

OS ACIDENTES NA AVIAÇÃO AGRÍCOLA: FATORES HUMANOS E MÉTODOS DE MITIGAÇÃO¹

Daniel Ananias da Silva.²

RESUMO: A aviação agrícola, que é de grande importância para a agricultura brasileira e mundial dada facilidade e eficiência na pulverização de defensivos agrícolas, apresenta significativo número de acidentes e incidentes. O Brasil possui diversas empresas de aviação agrícola que, juntamente com os operadores privados, conta com 2083 aeronaves de acordo com dados do Registro Aeronáutico Brasileiro [RAB], em 2017. De acordo com os dados anuais de acidentes e incidentes aeronáuticos disponibilizados pela Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC], constou-se no período entre 2010 e 2015, 840 ocorrências – acidentes ou incidentes aeronáuticos – na aviação brasileira, onde 24% destas ocorrências, na aviação agrícola. A perda de controle em voo ou em solo, a falha de motor em voo e a colisão em voo contra obstáculos causaram 156 das 199 ocorrências neste tipo de aviação. Este artigo apresenta os fatores humanos observados nestas ocorrências e descreve os métodos disponíveis para o controle ou erradicação destes, principalmente o Gerenciamento do Risco, que faz parte do amplo Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional [SGSO].

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional. *Single Pilot Resources Management* [SRM]. Gerenciamento do Risco.

1 INTRODUÇÃO

A História da aviação agrícola iniciou-se em 29 de março de 1911, quando o agente florestal alemão Alfred Zimmermann recebeu um diploma legal de invento, que lhe concedeu título de Inventor da Aviação Agrícola.

No Brasil, a aviação agrícola teve seu início no ano de 1947, em Pelotas no Rio Grande do Sul. Após uma grande infestação de gafanhotos na região sul do Brasil, o piloto Clóvis

¹ Artigo baseado em dissertação de mesmo título, apresentado pelo autor² à Universidade Estácio de Sá como requisito parcial para obtenção de grau de Especialista em Segurança da Aviação Civil do Curso de Pós Graduação em Segurança da Aviação Civil.

² Bacharel em Ciências Aeronáuticas pela Universidade Estácio de Sá (2012) e Especialista em Segurança da Aviação pela Universidade Estácio de Sá (2016).

Candiota, do Aeroclube de Pelotas, e o Engenheiro Agrônomo do Ministério da Agricultura, Leôncio Fontelles realizaram o primeiro voo agrícola em território brasileiro.

A Aviação Agrícola foi normatizada, pelo Decreto-Lei 917, de outubro de 1969, e é reconhecida como atividade diferenciada e com normas específicas estabelecidas no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil [RBAC 137], Resolução ANAC nº233, de 30 de maio de 2012. (ANAC, 2012)

O Brasil possui 240 empresas de aviação agrícola (ANAC, 2017). Em relação à frota de aeronaves agrícolas, houve crescimento de 8,20% passando de 1925 para 2083, entre 2013 e 2016, com idade média de 24 anos. (Araújo, 2017).

A aviação agrícola representa de 15% a 25% dos meios utilizados para a aplicação de produtos de tratamento agrícola. (Araújo, 2015).

Dos benefícios deste tipo de operação, destacam-se a rapidez e a uniformidade na aplicação, a operação em qualquer tipo de solo. (Araújo, 2015).

Apesar da importância para o desenvolvimento econômico no Brasil, as atividades da aviação agrícola foram responsáveis por 24% dos acidentes e incidentes registrados no país no período de 2010 a 2015, de acordo com as informações obtidas nas relações anuais de ocorrências aeronáuticas fornecidas pela ANAC.

Conforme Simão (2010), os fatores humanos foram responsáveis por mais de 60% dos acidentes envolvendo aeronaves da aviação agrícola no Brasil nos últimos 10 anos.

Neste sentido, o objetivo deste artigo foi relacionar os acidentes e incidentes da aviação agrícola e suas causas principais com os fatores humanos e apontar as técnicas e métodos disponíveis para mitigá-los.

Estes métodos fazem parte do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional [SGSO], que pode ser definido como: ‘Um conjunto de medidas, conscientemente implantadas, que se destina a identificar, gerenciar, reduzir ou eliminar riscos de operações

aeronáuticas, por meio de todos os atores direta e indiretamente envolvidos na operação.”
(Rodeguero & Branco, 2013. p45).

2 ESTATÍSTICAS NA AVIAÇÃO AGRÍCOLA

2.1 AS OCORRÊNCIAS NA AVIAÇÃO AGRÍCOLA

A relação anual de ocorrências aeronáuticas registradas no Brasil é disponibilizada pela ANAC. A partir desses dados, foi possível observar as variações em relação à quantidade de acidentes nas aviações regular, geral (taxi aéreo e privado), agrícola, de instrução e outras (aeronaves de órgãos públicos).

Foram analisados os dados compreendidos entre os anos de 2010 e 2015, e a partir daí foi possível chegar, além da quantidade de acidentes, também nas principais causas dessas ocorrências na aviação agrícola.

A figura abaixo apresenta o percentual das ocorrências no período de 2010-2015:

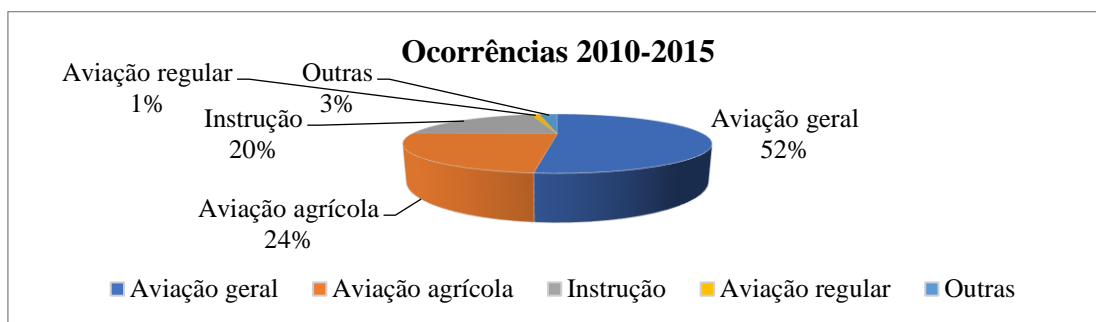


Figura 1: Distribuição percentual das ocorrências aéreas no período 2010-2015 (Fonte: Silva, 2016).

As ocorrências na aviação geral correspondem a mais da metade total, seguido da aviação agrícola com 24%. A aviação regular aparece com a menor participação.

A figura seguinte apresenta dados mais detalhados, com números anuais e a curva das ocorrências de acordo com as categorias de aviação:

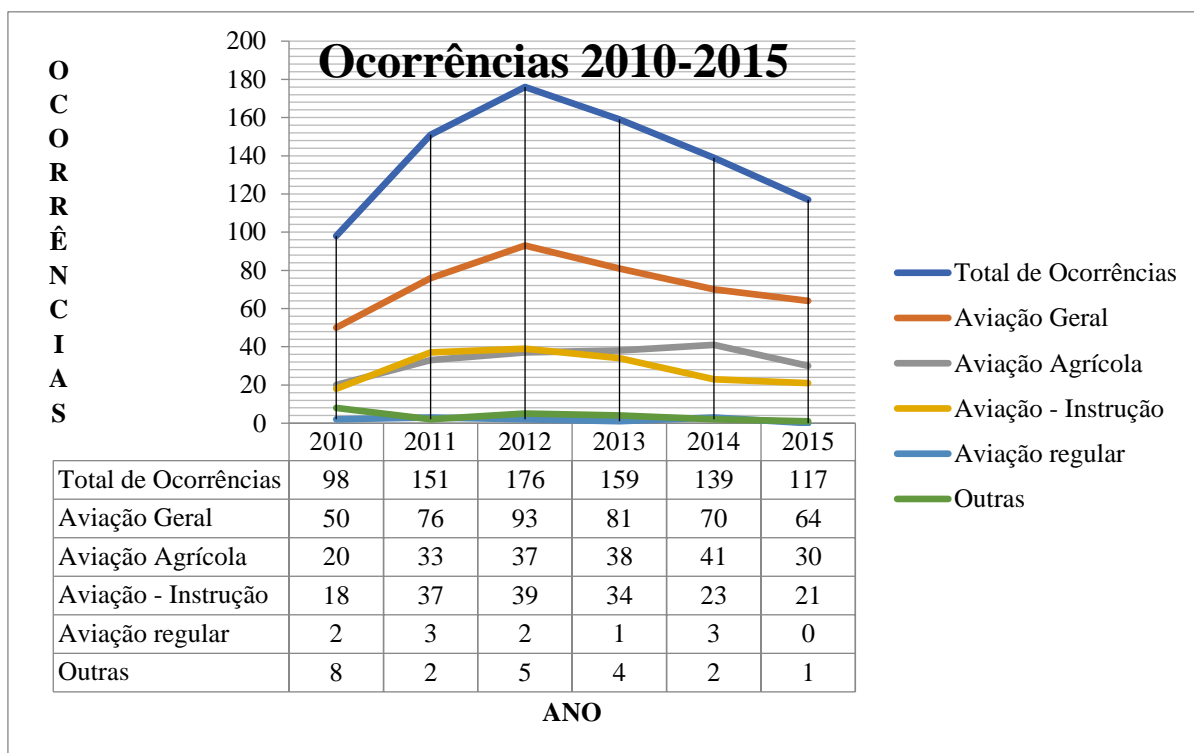


Figura 2: Distribuição percentual das ocorrências aéreas no período 2010-2015, estratificadas por ano e tipo de aviação (Fonte: Silva, 2016).

A aviação agrícola apresentou incremento nas ocorrências no período analisado, com queda a partir de 2015. As principais causas dos acidentes ou incidentes na aviação agrícola são apresentadas na tabela abaixo:

PRINCIPAIS CAUSAS DE OCORRÊNCIAS	QUANTIDADES
PERDA DE CONTROLE EM VOO/SOLO	83
FALHA DE MOTOR EM VOO	40
COLISÃO CONTRA OBSTÁCULOS	33
PERDA DE COMPONENTE EM VOO/SOLO	7
PANE SECA	7
POUSO EM LOCAL NÃO PREVISTO	1
FALHA DE SISTEMA/COMPONENTE	2
COM HÉLICE	1
CFIT	2
FENÔMENO METEOROLÓGICO	3
OUTROS	10
INDETERMINADO	10
TOTAL	199

Tabela 1: Distribuição quantitativa das principais causas de ocorrências aéreas, no período 2010-2015 (Fonte: Silva, 2016).

2.2 PERDA DE CONTROLE EM VOO/SOLO.

A perda de controle em solo é definida como a perda do controle da aeronave quando está em solo com intenção de voo, ou seja, antes da decolagem com motores acionados, ou após o pouso antes do corte do motor. Este evento pode ser causado por mau funcionamento de componente, ou contaminação da pista de pouso/taxi por água, gelo, lama etc. (ICAO, 2011).

Dos fatores humanos que podem resultar em imprudências que levam à perda de controle em voo, podem ser citados o cansaço e a fadiga, que serão estudados neste artigo.

2.3 FALHA DE MOTOR EM VOO.

A falha de motor em voo pode ser definida como uma situação em que o motor da aeronave apresenta falha de funcionamento repentinamente durante o voo. Foi apontada como a segunda maior causa nas ocorrências da aviação agrícola no período avaliado.

Estas falhas podem ser resultantes de deficiências na manutenção ou da operação incorreta da aeronave por parte do piloto, o que caracteriza falha humana.

No dia 26 de dezembro de 2013, a aeronave de matrícula PT-GPJ se acidentou no município de Rosário do Sul, RS. De acordo com o relatório final do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos [CENIPA], a aeronave apresentou perda de potência do motor e realizou um pouso de emergência.

A investigação do CENIPA constatou que o piloto voava a baixa altura e com a bomba elétrica do motor desligada, contrariando orientações do fabricante, que recomenda que esta esteja ligada durante todo o voo.

A temperatura no local era alta, aproximadamente 40°C. Isto, associado à bomba elétrica desligada, favoreceu o aparecimento de bolhas de vapor no sistema de combustível do avião e consequente restrição do fluxo de combustível, causando a perda de potência. (CENIPA, 2013)

2.4 COLISÃO COM OBSTÁCULOS.

A colisão em voo com obstáculos, que é o choque da aeronave, durante o voo, em alguma barreira física, foi causa de 33 ocorrências entre os anos de 2010 e 2015.

Essas colisões ocorrem mais comumente contra os fios de alta tensão, mas também são frequentes colisões do trem de pouso contra as copas das árvores e com as próprias plantações pulverizadas. (Simão, 2010).

De acordo com Simão (2010), mesmo que os aviadores tenham conhecimento prévio da localização dos fios elétricos, esses obstáculos podem ser esquecidos, caso não haja um dispositivo de alerta visual instalado.

A desatenção é um dos fatores humanos que mais contribui para este tipo de acidente. Desatenção esta, que pode ser resultante da sobrecarga, do estresse, da preocupação e da fadiga, que são condições que cooperam para o déficit no desempenho do piloto.

3 OS FATORES HUMANOS

A *International Civil Aviation Organization* – ICAO, órgão das Nações Unidas, responsável pela ordenação da aviação internacional, classifica o elemento humano como a parte mais flexível, adaptável e valiosa dentro do sistema aeronáutico, mas é também a que está mais vulnerável às influências externas que poderão vir a afetar negativamente seu desempenho (ICAO, 2003).

Na aviação agrícola, 60% dos acidentes acontecem devido à indisciplina de voo, falha na aplicação dos comandos da aeronave, aspectos psicológicos, planejamento da missão, julgamento e supervisão do voo, além de outros aspectos. (ANAC, 2013)

3.1 FADIGA

A fadiga pode ser definida como um esgotamento físico ou mental resultante de uma atividade. Consiste numa diminuição da capacidade do organismo, ou parte dele de funcionar normalmente (Kanashiro, 2013).

A fadiga pode ser classificada em relação ao tipo de atividade, sendo física a que envolve uma atividade muscular intensa ou demasiadamente prolongada, mental, que envolve atividade intelectual e psíquica, e sensorial, que surge com o estímulo excessivo dos órgãos dos sentidos (Kanashiro, 2013).

Na aviação, a chamada fadiga de voo, é um estado determinado pela atividade aérea que deteriora a condição psicofisiológica, ocasionando a diminuição progressiva do desempenho. (Kanashiro, 2013).

Pilotos de todos os setores da aviação são expostos aos efeitos da degradação de performance causados pela fadiga, que pode ser resultado de uma série de fatores, mas, normalmente é associada ao uso inadequado do tempo ou qualidade de descanso e de sono. (NTSB, 2014)

Fatores individuais também contribuem para a fadiga de voo. São eles o estado geral de saúde, o condicionamento físico, e a estrutura psicológica, que pode ser afetada por problemas familiares, sociais ou econômicos.

A fadiga pode ser prevenida e tratada. Para a prevenção, deve-se observar o planejamento da jornada de trabalho. Os períodos de descanso devem ser respeitados. Os fatores operacionais podem ser mitigados e controlados, bem como os fatores individuais.

O tratamento pode ser feito por meio da recuperação do sono durante a jornada de trabalho, pela prática de pequenos cochilos ou o afastamento temporário das atividades, e, em casos mais graves, o acompanhamento psiquiátrico e o uso de medicamentos. (Kanashiro, 2013).

3.2 PERDA DA CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

Pilotos contam com, e dependem de múltiplas fontes de informações, dentro e fora da cabine, a fim de manter o controle da aeronave e navegar com segurança e para que o voo seja seguro, estes devem ser eficientes em direcionar e redirecionar sua atenção.

De acordo com um estudo publicado na *Flight Safety Australia Magazine*, em 85% das ocorrências na aviação, a perda da consciência situacional é mencionada. (Edwards, 1998).

A Consciência Situacional pode ser definida como uma percepção de elementos no ambiente, dentro de um volume de tempo e espaço, a compreensão de seus significados e a projeção de seu status num futuro próximo. (Endsley, 1988 apud AIRBUS, 2007).

Qualquer lapso na concentração ou imprecisão em alguma manobra, que leva à perda da orientação espacial, pode levar a consequências catastróficas que podem ser observadas nos acidentes de aviação agrícola envolvendo colisões com redes de alta tensão, onde na maioria dos casos a existência dessas redes é conhecida.

3.3 CULTURA E COMPORTAMENTO

Cultura é todo complexo de conhecimentos e toda habilidade humana empregada socialmente. Além disso, é também todo comportamento aprendido, de modo independente da questão biológica. (Silva & Henrique, 2006)

A cultura e o comportamento do ser humano no desempenho do seu trabalho também podem contribuir com os acidentes e incidentes. Muitas vezes as regras estabelecidas e conhecidas não são seguidas.

A invulnerabilidade, que é a sensação que o indivíduo tem de que está imune às adversidades, pode levar aos pilotos a tomarem decisões e atitudes perigosas ao voo, que pode estar aliada principalmente com o exibicionismo. (Bacagini et al., 2012a).

A necessidade de ‘se mostrar’ e de ostentar pode ser observada em diversos relatos e vídeos disponíveis na internet onde pilotos da aviação agrícola realizam manobras perigosas, normalmente passagens baixas ou acrobáticas, apenas com o intuito de demonstrar boas habilidades.

A resignação, que se caracteriza pelo conformismo e desistência de impor opiniões ou influenciar em certas situações (Bacagini et al., 2012a), também contribui para situações perigosas à segurança do voo. Práticas perigosas podem ser ‘normatizadas’ e muitas vezes os pilotos se sentem acuados ou simplesmente não denunciam tais situações porque fazem parte da rotina diária das atividades.

3.4 MANUTENÇÃO

No Brasil a atividade de manutenção aeronáutica é regulada pela ANAC. No RBAC 43 são estabelecidas as regras para manutenção, manutenção preventiva, reconstrução e alteração incluindo grandes alterações e reconstruções em uma aeronave com um certificado de aeronavegabilidade brasileiro, bem como suas partes (motor, hélice, acessórios e outros componentes). (ANAC, 2014)

A ANAC (2014) estabelece através de sua Instrução Suplementar [IS] – 120-001B, a manutenção programada e a manutenção não programada.

A manutenção programada é definida de acordo com o fabricante, levando em consideração as horas de voo. A empresa deve desenvolver procedimentos para registrar os resultados das inspeções, testes, cheques, etc. O programa deve incluir medidas para manter aeronaves, motores, hélices e as demais partes da aeronave em condições seguras para o voo. (ANAC, 2014).

Já a manutenção não programada é aquela realizada para correção de algum evento imprevisível, pouso duro, batida de cauda, raios, etc. (ANAC, 2014).

As empresas devem seguir um programa de manutenção, que é um documento que descreve as tarefas específicas de manutenção programada e suas frequências de realização e procedimentos. O programa é estabelecido pelo fabricante e aprovado pela autoridade aeronáutica, e varia de acordo com a aeronave, sendo estabelecidas revisões a cada 25 horas, 50 horas, 100 horas, 12 meses (Rodeguero & Branco, 2013).

4 A MITIGAÇÃO E PREVENÇÃO DO ERRO HUMANO.

Como apresentado no capítulo anterior, fadiga, perda da consciência situacional, cultura e comportamento, são condições que contribuem para erros humanos no desempenho das operações aeroagrícolas.

É possível controlar ou eliminar estas condições, através da capacitação de pessoal para a prevenção de acidentes e incidentes, da fiscalização feita pela Autoridade Aeronáutica, implantação do SGSO e a utilização dos conceitos do Gerenciamento do Risco por meio do *Single-Pilot Resources Management* [SRM] e do *Agricultural Aviation Single-Pilot Resources Management* [AASRM].

4.1 CAPACITAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO SGSO NA AVIAÇÃO AGRÍCOLA.

O CENIPA possui um calendário anual de seminários e cursos que visam à promoção da segurança de voo. Para a aviação agrícola, é oferecido o Curso de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos para Aviação Agrícola [CPAA-AG].

Durante o curso, que tem por objetivo a formação e a capacitação de profissionais inseridos no setor (pilotos, mecânicos de voo, diretores e proprietários de empresas), há palestras, aulas teóricas e atividades práticas. (CENIPA, 2017)

Uma das atividades práticas realizadas no curso é Vistoria de Segurança Operacional [VSO], que compreende busca e análise de informações, sob a ótica do SIPAER, onde é possível identificar condições latentes que possam afetar a segurança operacional e emitir propostas para a mitigação de tais condições e perigos através de Ações Recomendadas [AR] ou de Recomendação de Segurança Operacional [RSO].

Em relação à fiscalização das empresas de aviação agrícola, no Brasil, cabe à ANAC. Todo detentor de um Certificado de Operador Aéreo [COA] deverá permitir as vistorias e inspeções da ANAC em qualquer momento e lugar, como descrito no RBAC 137, e estarão sujeitos a multas, suspensão e cassação do COA caso haja inconformidade. (ANAC, 2012)

Os requisitos gerais para a implantação do SGSO na aviação agrícola também estão presentes no RBAC 137. Nele determina-se que o SGSO deve ser desenvolvido e mantido pelo detentor do COA ou pelo gestor responsável.

O detentor do COA deverá elaborar o Manual de Gerenciamento de Segurança Operacional [MGSO]. Após a elaboração, o manual deve ser aprovado pelo gestor responsável ou pelo próprio detentor do COA, e em seguida enviado para a ANAC para que seja aprovado.

A vigência do manual tem validade a partir da aprovação do detentor do COA ou do gestor responsável.

Após a aceitação do manual pela ANAC, o mesmo passa a ter validade indeterminada, porém, o documento de aceitação poderá ser revogado, cassado ou suspenso em caso de não cumprimento de requisitos, prazos estabelecidos, recomendações e correções.

A estrutura do SGSO, contido no MGSO, deverá ser divulgada pelo detentor do COA a todos os setores e funcionários da empresa, podendo ser divulgado completo ou parcialmente. Deve ainda, ser garantido o fácil acesso dos funcionários às partes do MGSO relativas às suas funções.

Os dados relativos à segurança operacional bem como os de cumprimento das atividades planejadas, deverão ser enviados à ANAC semestralmente pelo detentor do COA.

Esta legislação também dispõe da obrigatoriedade de todo indivíduo que tenha conhecimento de qualquer acidente aeronáutico, comunicá-lo à autoridade pública mais próxima. Já os operadores devem comunicar imediatamente ao Comando da Aeronáutica.

4.2 GERENCIAMENTO DO RISCO

Gerenciamento de Riscos é um processo onde pilotos podem sistematicamente identificar perigos, avaliar o grau de risco e determinar a melhor forma de agir. (FAA, 2009)

Envolve a boa tomada de decisão que permite ao piloto identificar atitudes pessoais que são perigosas ao voo, e aplicar técnicas de modificação de comportamento, identificar e saber lidar com o estresse, por exemplo, e usar da melhor forma todos os recursos disponíveis.

No gerenciamento do risco, é necessário saber conceituar e diferenciar os riscos dos perigos.

Portanto, o perigo pode ser definido como uma condição presente, evento, circunstância ou objeto que pode contribuir ou levar a uma condição não planejada ou indesejada, como um acidente, por exemplo. (FAA, 2009)

São exemplos de perigos presentes na aviação agrícola: as redes de alta tensão, a fadiga do piloto, e o uso de equipamento impróprio em aeronaves e a manutenção precária.

O reconhecimento do perigo é fundamental para iniciar o processo de gerenciamento do risco. Às vezes é necessário observar o passado imediato da condição e projetar sua progressão. A habilidade de projetar uma condição no futuro advém do treinamento, da experiência e da observação.

A personalidade é influente na maneira de como o perigo é medido. Pessoas naturalmente prudentes tendem a se sair melhor no reconhecimento dos perigos porque estes não são subestimados.

Pode-se concluir então que a personalidade interfere no estilo de vida do indivíduo de forma geral. O comportamento inadequado em atividades cotidianas poderá se repetir durante o desempenho das atividades profissionais.

Para evitar ou diminuir a influência da personalidade nas atividades de pilotagem, investimentos em educação foram necessários, a exemplo do *Cockpit Resources Management* [CRM], introduzido nos anos de 1970, ajuda tripulações a reconhecer os perigos e providenciar modos de eliminá-los ou minimizar o seu impacto.

O risco (que é expresso em termos de probabilidade e severidade) pode ser definido como o impacto futuro de um perigo que não foi controlado ou eliminado; uma incerteza futura criada pelo perigo, e, se envolver um conjunto de habilidades, a mesma situação pode produzir riscos diferentes. (FAA, 2009)

Ao relacionar com a situação anterior dos perigos: se a rede de alta tensão não está sinalizada, poderá haver o risco de colisões contra elas, um piloto fatigado não é capaz de realizar missão com níveis de atenção requeridos, o potencial de alguma peça imprópria colocada na aeronave ou a manutenção precária poder representar o risco de uma falha mecânica.

Para a identificação e mitigação do risco, pode ser utilizado o *PAVE checklist*, onde na sigla em português, 'P' representa o piloto (*Pilot*), 'A' e aeronave (*Aircraft*), 'V' o ambiente (*enVironment*) e 'E' as pressões externas (*External pressures*).

O piloto 'P', que é um dos fatores de risco em um voo, deverá indagar-se 'estou pronto para este voo?' levando em conta a experiência, as condições físicas e emocionais. Um modelo padronizado usado para a autoavaliação das condições de saúde é o *checklist IMSAFE* (FAA,

2009), que pode determinar a disponibilidade física e mental para o voo e oferece uma boa avaliação geral do bem estar do piloto.

No *checklist IMSAFE* o seguinte questionário deve ser respondido:

- a) **I** – doença (*Illness*) – ‘Possuo algum sintoma?’
- b) **M** – medicamento (*Medication*) – ‘Estou tomando medicamentos prescritos?’
- c) **S** – estresse (*Stress*) – ‘Estou sofrendo alguma pressão psicológica no trabalho? Preocupado com questões familiares, financeiras ou problemas de saúde?’
- d) **A** – álcool (*Alcohol*) – ‘Ingeri bebida alcoólica nas ultimas 8 horas? 24 horas?’
- e) **F** – fadiga (*Fatigue*) – ‘Estou cansado e sem descanso adequado?’
- f) **E** – emocional (*Emotional*) – ‘Estou emocionalmente perturbado?’

O auto questionamento em relação à aeronave ‘A’ no *checklist PAVE* deve ser realizado da mesma forma como no primeiro item:

- a) A familiaridade com a aeronave e se esta é o modelo correto para o tipo de voo a ser realizado?
- b) A aeronave está devidamente equipada para o voo com os equipamentos adequados?
- c) A aeronave é capaz de voar com a carga planejada e pode operar com os equipamentos instalados?
- d) A quantidade de combustível está correta? Está checada? A aeronave possui capacidade de combustível suficiente para o voo, incluindo a reserva?

Em relação ao ambiente ‘V’, as condições climáticas e o terreno devem ser observados. Ao definir os mínimos pessoais para este item, o clima deve ser avaliado, considerando as condições de visibilidade, a possibilidade de o tempo não estar conforme a previsão, os ventos nos aeroportos a serem operados, tempestades presentes no momento ou nas previsões e as condições de formação de gelo.

O terreno deve ser avaliado em relação a obstáculos que devem ser evitados, especialmente à noite ou em condições de baixa visibilidade. As altitudes mínimas para os voos VFR (*Visual Flight Rules*) ou IFR (*Instrument Flight Rules*) presente nas cartas devem ser respeitadas e avaliadas/observadas durante o planejamento do voo.

As pressões externas 'E' são influencias externas ao voo que podem criar a sensação de pressão para completar o voo.

Ao que os *checklists PAVE* e *IMSAFE* são respondidos, os riscos podem ser identificados e sua avaliação realizada onde é necessário analisar a probabilidade da ocorrência e a sua severidade. Para a análise da probabilidade, de acordo com a FAA (2009), esta é classificada em:

- a) Frequente – é provável que ocorra muitas vezes = 5.
- b) Ocasional – é provável que ocorra algumas vezes = 4.
- c) Remota – evento incomum, mas que pode ocorrer = 3.
- d) Improvável – muito improvável que ocorra = 2.
- e) Extremamente improvável – quase impossível que ocorra = 1.

A severidade, ou a consequência da ação, também de acordo com a FAA (2009), é relacionada com a gravidade do dano que pode ser causado:

- a) Catastrófico – perda de equipamento / fatalidades = A.
- b) Crítico – lesões graves em pessoas/ danos graves aos equipamentos = B.
- c) Maior – lesões a pessoas/ incidentes graves/ danos menores = C.
- d) Menor – utilização dos procedimentos de emergência/ limitações operativas/ incidentes menores = D.
- e) Insignificante – consequências leves = E.

Para avaliar os riscos conforme as relações da probabilidade e da severidade, os dois parâmetros são cruzados, conforme na Tabela 2:

PROBABILIDADE	SEVERIDADE				
	Catastrófico (A)	Crítico (B)	Maior (C)	Menor (D)	Insignificante (E)
Frequente – 5	5 ^a	5B	5C	5D	5E
Ocasional – 4	4 ^a	4B	4C	4D	4E
Remoto – 3	3 ^a	3B	3C	3D	3E
Improvável – 2	2 ^a	2B	2C	2D	2E
Extremamente improvável – 1	1 ^a	1B	1C	1D	1E

Tabela 2: Classificação dos Riscos, segundo a avaliação da Probabilidade e Severidade (FAA, 2009).

Caso a classificação se dê nas zonas vermelhas ou amarelas, medidas devem ser tomadas para a mitigação dos riscos. Após isto é feita a reclassificação já com as medidas adotadas.

Preferencialmente os riscos devem ser trazidos à zona verde. Porém, se mesmo após as medidas, se estes permanecerem na zona amarela, a operação pode continuar, mas com restrições que visem controlar e manter os riscos existentes nesta zona (restrições operacionais, por exemplo).

Este método de gerenciamento é utilizado para controlar, eliminar ou reduzir os riscos dentro dos parâmetros de aceitabilidade. O gerenciamento do risco é único para cada indivíduo, portanto o nível aceitável pode variar de pessoa para pessoa.

Outro método que pode ser usado para o gerenciamento do risco, é a utilização do acrônimo ‘*DECIDE*’ (FAA, 2009), que é baseado nos processos de tomada de decisão analítica, que consiste em um método de decisão que requer tanto o tempo quanto a avaliação das opções:

- a) D – definir o problema.
- b) E – estabelecer critérios.
- c) C – considerar todas as alternativas.

- d) I – identificar a melhor alternativa.
- e) D – desenvolver e implantar um plano de ação.
- f) E – avaliar e monitorar a solução.

Este método, que faz parte do processo de tomada de decisão, auxilia na escolha e melhoria na habilidade de se chegar às melhores tomadas de decisões durante as operações.

4.3 O SRM E O PROJETO AASRM

A Federal Aviation Administration (FAA, 2009), define o SRM como a capacidade de gerenciar todos os recursos disponíveis para o piloto, na aeronave e fora dela, antes e durante o voo.

Conceitos do CRM, que foca nos pilotos operando num ambiente de equipe, foram aplicados às operações dos pilotos que voam sozinhos em aeronaves, na aviação geral e agrícola, e permitiram o desenvolvimento do SRM que ajuda o piloto a manter a consciência situacional ao gerenciar a automação, os controles da aeronave e a navegação, e a avaliar os perigos e gerenciar os riscos.

O SRM fornece o acrônimo 5P (*Plan* – Planejamento, *Plane* – avião, *Pilot* – piloto, *Passengers* – passageiros e *Programming* – programação), que está baseado na ideia de que pilotos possuem cinco variáveis que influenciam em seus ambientes e na tomada de decisão de forma positiva e negativa. É utilizado para avaliar a situação do piloto em decisões chaves durante o voo ou em situação de emergência.

A observação detalhada do acrônimo 5P é descrita a seguir, onde:

- a) *Plan* (planejamento) – contém elementos básicos do planejamento: meteorologia, rota, combustível, etc. o planejamento não é apenas do voo, mas de todo evento que cerca o voo em si e permite ao piloto completar a tarefa ou a missão.

- b) *Plane* (aeronave) – se trata da aeronave a ser usada na missão, se esta está em boas condições de funcionamento e é capaz de realizar o voo.
- c) *Pilot* (piloto) – as condições do piloto para a realização da tarefa ou missão designada. A utilização do checklist IMSAFE é eficaz nesse item.
- d) *Passengers* (passageiros) – podem causar distrações, pressões, ou serem úteis aos pilotos, na leitura de checklists ou verificação de trem de pouso por exemplo.
- e) *Programming* (programação) – os equipamentos de navegação, que estão cada vez mais sofisticados podem aumentar a consciência situacional do piloto ao reduzir a carga de trabalho do mesmo, ou diminuí-la ao que o piloto concentre sua atenção somente nestes equipamentos.

A FAA (2009) recomenda que pelo menos cinco vezes antes e durante o voo, o piloto deve revisar e considerar os 5P's e tomar a decisão apropriada de acordo com a situação presente no voo.

Baseado no modelo do SRM, o AASRM utiliza processos e conceitos adaptados para as operações da aviação agrícola. Este modelo é proposto por um grupo de pesquisadores e estudantes do ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica – que é apresentado e detalhado no artigo Proposta de Criação do Modelo ‘AASRM’: Adaptação do Conceito SRM ao Cenário da Aviação Agrícola Brasileira (Bacagini et al., 2012a).

Para isso foram extraídos elementos do modelo de “*Risk Assessment*” do FAA para componentes SRM onde as questões foram adaptadas e foi considerado o mesmo grau de importância para pontuação das perguntas nos checks. Também foi inserida a mesma escala utilizada pelo FAA na mensuração do risco. (Bacagini, et al., 2012b)

Um fluxo do modelo AASRM foi criado para facilitar a interpretação e entendimento do modelo que tem como base o ‘mind map’ que é uma técnica gráfica que utiliza imagem, palavra, número, cor, percepção espacial, para melhorar a aprendizagem e raciocínio (Buzan,

2011), e a '*Safety Science*' que é uma revista científica internacional, que serve como fonte de pesquisa em ciência e tecnologia para segurança humana e industrial. No *mind map* é possível criar perguntas de *check* para o '*Risk Assessment*'.

O formulário de avaliação do risco da FAA é utilizado como base para o formulário criado para o modelo AASRM com as questões envolvidas na aviação agrícola. Após o questionário ser respondido, o grau de risco é obtido. O modelo AASRM então aponta quais conceitos do SRM devem ser aplicados na operação em questão para que os riscos sejam mitigados, por meio da guia 'Componentes AASRM'.

O 'fator regional', outro item presente no modelo, considera possíveis dificuldades em cumprimento dos requisitos e a aplicação dos *checks* de acordo com a região do Brasil (separadas por SERIPA), levando em consideração as questões culturais.

Com os resultados do questionário do '*Risk Assessment*' e do 'fator regional' o modelo calcula o 'Fator de Risco' do Modelo AASRM. Este fator diminui quando se aumenta os componentes do SRM aplicados e aumenta quando o risco associado resultante da soma dos graus de risco é aumentado.

Este modelo ainda é um projeto de grande potencial para a mitigação dos riscos presentes na aviação agrícola porque identifica os fatores contribuintes e apresenta os componentes específicos que devem ser aplicados a fim tornar a operação segura.

5 CONCLUSÃO

A análise dos dados das estatísticas anuais disponibilizadas pela ANAC apontou a aviação agrícola como a segunda maior no número de ocorrências, assim como as principais causas das ocorrências: perda de controle em voo/solo, falha de motor em voo e colisão em voo com obstáculos.

Os fatores humanos, considerados como maior contribuinte nessas ocorrências apresentados no artigo foram: a fadiga, a consciência situacional, a cultura e a manutenção, que se mostra deficiente dado os números de ocorrências devido a problemas com o motor, por causa da manutenção inadequada, uso de peças incorretas ou desgastadas.

As fiscalizações por parte da Autoridade Aeronáutica, o Gerenciamento do Risco que disponibiliza métodos de identificação, avaliação, mitigação, controle dos perigos e riscos; e o SRM e AASRM, que são modelos que ajudam na identificação, avaliação e controle dos riscos envolvendo o processo de tomada de decisão, fazem parte do conjunto de processos e técnicas aplicáveis ao controle dos fatores contribuintes nas ocorrências da aviação agrícola.

O AASRM ainda é um projeto que utiliza conceitos do SRM. Os experimentos realizados pelos pesquisadores que o desenvolveram, aplicando-o em situações que aconteceram, demonstraram eficácia nos resultados. É importante que este sistema de gerenciamento específico para a aviação agrícola deixe de ser apenas um projeto e seja aplicado efetivamente.

O estudo dos fatores contribuintes e dos mecanismos de mitigação é amplo e se aplica a todos os tipos de aviação. Porém a aviação agrícola possui peculiaridades que podem dificultar na obtenção de resultados positivos na diminuição de ocorrências.

Os voos e manobras muito próximo ao solo, pilotos trabalhando sob pressão para que consigam cumprir as missões, pois o êxito na colheita depende da eficácia na pulverização dos defensivos que eliminam as pragas, e pelo fato da maioria das operações serem em regiões de interior e estarem longe dos ‘olhos’ da fiscalização, muitas atitudes e comportamentos imprudentes dos pilotos potencializam os perigos e riscos já inerentes à operação agrícola.

É necessária a conscientização dos pilotos e das empresas no que diz respeito a seguir as legislações e os limites de cada aeronave agrícola que constam nos manuais das mesmas, seja para operação ou manutenção. As aeronaves agrícolas não devem ser usadas para manobras

acrobáticas, pois não foram desenvolvidas com essa intenção. A utilização das mesmas deve ser feita de forma profissional.

Os limites do ser humano, no caso, do piloto de avião agrícola, devem ser respeitados. As atividades da aviação agrícola são desgastantes, porque exigem atenção ímpar ao manipular os equipamentos de pulverização e manobrar as aeronaves. Portanto os limites de carga de trabalho não devem ser ultrapassados, o descanso deve ser adequado para evitar surgimento do stress e da fadiga.

O Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional implantado, estimulado e praticado por todos os envolvidos nas operações é essencial. Quanto maior o investimento em sistemas de prevenção e gerenciamento de segurança, menor será a despesa com perdas.

O sucesso na prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos depende de todos. O êxito e solidez que se têm obtido no que diz respeito ao SGSO nas empresas aéreas de voo regular pode e deve ser repetido na aviação agrícola, geral e de instrução.

ACCIDENTS IN AGRICULTURAL AVIATION: HUMAN FACTORS AND MITIGATION METHODS

ABSTRACT: The agricultural aviation, which is of great importance for the Brazilian and world agriculture given ease and efficiency in spraying pesticides, presents significant number of accidents and incidents. Brazil has a number of agricultural aviation companies, together with private operators, has 2083 aircrafts according to the Brazilian Aeronautical Registry data [RAB] in 2017. According to the annual data of aircraft accidents and incidents provided by the Civil Aviation Brazilian Agency [ANAC], consisted in the period between 2010 and 2015, 840 accidents or incidents - in Brazilian aviation, where 24% of these occurrences in agricultural aviation. Loss of control in-flight or on the ground, the in-flight engine failure in and collisions against obstacles caused 156 of 199 occurrences in this type of aviation. This article presents the human factors observed in these instances and describes the available methods to the control or eradication of these, based on analysis of statistics and publications of studies on the issue, mainly the Risk Management which is part of the Safety Management System [SMS].

KEYWORDS: Safety Management System, Risk. Risk Assessment. Single Pilot Resources Management [SRM].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Airbus (2007) Flight Operations Briefing Notes: *Enhancing Situational Awareness*. Disponível em: <<http://skybrary.aero/bookshelf/books/173.pdf>> Acesso em: 17 nov. 2015.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC] (2012) RBAC nº137 – Certificação e Requisitos Operacionais: *Operações Aeroagrícolas*. Brasília: Agencia Nacional de Aviação Civil. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/RBAC137EMD00.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2015.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC] (2014) RBAC nº43 – Manutenção, Manutenção Preventiva, Reconstrução e Alteração. Brasília: Agencia Nacional de Aviação Civil. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-043-emd-01/@@display-file/arquivo_norma/RBAC43EMD01.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2017.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC] (2014) Instrução Suplementar nº120-001B – Programa de Manutenção de Empresas de Transporte Aéreo. Brasília: Agencia Nacional de Aviação Civil. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/certificacao/CI/Textos/IS-120-001B-P.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2017.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC] (2011). *Relação de Acidentes Aeronáuticos em 2010*. Brasília. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/estatistica/acidentes/2010.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2015.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC] (2012). *Relação de Acidentes Aeronáuticos em 2011*. Brasília. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/estatistica/acidentes/2011.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2015.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC] (2013). *Relação de Acidentes Aeronáuticos em 2012*. Brasília. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/estatistica/acidentes/2012.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2015.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC] (2014). *Relação de Acidentes Aeronáuticos em 2013*. Brasília. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/Estatistica/acidentes/2013.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2015.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC] (2015). *Relação de Acidentes Aeronáuticos em 2014*. Brasília. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/sites/000/10/2014/12/ACIDENTES2014.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2015.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC] (2017). *Relação de Empresas Aeroagrícolas em 18 de mar. 2016*. Brasília. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/especializadas/Aeroagricola.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2017.
- Araújo, Eduardo Cordeiro (2015). *Histórico e Perfil da Aviação Agrícola Brasileira*. [S.l.]. Disponível em: <<http://sindag.org.br/wp-content/uploads/2016/11/Histórico-e-perfil-da-aviacao-agricola-brasileira.pdf>>. Acesso em: 12 Jul. 2017.

- Araújo, Eduardo Cordeiro (2017). *Frota Brasileira de Aviões Agrícolas*. Pelotas. Disponível em: < <http://sindag.org.br/wp-content/uploads/2016/12/Frota-Agrícola-2016.pdf>>. Acesso em: 12 Jul. 2017.
- Bacagini, Diego Junque et all (s.d.) Proposta de Criação do Modelo “AASRM – Agricultural Aviation Single Pilot Resources Management”: *Adaptação do Conceito SRM ao Cenário da Aviação Agrícola Brasileira*. S. J. dos Campos. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/12729670-Ita-instituto-tecnologico-de-aeronautica-resumo.html>>. Acesso em: 22 jun. 2015.
- Bacagini, Diego Junque et all (2012) Proposta de Criação do Modelo “AASRM – Agricultural Aviation Single Pilot Resources Management”. 95f. Dissertação (Especialização em Segurança da Aviação e Aeronavegabilidade Continuada) – Instituto Tecnológico da Aeronáutica. S. J. dos Campos.
Disponível em: < <http://rmscorp.wix.com/aasrm#!downloads/c7sn>>. Acesso em: 18 jul. 2015.
- Belcastro, Christine M.; Foster, John V. (2010). *Aircraft Loss-of-Control Accident Analysis*. Nasa Langley Research Center. Disponível em: < <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20100030600.pdf>> . Acesso em 12 jul. 2017.
- BRASIL. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Relatório Final A – 035/CENIPA/2013. Brasília, 2013. Disponível em: < <http://prevencao.potter.net.br/detalhe/47025/PTGNV>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- BRASIL. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Relatório Final A – 230/CENIPA/2013. Brasília, 2013. Disponível em: < <http://prevencao.potter.net.br/detalhe/50252/PTGPJ>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- BRASIL. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Disponível em: < <http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/ultimas-noticias/1104-seripa-v-realiza-curso-de-seguranca-para-aviacao-agricola>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- Buzan, Tony (2011) *Mind Mapping: What is Mind Map*. Disponível em: < <http://www.tonybuzan.com/about/mind-mapping/>> . Acesso em: 20 jun. 2016.
- Drescher, Marcelo (2012) *Manual de Piloto Agrícola*. São Paulo: Bianch.
- Edwards, Doug; Douglas, John; Edkins, Graeme (1998) *Situation Awareness: Techniques to make sure you don't lose sight of the big picture*. Flight Safety Australia Magazine. Austrália. Disponível em: < https://www.casa.gov.au/sites/g/files/net351/f/assets/main/fsa/1998/nov/sit_awre.pdf> . Acesso em: 16 nov. 2015.
- Brasil (s.d.) Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. *Vistoria de Segurança Operacional*. Brasília. Disponível em: < <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/dpc/vso.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2016
- Brasil (1969) Decreto-Lei nº 917, de 08 de Outubro de 1969. Dispõe sobre o emprego da aviação agrícola no país, e dá outras providências. Brasília. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1960-1969/decreto-lei-917-7-outubro-1969-375251-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 22 out. 2015.
- Brasil (1986) Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7565.htm>. Acesso em: 22 out. 2015

- Carvalho, W. P. A (2005) *Estudo Comparativo entre Métodos de Amostragem de Gotas para Determinação de Faixa de Deposição nas Aplicações de Produtos Líquidos*. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho.”, Botucatu.
- Fajer, Marcia; Almeida, Idelberto M.; Fischer, Frida (2010) *Fatores Contribuintes Aos Acidentes Aeronáuticos*. Revista Saúde Pública, São Paulo. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102011000200024>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- Federal Aviation Administration [FAA] Risk Management Handbook. Washington, 2009. Disponível em: < http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/media/faa-h-8083-2.pdf>. Acesso em: 24 out. 2015.
- International Air Transportation Association [IATA] *Loss of Control In-flight Accident Analysis Report*. Montreal, 2015. Disponível em: < <https://www.iata.org/whatwedo/safety/Documents/LOC-I-1st-Ed-2015.pdf>>. Acesso em 12 jul. 2017.
- International Civil Aviation Organization [ICAO]. Disponível em: <<http://www.icao.int/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 27 jun. 2015.
- International Civil Aviation Organization [ICAO] (2011). *Aviation Occurrence Categories* Disponível em: < https://www.icao.int/APAC/Meetings/2012_APRAST/OccurrenceCategoryDefinitions.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2017.
- Kanashiro, Ricardo Gakiya (2013) *Jornada De Voo na Aviação de Transporte e a Prevenção da Fadiga*. [S.l.]. Disponível em: < <http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/156/259>>. Acesso em: 24 dez. 2015.
- Marques, E. (2004) Fator Humano In: Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI). Seminário Internacional de Fator Humano. CTA: São José dos Campos.
- Martins, Daniela De Almeida et all (s.d.) *O Conceito de Fatores Humanos na Aviação*. [S.l.]. Disponível em: < http://www.fef.unicamp.br/fef/sites/uploads/deafa/qvaf/fadiga_cap14.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2015.
- National Transportation Safety Board [NTSB] (2014) *Special Report on the Safety of Agricultural Aircraft Operations*. Washington. Disponível em: < <http://www.nts.gov/safety/safety-studies/Pages/SIR1401.aspx>> Acesso em: 10 out. 2015.
- Portal G1 (2016) Avião Agrícola que Caiu e Matou Dois só Podia Voar com Uma Pessoa. Disponível em: < <http://g1.globo.com/goias/noticia/2016/01/aviao-agricola-que-caiu-e-matou-2-so-podia-voar-com-uma-pessoa-diz-anac.html>>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- Rodeguero, Miguel A.; Branco, Humberto (2013) *Gerenciando o Risco na Aviação Geral*. São Paulo: Bianch.
- Silva, Kalina V.; Henrique, Maciel (2006) *Dicionário de Conceitos Históricos*. São Paulo: Contexto. Disponível em: < http://www.igtf.rs.gov.br/wp-content/uploads/2012/03/conceito_CULTURA.pdf>. Acesso em 13 jan. 2016.
- Silva, Daniel Ananias. Figura 1: Distribuição percentual das ocorrências aéreas no período 2010-2015. 2016.

- Silva, Daniel Ananias. Figura 2: Distribuição percentual das ocorrências aéreas no período 2010-2015, estratificadas por ano e tipo de aviação. 2016.
- Silva, Daniel Ananias. Tabela 1: Distribuição quantitativa das principais causas de ocorrências aéreas, no período 2010-2015. 2016.
- Simão, Alexander Coelho (2010) Acidentes nas Operações Aeroagrícolas: Análise do Fator Humano. [S.l.]. Disponível em: <
<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/download/46/81>>. Acesso em: 22 nov. 2015.
- Stave, Allan M. (1977) The Effects Of Cockpit Environment on Long-Term Pilot Performance. Human Factors 19. [S.l.]. Disponível em: <
<http://www.dviaviation.com/files/38800976.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2016.
- Stolzer, Alan J.; Halford, Carl D.; Goglia, John J (2011) Sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional na Aviação. São Paulo: DCA-BR.