deve monitorar, controlar e registrar as condições ambientais conforme requerido pelas especificações, métodos e procedimentos pertinentes, ou quando elas influenciam a qualidade dos resultados. Deve ser dada a devida atenção, por exemplo, a esterilidade biológica, poeira, distúrbios eletromagnéticos, radiação, umidade, alimentação elétrica, temperatura e níveis sonoros e de vibração, conforme apropriado

para as atividades técnicas em questão. Os ensaios e/ou calibrações devem ser interrompidos quando as condições ambientais comprometerem os resultados.

Segundo a norma F330 [12] o Controle Ambiental, sendo ele especificamente, temperatura e umidade relativa do ar é citado apenas em duas partes da norma, sendo elas, uma para descrever sobre a utilização de uma gama de temperatura desejada no momento do impacto e para aquecer ou arrefecer a amostra a ser ensaiada, não disponibilizando informações sobre a temperatura dos outros componentes da operação. Em outra parte da a norma F330 [12] apresentada como Nota 3, em que descreve a possível falha na leitura ao se utilizar um sistema de medição por feixes de luz em condições de alta umidade, ou seja, é possível que a ave possa ficar envolta em uma nuvem de gotículas de água que podem causar desencadeamento dos feixes de luz de modo a não obter resultados consistentes.

Alinhando as informações apresentadas nas normas F330 [12], ABNT NBR ISO/IEC 17025 [11] e considerando as reais condições possíveis para atender os requisitos, observa-se que existe uma dificuldade entre realizar os tiros de calibração e os tiros de execução de ensaio nas mesmas condições ambientais ou até no mesmo dia, devido ao tempo requerido para a montagem da infraestrutura necessária responsável pela fixação e posicionamento do corpo de prova, que por vezes são de dimensões relativamente consideráveis como a de uma cabine e/ou empenagem vertical e horizontal.

Esta dificuldade pode ser minimizada decorrente a duas ações preventivas, uma delas é criar um sistema fechado (galpão) cujo os fatores externos são controlados não apenas para o corpo de prova como também para todos os dispositivos e aparatos que estão envolvidos nesta operação, visto que por vezes os investimentos em reestruturação do laboratório são baixos, é possível que esta ação seja inválida devido ao seu alto custo de investimento em reformas e adaptações.

Outra ação que minimiza este efeito, é efetiva e possui um custo agregado relativamente baixo comparado ao custo da perda de um corpo que pode chegar acima de R\$2,2 milhões, é o uso de um defletor de projétil, ou seja, uma estrutura capaz de suportar os impactos em suas condições mais extremas, servindo como barreira, poupando o corpo de prova de impactos fora dos padrões dos requisitos. O aparato defletor não possui interface com o corpo de prova.

Este aparato criado terá a função de amenizar os efeitos negativos da variação de temperatura e umidade entre os períodos de calibração e execução do ensaio. Ele seria posicionado e alinhado ao centro do alvo alguns metros após a saída do túnel de tiro, com o objetivo de defletir o projétil durante o ensaio de calibração, fazendo com que o corpo de prova possa ser ensaiado no mesmo dia e nas mesmas condições ambientais em que o ensaio de calibração ocorreu. Assim o corpo de prova pode estar devidamente posicionado no alvo do tiro no dia da realização da calibração sem que sofra danos em sua configuração indesejadamente, ou fora dos requisitos exigidos para a certificação segundo a Norma ASTM F330-10 [12]. A Figura 4 apresenta uma versão possível para a concepção do defletor de projétil.

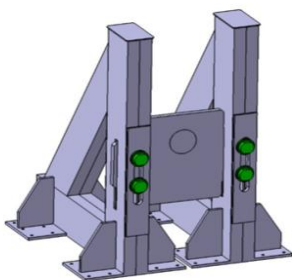


Figura 4. Concepção estrutural do defletor de projétil, imagem obtida através do software Catia V5.

5- CONCEPÇÃO DO APARATO

O defletor seria constituído por perfis de Viga U de dez polegadas e segunda alma, com

chapas de aço predominantemente de AISI 1020 e buchas reforçadoras de AISI 4340, material cuja dureza é consideravelmente mais elevada. Sua base possui furações para utilização de fixadores, possivelmente *parabolts* com diâmetro de 1”.

A princípio as dimensões foram estimadas através das informações dos materiais e suas características estruturais e observação das resultantes geradas através da energia do impacto na chapa de aço localizada na linha do tiro. Para refinar estas estimativas foi realizado modelagem matemática através dos recursos do software Catia V5 como demonstra a Figura 5, o método utilizado é o de Elementos finitos, apresentando o gráfico de tensões de Von Mises.

Na Figura 5 é possível observar que algumas regiões apresentaram tensões críticas, as de coloração avermelha, portanto, esta região deve ser reestruturada para que as distribuições de cargas nas regiões mais afetadas pelo impacto sejam melhoradas. Eventualmente o aumento da espessura da chapa central possa solucionar a região mais afetada. Outras condições que deverão ser analisadas são: as distâncias entre as reações de apoio, se menores tendem a contribuir para a que distribuição de carga seja mais efetiva. Necessariamente é válido avaliar a condição de momento mais crítica em que a chapa está submetida, se em flexão, o uso adequado da inércia dos materiais certamente contribuirá para o melhor desempenho e otimização do projeto.

É relevante avaliar também a condição do projétil em relação a estrutura, visto que este é constituído por um material orgânico e escoa facilmente no momento do impacto, auxiliando assim a distribuição das cargas ao longo da chapa.

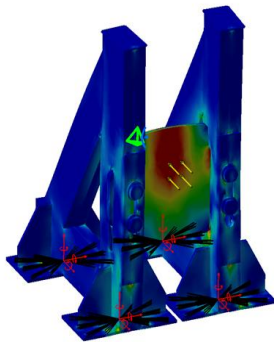


Figura 5. Análise estrutural do impacto na estrutura do defletor de projétil, imagem obtida através do software Catia V5.

Pelo cálculo obtido através do software Catia V5 segundo o método de diagrama de tensões Von Mises, considerou-se pontos avermelhados com tensão máxima até 40,0 kgf/mm² (Figura 5).

Para a obtenção da análise apresentada nas Figura 5, alguns dados de entrada foram necessariamente inseridos no software, como a energia cinética envolvida no sistema, considerada como energia de impacto, calculada através da Equação 1. A massa e a velocidade utilizada no cálculo referem-se às médias das mesmas apresentadas nas Tabela 1 e 2, respectivamente.

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (1)$$

Onde: m: massa (kg), v: velocidade (m/s) e E_c - Energia Cinética (J)

$$E_c = \frac{3,63 \text{ kg} \times (155 \text{ m/s})^2}{2} = 43\,605,4 \text{ J}$$

Para as regiões em que o material predominante é o Aço 1020 as tensões consideradas foram: σ escoamento (tração) = 36 kgf/mm², τ escoamento (cisalhamento) = 21,4 kgf/mm² e Fator de Segurança = 2,0.

Para as buchas reforçadoras e pinos de fixação, em que o material predominante é o aço 4340 as tensões consideradas foram: σ escoamento (tração) = 65,0 kgf/mm², τ

escoamento (cisalhamento) = 63,0 kgf/mm² e Fator de Segurança = 2,0.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que a qualidade e uniformidade dos resultados em ensaios de impacto de pássaro estão diretamente relacionadas aos fatores externos e a influência que estes agregam ao resultado final. Por vezes, a solução para minimizar os efeitos se dão ao observar repetidas vezes as ocorrências que não foram de algum modo corretas ou bem sucedidas. Ações preventivas sempre auxiliam para a redução dos efeitos negativos que estes fatores externos agregam ao ensaio, como perda indesejada de um corpo de prova.

Contudo, o modelo de defletor apresentado necessariamente precisa ser reestruturado em alguns detalhes, para atingir o desempenho desejado e suportar a energia a ele submetida repetidas vezes, só assim, após a verificação de eficácia do defletor de projétil, poderá ser implantado e reduzir os riscos de perda em que os corpos de prova estão expostos em condições de ambiente não controlado.

7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- [1] SANTOS, Luís. Anuário de Risco de Fauna Panorama Estatístico 2014. Disponível em: <www.cenipa.aer.mil.br/cenipa>. Acesso em: 28 de agosto de 2016.
- [2] Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/Conama>. Acesso em: 28 de agosto de 2016.
- [3] Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos e Helipontos. Disponível em: <www2.fab.mil.br/comar>. Acesso em: 28 de agosto de 2016.
- [4] MENDONÇA, Flávio. Gerenciamento do Perigo Aviário em Aeroportos - Rev. Conexão SIPAER, v. 1, n. 1, nov. 2009. Edição de Lançamento.
- [5] SCHUCK, Dilton. Panorama Estatístico da Aviação Brasileira. Disponível em:



- www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/
19. Acesso em: 28 de agosto 2016.
- [6] HEIMBS, Sebastian. Computational Methods for Bird Strike Simulation: A Review. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/compstruc> Acesso em: 28 de agosto de 2016
- [7] DOLBEER, Richard et al. Wildlife Strikes to Civil Aircraft in the United States 1990-2014. Federal Aviation Administration National Wildlife Strike Database Serial Report Number 17. Disponível em: <www.faa.gov/airports/airport_safety/wildlife/media/Wildlife-Strike-Report-1990-2014.pdf>. Acesso em: 28 de agosto de 2016.
- [8] BRASIL. Lei nº 7.565, de Dezembro de 1986. Código Brasileiro de Aeronáutica. Disponível em: <www2.anac.gov.br/biblioteca/leis/cba.pdf>. Acessado em: 28 de agosto de 2016.
- [9] ANAC. Regulamento Brasileiros da Aviação Civil RBAC 25 - 135, Título: Requisitos de Aeronavegabilidade: Aviões Categoria Transporte. Acessado em 30 de agosto de 2016.
- [10] ANAC. Superintendência de Aeronavegabilidade – SAR. Disponível em: <www2.anac.gov.br/certificacao/Organizacao/Empresas>. Acessado em: 29 de agosto de 2016.
- [11] ABNT NBR ISO/IEC 17025 Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração, Rio de Janeiro, 2006.
- [12] ASTM F330-10. Standard Test Method for Bird Impact Testing of Aerospace Transparent Enclosures. West Conshohocken, Pensilvânia, 2016.