

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/303698456>

Patterns characterization in General Aviation accidents

Conference Paper · November 2015

CITATIONS

0

READS

111

3 authors:



Rafael Medeiros Hespanhol
Niagara College

53 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



José Augusto Abreu Sá Fortes
University of Brasília

12 PUBLICATIONS 6 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Danillo Roberto Pereira
University of Western São Paulo/Analytics2Go

120 PUBLICATIONS 368 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Quaternions and Octonions Mapping Applied in Machine Learning Tuning [View project](#)



Finite Element Methods Applied in Computer Science [View project](#)

CARACTERIZAÇÃO DE PADRÕES NOS ACIDENTES DA AVIAÇÃO GERAL

Rafael Medeiros Hespanhol

José Augusto Abreu Sá Fortes

Universidade de Brasília – Programa de Pós-Graduação em Transportes

Danillo Roberto Pereira

Universidade do Oeste Paulista – Faculdade de Informática de Presidente Prudente

RESUMO

O presente trabalho busca estabelecer padrões nos acidentes da aviação geral, identificando as principais características dos acidentes a fim de prevenir novas ocorrências. Utiliza-se um classificador de padrões baseado em Floresta de Caminhos Ótimos (OPF) como forma de complementar os resultados estatísticos e permitir uma análise mais profunda do tema, com dados extraídos dos Relatórios Finais de acidentes emitidos pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Os resultados mostram a robustez da ferramenta para análise da amostra, entretanto alguns resultados não são conclusivos em determinados tipos de variáveis. Por meio dessa ferramenta, busca-se estabelecer a relação entre qualificação e experiência do piloto, tipo de aeronave, fatalidade do acidente, presença de copiloto e os fatores contribuintes para os acidentes, visando fomentar a discussão acerca de novas regras para a categoria, sempre com foco na melhoria da segurança de voo.

1. INTRODUÇÃO

O transporte aéreo assume, mundialmente, papel de destaque na integração de diferentes países e mercados facilitando a globalização, juntamente com a evolução tecnológica em áreas como comunicação e informática (CASTLES, 2002). No Brasil, isso não é diferente com aumento significativo no volume de carga e número de passageiros transportados nos últimos anos (SALGADO et al, 2010).

Uma das categorias de transporte aéreo é a aviação geral (executiva), que engloba desde modelos de alta velocidade conhecidos por “jatos” e turboélices até aviões de menor velocidade como os convencionais (movidos pelo conjunto pistão-hélice) (ABAG, 2013; SANTI, 2009). Essa categoria é usada tanto para o transporte quanto para o lazer, e possui características técnicas, operacionais e regulatórias distintas da aviação regular, mantendo em comum um dos preceitos mais importantes e antigos em setores aeronáuticos: a segurança de voo. O Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes (Cenipa), apresenta que no período entre 2003 e 2012, a proporção de acidentes na aviação geral foi muito superior à aviação regular. No mesmo documento, tem-se que na aviação geral brasileira, os fatores humanos são responsáveis pela maior parte dos acidentes (SANTI, 2009; BRASIL, 2013).

Procura-se no presente trabalho identificar e analisar os fatores contribuintes e os padrões dos acidentes da aviação geral no Brasil entre 2005 e 2013, a fim de compreender quais devem ser os esforços de prevenção, dando continuidade ao trabalho de Santi (2009) em que o autor conclui que “medidas educativas estão entre as mais recomendadas para evitar que novos acidentes ocorram pelos mesmos motivos” (SANTI, 2009).

2. SEGURANÇA DE VOO NA AVIAÇÃO GERAL

A revisão bibliográfica do trabalho busca explicar brevemente as categorias da aviação para explicitar que “aviação geral” não é sinônima de “aviação em geral”. Para isso, explicam-se as categorias de registro de aeronaves privadas estabelecidas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), bem como os tipos de aeronaves que fazem parte da frota da aviação geral, chegando à conclusão de que a categoria é equivalente ao transporte rodoviário

motorizado individual.

Após essa caracterização da aviação geral, explica-se que o conceito de segurança de voo é o “estado no qual o risco de lesões às pessoas ou danos aos bens se reduzem e se mantêm em um nível aceitável, por meio de um processo contínuo de gerenciamento de riscos”, conforme define a Organização Internacional da Aviação Civil (OACI) (2013, p.17. tradução livre). No trabalho, são apresentadas também algumas especificidades da segurança de voo na aviação geral com base em fontes primárias e secundárias.

A Teoria de Reason, que embasa o trabalho, é conhecida por modelo do “queijo suíço”, e defende que um acidente acontece devido a vários fatores contribuintes combinados, não derivando de causas isoladas (REASON, 1995). Reason explica a segurança de voo é defendida por camadas de defesa que garantem a segurança e são ameaçadas por falhas latentes e ativas (REASON, 1995). As falhas latentes são resultados de decisões tomadas em níveis mais elevados do sistema e que permanecem dormentes até que seus efeitos sejam ativados por circunstâncias operacionais, conhecidas por falhas ativas – que seriam falhas de equipamento ou os erros operacionais. De acordo com a teoria de Reason, as falhas ativas não são, portanto, a causa das rupturas nessas camadas de defesa, mas apenas o estopim de falhas latentes (REASON, 1995).

Considerando isso, explicam-se os fatores contribuintes para um acidente aeronáutico e as suas divisões quanto à “Área” (fatores materiais ou humanos) e quanto ao “Aspecto” do fator (médicos psicológico, operacional e material). São explicados também os fatores humanos, que devem ser considerados como consequência de fatores sistêmicos, muitas vezes distantes da operação – e não apenas das limitações humanas (BARRETO, 2008). A simples associação do erro humano ao desempenho deficiente dos operadores na ponta de linha é um equívoco (HELMREICH, 1998; BARRETO, 2008).

Para se compreender a dinâmica envolvida nos fatores humanos que são analisados nos relatórios é apresentado o *Human Factors Analysis and Classification System*, conhecido também como Modelo HFACS. O HFACS que é um modelo dividido em quatro níveis e é utilizado para investigar e analisar as causas de acidentes aeronáuticos decorrentes especificamente de fatores humanos (WIEGMANN; SHAPPELL, 1997). Para explicar o elemento humano “piloto” na aviação geral, é necessário compreender as exigências do setor, e para auxiliar a compreensão do tema, utiliza-se o modelo SHELL (HAWKINS, 1993). Esse modelo é representado num diagrama de blocos dentados, significando as interfaces entre os elementos do sistema, indicando que é necessário um ajuste cuidadoso entre esses blocos para evitar sobrecarga no sistema e eventual ruptura. A robustez do emprego desse modelo se dá em considerar o humano como elemento central do sistema complexo e seu inter-relacionamento com outras interfaces, quais sejam: programação, equipamento, ambiente, ser humano e outros seres humanos (HAWKINS, 1993).

3. FERRAMENTAS, PROCEDIMENTOS E MÉTODOS

Esse trabalho não aprofunda em aspectos técnicos específicos das ferramentas utilizadas ou de seu desenvolvimento na área da ciência da computação, apenas explorando o potencial analítico de seus resultados. Para tanto, é apresentado o levantamento, coleta e organização dos dados de acidentes nos Relatórios Finais emitidos pelo Cenipa, o tratamento estatístico desses dados, e por fim a Floresta de Caminhos Ótimos (OPF), que é o método de Inteligência

Artificial utilizado.

Objetiva-se estudar a população de acidentes da aviação geral, e para se chegar ao total de acidentes exclusivamente relacionados à categoria foram realizadas seis etapas de refinamento restando 146 Registros de Acidentes da Aviação Geral no período 2005 a 2015. Desses, apenas 93 possuem Relatórios Finais disponíveis, que são utilizados no trabalho. Os dados extraídos dos relatórios são: “Matrícula da Aeronave”, “Quantidade de Fatores *Contribuiu*”, “Quantidade de Fatores *Indeterminados*”, “Quantidade Total de Fatores”, “Tipos de Fatores”, “Experiência do Piloto”, “Qualificação do Piloto”, “Vítimas fatais”, “Motores da Aeronave” e “Presença de Copiloto”.

Para se conhecer os padrões de acidentes mais relevantes, será aplicado o método hipotético-indutivo por meio de Aprendizado de Máquina, uma área da Inteligência Artificial (IA). O método utilizado é conhecido como classificador de padrões Floresta de Caminhos Ótimos (*Optimum-Path Forest* – OPF), criado por Papa (2008). Não se encontrou a sua aplicação a nenhuma área relacionada à aviação ou à segurança, tornando a aplicação neste trabalho uma análise exploratória, e de certa maneira, inovadora. É utilizada a técnica não-supervisionada do OPF pelo fato de não desejar limitar os resultados, uma vez que essa técnica identifica primeiro uma amostra para cada amostra mais relevante e em seguida, define a zona de influência e robustez dessa amostra sobre as outras sem interferência do usuário.

De acordo com de Souza et al (2012), o algoritmo do OPF possui eficiência no processo de treinamento e eficácia, e na etapa de classificação dos dados. O autor ainda considera sua abordagem matemática como simples, explicando que a ferramenta fundamenta-se basicamente na Teoria dos Grafos e alguns algoritmos aplicados nesta Teoria, que são divididos em duas etapas, sendo elas respectivamente de Treinamento e de Testes. Nesse trabalho, é utilizada a versão 2.1, mais recente disponível em maio de 2015 (UNICAMP, 2015).

4. RESULTADOS E ANÁLISES PRELIMINARES

As análises do presente trabalho são divididas em duas grandes partes: estatística para se compreender o que se obtém de resultado tradicional estatístico dos dados; e os resultados e análises do que se obtém com a Floresta de Caminhos Ótimos, bem como algumas análises sobre a utilização da ferramenta.

Alguns resultados interessantes conseguidos com a estatística são que alta qualificação do piloto costuma estar relacionada à maior experiência, presença de copiloto e aeronaves bimotoras, mostrando um perfil de proprietário que busca mitigar tanto quanto possível as chances de acidente. Outro resultado interessante é que quanto mais fatores contribuintes, maior a chance de vítimas fatais. Considerando a investigação aeronáutica, percebeu-se maior dificuldade de se determinar fatores contribuintes em aeronaves bimotoras, fenômeno que deve ser mais bem explorado. Sugerem-se também maiores estudos sobre o mercado de trabalho dos pilotos, pois pilotos menos experientes possuem relação com a sua baixa experiência na aeronave específica, provavelmente devido a um possível menor vínculo empregatício e características de trabalho *freelance*, ou até mesmo ausência de treinamento específico nas aeronaves operadas no mercado.

Já nos resultados do OPF, verifica-se que apesar da maior quantidade de acidentes com

aeronaves monomotoras, acidentes com aeronaves bimotoras tendem a serem mais fatais. Quanto à qualificação dos pilotos e presença de vítimas fatais, percebe-se que quanto menor a qualificação (piloto privado), mais fatais os acidentes, e quanto mais qualificados os pilotos (licença tipo), menor a chance de o acidente ser fatal. Outro resultado interessante considerando a qualificação é que quanto maior a qualificação do piloto, menos fatores contribuintes acontecem, ou seja, um menor número de falhas latentes. O OPF mostra que pilotos com maior experiência na aeronave possuem menos fatalidades como sendo um padrão, enquanto que pilotos menos experientes na aeronave costumam possuir maior fatalidade nos acidentes. Além disso, notou-se que quanto maior experiência na aeronave, menor a quantidade de fatores contribuintes, ressaltando que as falhas latentes podem ser diminuídas quanto maior for a experiência na aeronave. Verifica-se que baixa experiência total está relacionada à presença de vítimas fatais enquanto que média experiência já mostra um padrão de acidentes sem vítimas.

Considerando a utilização do OPF, verifica-se que os resultados obtidos são interessantes, mas necessitam de cuidado por parte de quem os analisa especialmente em casos de muitas possibilidades de variáveis com baixa aderência das amostras. São feitas também análises sobre características das aeronaves dos acidentes, observações sobre afirmações contraditórias e imparciais contidas nos relatórios, bem como informações discrepantes quando se considera a legislação aeronáutica e o conteúdo dos relatórios finais e ressaltadas algumas melhores práticas nos relatórios, que são recomendadas a serem adotadas pelos investigadores para que se tenham relatórios mais elucidativos e conclusivos, considerando a segurança de voo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAG (2013) Associação Brasileira De Aviação Geral. Anuário Brasileiro de Aviação Geral - 2013. Disponível em: Acesso em 12 jun. 2015.
- BARRETO, M. R. M. (2008) A contribuição da psicologia para a segurança da atividade aeronáutica. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP).
- BRASIL. (2013). Folheto do Comando da Aeronáutica (FCA) 58-1. Panorama Estatístico da Aviação Civil Brasileira em 2012. Disponível em <http://www.cenipa.aer.mil.br/> Acesso em 31 jul. 2014.
- CASTLES, S. (2002) Migration und Community Formation under Conditions of Globalization. International Migration Review. v. 36. nº 4. Center for Migration Studies of New York.
- DE SOUZA, W.A. ALENCAR LOTUFO, R. DE RITTNER L. (2012) Análise comportamental da Optimum-Path Forest em diferentes funções métricas. Monografia.
- HAWKINS, F. H. (1993) Human factors in flight. Aldershot: Ashgate.
- HELMREICH, R. L. (1998) Error management as organizational strategy. In: Proceedings of the IATA. Human Factors Seminar. Bangkok, Thailandia.
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (ICAO). (2013) Safety Management Manual (SMM). Doc. 9859. Montreal, Canada. OACI. 2013. Disponível em: <http://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/> Acesso em jun. 2014.
- PAPA, J. P. (2008) Classificação Supervisionada de Padrões Utilizando Florestas de Caminhos Ótimos. Tese de Doutorado, Unicamp. Campinas, SP. Brasil
- REASON, J. (1995) Understanding adverse events: human factors. Qual. Saf. Health Care. v4. nº2.
- SALGADO, L. H., VASSALLO, M. D., OLIVEIRA, A. V. M. (2010) Regulação, Políticas Setoriais, Competitividade e Formação de Preços: considerações sobre o transporte aéreo no Brasil, Journal of Transport Literature, Vol 4, n.1, pp. 7-48.
- SANTI, S. (2009). Fatores Humanos Como Causas Contribuintes Para Acidentes e Incidentes Aeronáuticos na Aviação Geral. Monografia de Especialização. Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes. Universidade de Brasília. Brasília, DF.
- UNICAMP (2015) Instituto de Computação. Disponível em: <http://www.ic.unicamp.br/~afalcao/LibOPF> Acesso em 01 jul. 2015
- WIEGMANN, D.; SHAPPELL, S. (1997) Human factors analysis of post-accident data: applying theoretical taxonomies of human error. International Journal of Aviation Psychology.