**BOEING 737: DO AUGE À QUEDA**

VICTOR RANGEL DA CUNHA[[1]](#footnote-1)

HUMBERTO CÉSAR MACHADO[[2]](#footnote-2)

**RESUMO**

O presente trabalho possui como tema a história da aeronave denominada Boeing 737. Primeiramente, foi realizada uma análise reflexiva da historicidade que representa o auge da referida aeronave, até chegar ao contexto atual. Foram evidenciados estudos acerca da ocorrência da queda do *Boeing 737MAX*. Sabe-se que o *737 MAX* foi criado especificamente para disputar ganhos e desenvolvimento tecnológico com a aeronave *Airbus 320Neo*. De fato, considerou-se que a idealização deste panorama foi um projeto muito admirável, porém, dois acidentes fatais que aconteceram com essa aeronave abalaram o mundo, incluindo a Empresa *The Boeing Company*. Justamente por ser a Boeing uma empresa de respeito, muita polêmica foi envolvida nessa situação e, como consequência todas as aeronaves foram impedidas de voar o que causou um prejuízo econômico imensurável. Dessarte, no presente estudo será abordada a problemática que cercaram os acidentes ocorridos que envolveram a referida aeronave, os quais levaram em consideração a observância dos princípios da segurança operacional, mas que mesmo diante essa ação preventiva, sucedeu em erros graves. Portanto este estudo tem como objetivo explicar o que de fato aconteceu, as causas e os erros, explicando, por conseguinte do que se trata o ‘‘MCAS’’ e o efeito que este causa na aeronave. Pretende-se em segundo plano destacar estudos sobre os acidentes, analisando minunciosamente, e em seguida realizar a aplicação de duas teorias de segurança operacional e por fim, levantar conclusões relevantes ao ramo das ciências aeronáuticas. Neste trabalho será empregada a metodologia de pesquisa bibliográfica com base no objetivo de estudo explicativo, procurando identificar as causas do fracasso do Boeing 737 MAX. Tem-se como resultados encontrados deste estudo o fato de que vários erros, no decorrer do processo, foram cometidos e que os princípios de segurança foram quebrados, evidenciando que uma série de fatores influenciou a “queda” do MAX.

Palavras-chave:Boeing 737MAX, Segurança operacional, MCAS, Acidentes.

**ABSTRACT**

*The present work has as its theme the history of the aircraft called Boeing 737. First, a reflexive analysis of the historicity that represents the peak of that aircraft will be carried out, until reaching the current context. Studies on the occurrence of the crash of the Boeing 737MAX will be highlighted. It is known that the 737 MAX was created specifically to compete for gains and technological development with the Airbus 320Neo aircraft.* *In fact, it was considered that the idealization of this panorama was a very admirable project, however, two fatal accidents that happened with this aircraft shook the world, including The Boeing Company. Precisely because Boeing is a respected company, much controversy was involved in this situation and, as a consequence, all aircraft were prevented from flying which caused immeasurable economic damage. Thus, in the present study, the problem surrounding the accidents that involved the referred aircraft will be addressed, which took into account the observance of the principles of operational safety, but that even in the face of this preventive action, it happened in serious errors.* *So this study aims to explain what actually happened, the causes and the errors, explaining, therefore, what the ‘‘ MCAS ’’ is about and the effect it has on an aircraft.* *It is intended in the background to highlight studies on accidents, analyzing in detail, and then carry out the application of two theories of operational safety and, finally, to draw conclusions relevant to the field of aeronautical sciences.* *The methodology of this bibliographic research will be based on the explanatory study’s objective, identifying the causes of MAX’s failure. It has been found like results the fact that a lot of mistakes, in the course of the process, have been made and principles about operational security have been broken, showing a series of factors which influenced the fall of MAX.*

***Keywords:*** *Boeing**737MAX, Operational security, MCAS, Accidents.*

**INTRODUÇÃO**

É sabido que a aviação civil é um ramo que têm recebido grande quantidade de investimentos, pois se trata de um meio de transporte que se desenvolve muito rápido. A tecnologia e as inovações têm tomado conta da aviação, por conseguinte projetos novos surgem corriqueiramente nesse meio. As aeronaves mais modernas e tecnológicas se tornaram realidade nos dias atuais, e desta forma, a automação tende a aumentar cada vez mais dentro da cabine de comando. Dessarte, recentemente o mercado conheceu a mais nova aeronave da *The Boeing Company*, o 737MAX, que é a versão mais moderna da linha *Boeing 737*, equipado com a mais moderna tecnologia.

Hodiernamente, pelo desenvolvimento contínuo da tecnologia, tem-se o fácil acesso às informações do que acontece em qualquer lugar do mundo, o que inclui notícias referentes aos desastres aéreos que ocorrem a nível global. Nessa senda, evidenciam-se dois desastres aéreos – os quais ocorreram envolvendo a aeronave 737MAX – que chocaram inúmeras nações.

A partir desse ponto, o escopo central do estudo serão os acontecimentos envolvendo o 737MAX. Consequentemente, a partir da análise do contexto histórico, serão extraídos alguns ensinamentos relevantes para o ramo de estudo das ciências aeronáuticas. Como explicitado anteriormente, sabe-se que o 737MAX é uma aeronave desenvolvida com base na alta tecnologia do mercado, a qual foi planejada conforme as necessidades dos seus usuários, porém, mesmo com a atenção dos desenvolvedores na aplicação do princípio de segurança operacional, quais foram os erros cometidos pela *The Boeing Company* na criação do 737MAX?

Diante a problemática do tema, o objetivo geral desse trabalho será compreender e esclarecer quais foram os erros cometidos pela *The Boeing Company* na criação do 737MAX. Por sua vez, os objetivos específicos serão analisar o que previamente sucedeu à queda da aeronave, diante da polêmica e das afirmações equivocadas sobre o acontecimento, como também serão evidenciados às análises dos principais erros da *The Boeing Company*, compreendendo o mistério por trás do software MCAS, e finalmente, ter a oportunidade de relacionar duas teorias de segurança operacional, esclarecendo o futuro da aeronave.

Como resultado, o esclarecimento e o estudo desse tema trarão justificativa, aprendizados e conscientização aos pilotos e gestores, promovendo a segurança operacional. Neste trabalho será empregada a metodologia de pesquisa bibliográfica com base no objetivo de estudo explicativo, procurando identificar as causas do fracasso do Boeing 737 MAX, utilizando-se de análises bibliográficas como livros e artigos relacionados ao assunto. Quanto à natureza, é considerado básico, pois objetiva gerar conhecimento para o avanço do ramo das ciências aeronáticas, empregando-se consequentemente o método científico hipotético-dedutivo.

Espera-se encontrar como resultado, informações concretas do que aconteceu na história da aeronave, entendendo cada processo desde a criação da aeronave, até os acidentes que ocorreram com o 737MAX e, por fim, responder o problema levantado no início da introdução do artigo científico, com a finalidade de contribuir de forma significativa com o meio aeronáutico, e com mais alguns ensinamentos que afetam a matéria interdisciplinar, quais sejam do ramo da pesquisa da engenharia mecânica, e dos fatores relacionados aos eventos naturais, visto que neste ambiente o aprendizado é sempre bem-vindo e necessário.

**1 O NASCIMENTO DA THE BOEING COMPANY ATÉ O SURGIMENTO DO 737 MAX**

A empresa *The Boeing Company* foi criada por William Edward Boeing, nascido em primeiro de outubro de 1881, em Detroit. Em 1910 participou do primeiro encontro de aviadores em Los Angeles desenvolvendo então uma paixão pela aviação, que o levou a comprar uma instalação onde seria sua primeira fábrica de aeronaves (SCHEFKE, 2011).

A primeira aeronave feita por William foi chamada de B&W, um hidroavião. Um ano depois William decide mudar o nome da sua empresa de *Pacific Aero Product* para *Boeing Airplane Company*, que mais tarde ficaria conhecida como uma das mais famosas empresas na aviação, *The Boeing Company*. Dando continuidade ao processo de fabricação de aeronaves, William viu que a aviação naquela época estava estagnada, portanto, teve ideias que poucos tiveram e que poderiam revolucionar a aviação, como por exemplo, investir em aviões maiores para transporte de pessoas e também para serem utilizados como correio. Ele deu sequência a essa ideia e em 1930 faz seu primeiro voo com o seu avião comercial, o que revolucionou o mercado na época (BOEING, 2020).

Neste contexto pode-se perceber que houve um crescimento grande da empresa e o primeiro avião famoso produzido ficou conhecido como Boeing 247. Concorrentes começam a aparecer como a *Transcontinental & Western air (TWA),* que financia a produção do DC-1, aeronave produzida pela *Douglas Aircraft,* para ser concorrente do B247. William passa a conquistar feitos difíceis para época como cruzar o atlântico, o que elevou a fama das outras aeronaves produzidas, como o B-17 e o B-29, que mais tarde seriam usados na Segunda Guerra Mundial. Após a segunda guerra, dá-se início a era jato e consequentemente a empresa buscou ser referência nessa área e se destacou com as aeronaves Boeing 707 fabricado em 1957 e depois o Boeing 727, aeronave com 3 motores, fabricada em 1963. Em 1965, o nome Boeing era sinônimo de grandes aviões e jatos multi-motores e mais um grande projeto estava prestes a surgir. O novo bimotor comercial, o Boeing 737. O 737 era a aeronave mais nova produzida pela empresa. A primeira linha de produção foi feita em uma fábrica chamada Thompson Base, na qual foi apresentado ao mundo o primeiro B737, em 17 de janeiro de 1967 (BOEING, 2020).

A fim de economizar tempo de produção e trazer a aeronave ao mercado o mais rápido possível, a Boeing forneceu aos 737 a mesma fuselagem dos 707 e 727, de forma que a esteira de carga e bagagem pudesse ser utilizada para as três aeronaves. O 737 possui seis assentos lado a lado, o que foi uma vantagem de vendas por que podia transportar mais passageiros por carga do que seu concorrente, o DC-9, que possuía apenas cinco lugares lado a lado. A localização do motor e também suas características contribuíram para a fama da aeronave na época, pois apresentava poucos ruídos e vibrações comparadas a outras aeronaves (BOEING, 2020).

O Boeing 737 foi projetado para ser uma aeronave de baixo custo de operação e que voasse curtas e médias distâncias, diferente dos modelos anteriores que operavam de médias a longas distâncias, portanto, era necessário produzir uma aeronave que realizasse em média de 6 a 8 voos por dia. Sendo uma aeronave extremamente econômica, comparada aos outros jatos produzidos, logo ganhou fama em todo território norte americano e posteriormente no mundo todo gerando pedidos na África, América Central e do Sul, Ásia e Austrália (BOEING, 2020).

Antes eram necessárias três pessoas na cabine de comando, dois pilotos e um engenheiro de voo, porém com novas tecnologias empregadas no 737 a posição de engenheiro de voo tornou-se insignificante, tornando-se a primeira aeronave produzida para operar apenas com piloto e copiloto e fazendo com que esse tipo de operação se tornasse padrão para as operadoras aéreas. Em 28 de dezembro de 1967, a *Lufthansa* recebeu seu primeiro B737-100 sendo a primeira empresa a operar com o 737 (BOEING, 2020).

No dia seguinte a *United Airlines* encomenda a próxima versão da aeronave, com algumas melhorias, o 737-200, sendo o primeiro cliente doméstico a fazer o pedido da nova versão. Em 1987, o 737 tornou-se a aeronave mais encomendada da história da aviação comercial. Conforme o tempo ia passando, atualizações do 737 iam surgindo e em janeiro de 1991, surge a série *Classic* do 737, compreendido pelos modelos 737-300, 400 e 500 com 2.887 aeronaves vendidas por todo mundo. Nessa série *Classic* mudanças relevantes foram inseridas, como o novo motor *turbofan,* muito mais econômico e silencioso e o *glass cockpit*, ou seja, alguns aparelhos analógicos dentro da cabine foram trocados por telas, diferenças que apenas somaram para a fama da aeronave (BOEING, 2020).

No Brasil, a empresa Gol Linhas Aéreas operou com o 737-300 até o ano de 2011, com pinturas da Gol e da Webjet (WANDALL, 2019).

Em 1993, 3.100 aeronaves foram encomendadas e a empresa planejava atualizações para o 737. A série 737NG (*Next Generation*) surge, com os modelos 737- 600, 700, 800 e 900 (BOEING, 2020). Constantemente as empresas buscam reduzir seus custos com manutenção de seus equipamentos e aumentar a disponibilidade da aeronave, ou seja, uma aeronave que voe mais e que dê menos defeito e então a empresa pensou em um modelo de aeronave que pudesse suprir essa necessidade e a série NG veio para cumprir esse objetivo (BOEING, 2020). Essa série veio com um salto de tecnologia e dentre as melhorias a principal é o novo motor CFM-56-3 que é maior, mais potente e com maior razão *ByPass* (razão entre o ar que é comprimido e o ar que passa em volta do compressor) proporcionando uma maior economia de combustível, além de *softwares* inovadores e instrumentos digitais substituindo analógicos (MUCHIRI, 2002).

O Boeing 737 MAX é a versão mais recente da série, projetado em 2011 tendo seu primeiro voo realizado em 2016. O modelo inclui o ‘‘737 MAX 7’’, o ‘‘737 MAX 8’’, o ‘‘737 MAX 9’’, o ‘‘737 MAX 10’’ e o ‘‘737 MAX 200’’, modelo baseado no MAX 8 (BOEING, 2020).

Esse modelo usa a mais recente tecnologia de motor silencioso para reduzir o ruído e as emissões de gases poluentes são cerca de 50% menores do que o limite estabelecido pelo Comitê de Proteção Ambiental da Aviação. É o motor LEAP 1B, ainda maiores e mais econômicos 30% que os motores CFM56 (família de motores produzidos pela empresa CFM *international*) utilizados na série NG. O 737 MAX é uma aeronave projetada para competir com o Airbus 320 Neo (*New Engine Option*) que foi lançado em 2014. Na teoria o MAX é a aeronave perfeita, equipada com as mais novas tecnologias e os mais novos *softwares*, na prática, uma falha de projeto, dois acidentes, 346 mortes e todas as aeronaves proibidas de voar até segunda ordem (HERKERT; BORENSTEIN; MILLER, 2020).

**2 HIPÓTESES DOS ERROS COMETIDOS PELA BOEING NO 737MAX**

As quedas das aeronaves 737 MAX 8 da empresa Lion Air, ocorrido em 29 de outubro de 2018 e o da Ethiopian Airlines, ocorrido em 10 de março de 2019, chocaram todo o mundo e principalmente os profissionais do setor aéreo, consequentemente pressão constante foi feita sobre a Boeing e também sobre o órgão certificador americano, a FAA (*Federal Aviation Administration*). A pergunta é simples: como duas aeronaves novas e do mesmo modelo se acidentam num intervalo de pouco menos que quatro meses? Isso evidencia um claro erro no projeto da aeronave e dá-se início às investigações (JUNIOR, 2019).

O que pode ter dado errado? Algumas perguntas começam a serem feitas e alguns suspeitos começam a aparecer. O MCAS (*Maneuvering Characteristics Augmentation System*) é um *software* inserido na aeronave que foi e ainda é bastante polemizado. Muitos afirmam que ele é o protagonista dos acidentes, mas com toda certeza não foi apenas a falha nesse *software* que causou os acidentes. Sob a ótica da gestão de segurança operacional de voo, existe uma história longa por trás de todo acidente e o mesmo não acontece devido a apenas um fator contribuinte, portanto, ao invés de apenas analisar o MCAS, faz-se necessário analisar o contexto por trás de tudo o que aconteceu (JOHNSTON; HARRIS, 2019).

Prazos apertados e lançamentos apressados não são incomuns no ambiente da aviação. Quando a empresa é apresentada a um contrato com prazo estabelecido ou outro de exigência semelhante, a tendência pode ser cortar custos, fazer concessões e ignorar ou mascarar alguns pequenos defeitos, tudo para liberar um equipamento em uma data específica para que a empresa não perca o negócio, isso não se aplica apenas na área da aviação, mas como também em todo cenário onde existe uma relação de compra e venda de mercadoria. Em períodos como esse, os problemas podem ser subestimados e quando são descobertos, pode ser tarde demais, sendo esse o caso do 737MAX(JOHNSTON; HARRIS, 2019).

Portanto, levando isso em consideração, a concorrência com a Airbus é um fator contribuinte e de extrema importância para análise de todo o cenário. De acordo com a Boeing, o projeto do 737MAX estava atrasado cerca de nove meses em relação ao Airbus 320Neo. O primeiro voo do 320 foi realizado em 2014 e o primeiro voo do MAX é realizado apenas em 2016. Esse cenário de atraso gerou uma pressão sobre os engenheiros para que a produção do MAX acelerasse. Vale ressaltar que foi confirmado que a FAA delegou que as vistorias, revisões e testes fossem feitas pela própria Boeing, justamente pelo motivo de pressa na produção da aeronave. A FAA explicou isso observando a falta de financiamento e recursos para realizar as devidas diligências (JOHNSTON; HARRIS, 2019).

Jornalistas confirmaram a alta pressão e os detalhes do lançamento, dizendo: *“The pace of the work on the 737MAX was frenetic, the timeline was extremely compressed, it was go,go,go”.* “O ritmo do trabalho no 737MAX era frenético, o tempo de produção foi extremamente comprimido, era vai, vai, vai”. A carga de trabalho de acordo com designers era o dobro do normal. Os engenheiros estavam sobre uma pressão altíssima, o que está associado a um percentual elevado de possíveis erros (BENNETT, 2019).

Colocar motores maiores e mais econômicos embaixo da asa do 737MAX também representou outro sério problema, porém um problema de engenharia. O 737 é uma aeronave baixa, ou seja, com a fuselagem próxima ao chão, diferente do Airbus 320 que é uma aeronave alta, portanto, encaixar esses motores nas asas do 737 e passar na vistoria com uma distância mínima de segurança do solo seria um desafio para Boeing. Para solucionar esse problema a Boeing resolve fixar os motores nas asas um pouco mais acima e mais a frente do que era no NG, assim ficaria com uma distância mínima do solo e passaria na vistoria. Porém, possivelmente, essa mudança causou complicações no que diz respeito à aerodinâmica da aeronave em voo de baixa velocidade, considerando que a aeronave poderia facilmente entrar em uma condição de estol (HERKERT; BORENSTEIN; MILLER, 2020).

A tentativa da Boeing de resolver esse problema envolveu o *software* MCAS, como uma tentativa de correção para um potencial estol (condição de voo em que a aeronave perde sua sustentação). Como proteção contra estol nas versões anteriores do 737, a Boeing adotou um sistema chamado STS (*Speed Trim System)*, que é composto por dois sensores de ângulo de ataque, um de cada lado da aeronave, denominados AOA e esse sistema foi projetado justamente para funcionar com esses dois sensores. Todo esse sistema auxilia o comandante a evitar que a aeronave entre em uma condição de estol, jogando o nariz da mesma para baixo evitando-se uma perda de sustentação. Porém, a Boeing decide utilizar apenas um dos dois sensores de ângulo de ataque no 737MAX (HERKERT; BORENSTEIN; MILLER, 2020).

Portanto, o sistema funcionava da seguinte forma: se em baixa velocidade, se o único sensor de AOA detectasse um ângulo de ataque elevado e uma possível condição de estol, o MCAS enviaria um sinal ao estabilizador horizontal, superfície que controla o movimento da aeronave sob seu eixo transversal, e esta superfície comandaria o nariz do avião para baixo a fim de evitar o estol (JOHNSTON; HARRIS, 2019).

Esta pode ter sido uma das causas dos acidentes, assunto que será abordado mais a frente, como o principal erro da parte da Boeing, que não realizou testes com apenas um sensor, já que o projeto era para operar com dois sensores. O MCAS cumpriu a função para qual foi projetado o que mostra que o erro não está no MCAS propriamente dito. Mais tarde a Boeing reconhece a falha em não ter realizado os devidos testes com os sensores (HERKERT; BORENSTEIN; MILLER, 2020).

Da perspectiva de segurança operacional, há sérias desvantagens da auto certificação feita pela Boeing nesse caso do MAX. Observa-se que nesse contexto de falta de testes e da auto certificação, houve duas grandes falhas da parte de engenharia, que são: a análise do MCAS não levou em conta a força que o MCAS teria sobre o estabilizador horizontal da aeronave, o que tornou os comandos extremamente duros e deixando os pilotos sem controle sobre a aeronave, cenário do acidente que será abordado mais a frente. A utilização de apenas um sensor de ângulo de ataque deu ao MCAS um poder de controle sobre arfagem da aeronave independente do comando que o piloto fazia dentro da cabine, subestimando assim um risco em potencial (HERKERT; BORENSTEIN; MILLER, 2020).

Outro problema descoberto é que pilotos e operadoras não tinham noção dessa inadequação do MCAS e nem como esse sistema funcionava. As autoridades e tão pouco a Boeing, não exigiram um treinamento específico em simuladores antes de se operar o MAX, portanto pilotos operavam o MAX com o conhecimento que tinham do 737NG, o que não é válido em nenhum momento, mostrando uma irresponsabilidade da FAA e da Boeing (JOHNSTON; HARRIS, 2019).

Não existem dúvidas que foram realizados alguns testes e revisões, pois a Boeing não colocaria seu nome em jogo desta maneira, porém é evidente que não foi o suficiente para encontrar as discrepâncias presentes. O grande problema é que na aviação os erros se pagam com a vida. Com todos os 737MAX parados em solo, estima-se que U$60 milhões serão perdidos todos os dias. Para uma empresa como a Boeing esses números podem parecer pequenos, porém o que está em jogo é a confiança que a Boeing perde com o público, obviamente as empresas aéreas não vão comprar aeronaves em que as pessoas têm medo de voar (CRUZ; OLIVEIRA, 2020).

**3 UMA ANÁLISE ACERCA DOS ACIDENTES ENVOLVENDO A AERONAVE**

É interessante analisar, na ordem dos acontecimentos, três cenários diferentes, o incidente com o voo LNI 043, o primeiro acidente com a Lion Air, o voo LNI 610, e o segundo acidente com a Ethiopian Airlines, o voo ET 302. O primeiro a ser analisado, o LNI 043, é um voo pouco estudado já que as atenções estão sempre voltadas para os outros dois acidentes fatais, porém ao estudar o que aconteceu nesse voo muito pode ser aprendido. A mesma aeronave foi utilizada nos voos LNI 043 e o LNI 610, portanto as mesmas panes, mesmos problemas vividos e apenas a tripulação do primeiro conseguiu contornar a situação e pousar em segurança. O sucesso dessa tripulação sobre as panes pode proporcionar vários ensinamentos relevantes para aviação (JUNIOR, 2019).

Tendo como base o relatório final do acidente da Lion Air emitido pela agência KNKT (Komite Nasional Keselamtan Trasnsportasi), o voo LNI 043 transportava 182 passageiros, 5 comissários e 2 pilotos, estimava um voo com uma duração de aproximadamente noventa minutos e era um voo de Denpasar, na Indonésia, para Jakarta, também na Indonésia. Antes do voo, o comandante avaliou os serviços executados na aeronave junto ao engenheiro de manutenção. Foram informados os seguintes itens: troca do sensor de ângulo de ataque ou AOA que se encontra no lado esquerdo da aeronave, correção dos alarmes de velocidade e altitude. Foram checadas as considerações realizadas no AFML *(Aircraft flight Maintenance log)* sendo esse o registro oficial de manutenção do avião. Observando que a manutenção estava em dia e que estava tudo certo para realizar o voo, o comandante prosseguiu normalmente com sua operação (KNKT,2019).

A aeronave decolou com bastante atraso as 14h20UTC, 7h20 da manhã no horário local, no dia 28 de outubro de 2018 (KNKT,2019). Não houve nenhuma anormalidade durante o taxi e decolagem. Entretanto, poucos segundos após o recolhimento do trem de pouso o alarme de configuração de decolagem (*Takeoff Configuration Warning*) disparou por um curto momento, e esse aviso serve para alertar os pilotos, antes da decolagem, sobre problemas na configuração da aeronave, como por exemplo, posicionamento de *flaps* ou *Speed brakes* acionados, que são superfícies que atuam diretamente sobre a aerodinâmica da aeronave (JUNIOR, 2019).

Durante o procedimento de subida houve outro aviso, sendo esse de IAS DISAGREE *(Indicated Airspeed disagree)* o que seria uma falha nos sensores de velocidades, e também foi observado que o *Stick-shaker* do manche esquerdo foi ativado (KNKT,2019). O *stick-shaker* é um aviso de perda de sustentação da aeronave, e o piloto é avisado dessa perda de sustentação com uma vibração forte no manche (JUNIOR, 2019).

Detalhes da caixa preta mostraram que o *Stick-shaker* permaneceu durante todo o voo, e a ação do comandante mediante a essas situações foi basicamente o que está previsto no FCTM (Flight Crew Training Manual), informações apresentadas no ítem 1.17.1.4 do relatório final (KNKT, 2019). O comandante realizou procedimentos como a checagem cruzadas dos instrumentos, onde verificou incongruências nos valores indicados do lado esquerdo, passando o comando da aeronave para o copiloto, como também um procedimento chamado de memória de indicação de velocidade não confiável (*Airspeed Unreliable Memory Items*). Enquanto o comando estava nas mãos do copiloto, o comandante foi buscar informações no manual QRH que apresenta informações mais detalhadas dos procedimentos a serem feitos (JUNIOR, 2019).

Com a situação sob controle a tripulação declara ‘PAN PAN’, que é um termo usado para quando uma tripulação se encontra em uma situação de urgência, mas que não requer socorro imediato. No decorrer do voo os pilotos observaram uma tendência do avião de puxar o nariz para baixo, mesmo comandando o compensador elétrico para cima. Essa ação contrária da aeronave fez o comandante concluir que eles tinham uma pane chamada *Runway stabilizer* que eram ações inadequadas do estabilizador horizontal da aeronave. Isso levou o comandante a desligar o comando de estabilizador elétrico, passando a ser comandado manualmente e cortando assim, as ações inadequadas do sistema, sendo mantida essa configuração até o pouso (KNKT, 2019).

Observa-se que essa tripulação estava preparada para lidar com todos os problemas apresentados, investigadores afirmam que as ações rápidas do comandante foi por causa das considerações da manutenção feitas antes do voo, o que leva a crer que o comandante já esperava tais panes e sabia o que fazer se elas acontecessem, o que de fato aconteceu, pois as ações preditivas do comandante foram certeiras tendo todo o voo sob controle e pousando em segurança e possivelmente as mesmas panes ocorreram no voo do acidente LNI 610 (JUNIOR, 2019).

Dados registrados da caixa preta mostraram aos investigadores que havia uma falha no sensor de ângulo de ataque, AOA, instalado do lado esquerdo. Apresentava-se um erro de calibração, antes mesmo de se iniciar o voo. Desse modo, os valores apresentados pelo sensor AOA apresentavam diferenças consideráveis entre o lado esquerdo e direito, levando a um erro chamado AOA DISAGREE (KNKT, 2019).

Portanto concluiu-se que essa falha no sensor foi a responsável por desencadear todos os outros problemas, tornando o voo difícil de ser controlado (JUNIOR, 2019).

As principais falhas ligadas à irregularidade do sensor de ângulo de ataque foram: ativação do *Stick-Shaker* durante o voo; aumento da força no manche que puxava o nariz da aeronave para baixo, erros de indicação de velocidade e altitude (IAS e ALT DISAGREE) e o AOA DISAGREE (JUNIOR, 2019).

Outro fato que é importante ressaltar é a carga de estresse ao quais os pilotos foram submetidos, com todas essas falhas e alarmes apitando dentro da cabine, com certeza a pressão e a tensão aumentaram o que gera um potencial risco de acidente (JUNIOR, 2019).

O MCAS está ligado diretamente ao sensor de AOA e foi programado para entrar em operação nas seguintes condições: voo manual; flaps recolhidos; valor elevado de AOA registrado pelo sensor. Quando ativado, o MCAS comandava, através do sistema de compensação elétrica, o nariz do avião para baixo. Portanto a leitura errada do sensor de AOA junto com a ação inadequada do MCAS resultou neste cenário de difícil controle dentro da cabine (JUNIOR, 2019).

Outro detalhe já mencionado, mas que nesse momento proporciona uma clareza maior, é que o MCAS foi projetado para operar com apenas um sensor o que o torna suscetível a erros, o MCAS nesse caso do LNI043 recebia informações apenas do sensor do lado esquerdo, que estava descalibrado, indicando também uma falha de manutenção. Caso houvesse outro sensor funcionando corretamente e o MCAS recebendo informações desse sensor, talvez tudo poderia ser evitado (KNKT, 2019).

Um ponto interessante em se analisar é o fato do comandante decidir continuar o voo mesmo nas condições em que se encontrava. *Stick-Shaker* ativado, informações das condições de voo fornecidas apenas do lado do copiloto, voo manual, pois desligou o piloto automático e sistema de compensação também desligado, o que inibia a ação do MCAS. Essa decisão foi algo questionável pelos investigadores, pois o ideal seria voltar para o aeródromo de partida ou simplesmente buscar o aeródromo mais próximo (KNKT, 2019).

Porém, o atraso para decolar pode ter influenciado a tripulação em prosseguir o voo, já estavam extremamente atrasados com o horário e provavelmente quisessem evitar mais um “contratempo”, abortando a viagem, o que mostra um fator psicológico bem comprometido gerando uma alta cobrança durante o voo (JUNIOR, 2019).

**3.1 VOO LNI 610**

O cenário vivido pela tripulação do voo 610 é o mesmo, o mesmo avião do voo 043, porém, uma tripulação diferente. A aeronave decolou as 06h21, horário local, do dia 29 de outubro de 2018 e logo após a decolagem, as 06h32 a aeronave sumiu do radar (KNKT,2019). A aeronave conseguiu subir cerca de apenas 5.000 pés e depois caiu em alto mar, não houve sobreviventes. Investigações posteriores e análises da caixa preta apresentaram os mesmos erros do voo LNI043, falha no sensor de AOA, as indicações indevidas de velocidade e altitude, assim como os valores registrados de um lado da cabine que não batiam com os valores do outro lado (MOREIRA, 2020).

Assim como no outro voo, o MCAS puxava o nariz da aeronave para baixo e em contrapartida o piloto puxava o manche para trás, sem obter resultados, os comandos estavam pesados e infelizmente a tripulação desse voo não obteve a mesma inciativa de desligar o sistema de compensação, que desligaria a ação do MCAS sobre o estabilizador. Em uma situação de baixa altitude, não houve tempo suficiente para a tripulação pensar e descobrir o erro e assim o acidente se tornou inevitável (MOREIRA, 2020).

A Boeing lidou com esse acidente como se fosse um caso isolado, já que o acidente ocorreu em um país que possuía uma má fama em relação à segurança da aviação em níveis mundiais. Portanto nenhuma empresa suspeitou de erros na aeronave e continuaram suas operações normais com a mesma, além de continuarem a fazer os pedidos do modelo MAX em todo o mundo, porém esse cenário mudou com o segundo acidenteno dia 10 de março de 2019 (MOREIRA, 2020).

**3.2 VOO ET302**

O segundo acidente despertou a atenção de todo o mundo, pois na aviação dois acidentes fatais com a mesma aeronave em um curto espaço de tempo não é algo que se vê todos os dias. Porém esse acidente é algo a ser explorado e ainda não existem afirmações concretas do que levou ao acidente, deve-se esperar o relatório final para realizar as devidas considerações. A Boeing está atuando junto aos órgãos competentes nas investigações (MOREIRA, 2020).

Tendo como base o relatório preliminar publicado pela *federal democratic republic of Ethiopia* (FDRE), no dia 10 de março de 2019, as 05h44 UTC, a aeronave caiu perto da cidade de Ejere decolada de Addis Ababa Bole International Airport (HAAB) com 157 passageiros a bordo, fora tripulação. As informações são baseadas nos dados preliminares do CVR (*Cockpit voice recorder*). A Decolagem ocorreu normalmente, as 5h38, não houve nenhum disparo de alarme e as indicações estavam corretas para a operação usual de decolagem (FDRE, 2019).

Após a decolagem, durante a subida, observou-se uma variação nos valores de AOA, mostrando uma falha nos sensores. Após isso, o *Stick-Shaker* do manche do lado esquerdo foi ativado e também os pilotos observaram que os valores de altitude e velocidade estavam desiguais, os valores do lado esquerdo não eram iguais os valores mostrados do lado direito. Com essas falhas o comandante pediu permissão ao controle de tráfego para o retorno, porém alguns poucos minutos depois, a queda foi inevitável. Observa-se que as mesmas falhas que estão acontecendo nesse voo, aconteceram nos voos anteriores e justamente devido a essa similaridade dos acontecimentos que os investigadores afirmam que a causa desse acidente foi a mesma do acidente com o LNI610 (FDRE, 2019).

Infelizmente, são poucas as considerações a se fazer sobre o voo ET302, devido a poucas informações, porém com tanta similaridade, os investigadores não precisam ficar presos ao tempo em esperar o relatório final do acidente para dar continuidade nos estudos das ações indevidas do MCAS e as falhas dos sensores, que são os protagonistas dos acidentes. Um ponto interessante a se analisar é que em ambas as companhias, não houve treinamentos em simulador para o 737MAX, e isso tão pouco foi exigido pelas autoridades, portanto é um fato que, todas as tripulações não possuíam experiência de simulador no 737MAX, tão pouco em voo real e obviamente não estavam preparadas para lidar com as panes que ocorreram (MOREIRA, 2019).

**4 A HISTÓRIA DO MAX VISTA DE UMA PERSPECTIVA DE SGSO.**

Voltando na história, a partir do momento em que se iniciaram as atividades aéreas, pessoas estavam sujeitas a acidentes, até que chegou a um ponto que uma nova perspectiva foi criada e perdura até os dias de hoje. Os acidentes passaram a ser vistos de uma forma diferente, de uma forma que ao invés de punirem os responsáveis pelo acidente, poderiam estudar o que aconteceu para evitar futuros acidentes. As investigações passaram a ter apenas um objetivo: a prevenção de outros acidentes aeronáuticos. Com o partilhar desse mesmo objetivo, conhecimento sobre segurança operacional foi sendo acumulado no decorrer do tempo, aprimorando o princípio de segurança de voo (BRASIL, 2013).

Desse modo, foram criados órgãos que ficassem responsáveis por coordenarem esse gerenciamento da segurança operacional e com a necessidade de melhorar cada vez mais as atividades envolvendo segurança, em 1982, o Centro de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos (CENIPA) se torna o órgão principal nessa área. Dele surge o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) que ficou responsável pela supervisão, planejamento, controle e coordenação das atividades no âmbito de segurança, como também vários outros órgãos que se subdividiram, todos trabalhando com apenas um objetivo: prevenção de acidente. Tendo como base os princípios pregados por esses órgãos superiores, pode-se analisar toda história do 737MAX de uma maneira mais teórica, no que diz respeito à segurança operacional (BRASIL, 2013).

Primeiramente, é de extrema importância entender o conceito de segurança operacional e diferencia-la de segurança de voo. De acordo com a Norma do Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA 3-13), a segurança operacional diz respeito ao conjunto de medidas adotadas com o objetivo de prevenir acidentes, englobando o risco de lesões a indivíduos ou avarias a terceiros, por meio de um processo que almeja mitigar ao máximo o risco a um nível aceitável. Em contrapartida, segurança de voo é a aplicação desse conceito na prática da operação da aeronave (MOREIRA, 2020).

Entendido isso, é importante dizer que no Brasil existe um programa de segurança operacional, o Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO), que é utilizado pelos órgãos que atuam na área. A estrutura do SGSO é baseada em quatro componentes: políticas e objetivos do SGSO; gerenciamento de riscos; garantia de segurança operacional; e promoção de segurança operacional. São essas definições de políticas e objetivos que direcionam o planejamento do sistema, enquanto que as operações que estão sendo desenvolvidas pelas organizações são submetidas a um gerenciamento de risco. A garantia da segurança operacional está fundada nos indicadores das atividades realizadas e a promoção do SGSO é realizada através da capacitação e treinamento das pessoas envolvidas, como também a divulgação dessa cultura organizacional (MOREIRA, 2020).

Aplicando ao MAX, é evidente que no projeto as políticas adotadas para o planejamento da aeronave não foram as melhores, não houve harmonia nas atividades com o MAX, portanto a garantia da segurança foi comprometida e não houve treinamento adequado para a operação da aeronave comprometendo também a promoção do SGSO, mesmo as operações sendo submetidas a um gerenciamento de risco, o qual também foi fraco. Portanto percebe-se que no programa do MAX todos os princípios no qual o SGSO está fundamentado foram quebrados. Para ficar mais claro esse processo de gerenciamento de segurança, é interessante analisar outro modelo de organização e após isso, fazer uma aplicação ao MAX. O modelo “Queijo Suíço”, proposto por James T. Reason, é uma maneira de explicar o porquê as falhas, acidentes, desastres e fracassos acontecem, por isso defende-se que as culturas organizacionais do SGSO juntamente com esse modelo tornam-se uma ferramenta muito eficaz para análise, gerenciamento e prevenção de riscos (CARLA BUENO, 2019).

No modelo de Reason, explica-se que qualquer peça de uma organização pode ser considerada uma fatia de queijo. Gestão de segurança, controle de qualidade, programa de segurança e o suporte operacional são exemplos do que seria uma fatia (CARLA BUENO, 2019).

Entretanto esses modelos possuem imperfeições e defeitos e esses são representados pelos buracos do queijo. Se todas essas falhas se perfilarem em todas as fatias, como se houvesse um “buraco” em comum em todas as camadas tem-se uma fatalidade (BRASIL, 2010).

Neste modelo, parte-se do princípio de que pequenas falhas levam a grandes acidentes e James Reason traz cinco afirmações para defender essa tese. A primeira afirmação: os acidentes geralmente são causados pela coincidência, ou convergência de múltiplos fatores. Segunda afirmação: os fatores podem variar de atos individuais a erros organizacionais, ou sistêmicos. Terceira afirmação: as falhas que podem contribuir para um evento catastrófico não têm impacto significativo quando ocorrem isoladamente. Quarta afirmação: os seres humanos são propensos a erros operacionais e por isso requerem sistemas adequadamente projetados para mitigar esses riscos. Quinta e última afirmação: Muitos fatores contribuintes para um acidente ficam latentes, ou seja, ás vezes eles não estão alinhados, mas ficam inativos, esperando o gatilho que os fara serem acionados a qualquer momento (CARLA BUENO, 2019).

Tendo como base essas afirmações, percebe-se que todas estão presentes no decorrer da história do MAX. Portanto aplicando-se aos episódios relatados neste estudo, percebe-se o porquê foram inevitáveis os acidentes, sendo interessante analisar essas afirmações e conecta-las a aeronave.

A primeira afirmação é uma verdade para o MAX, pois múltiplos fatores contribuíram para o acidente e não apenas um fator isolado. A segunda afirmação também, pois como já foi visto, existiram erros organizacionais por parte das autoridades, da própria Boeing, das operadoras e também falhas individuais dos pilotos dentro da cabine.

Terceira afirmação também é uma verdade, pois como já foi dito, as falhas no projeto do MAX não aconteceram de forma isolada. A quarta afirmação é algo interessante de se analisar, pois, mesmo existindo projetos e organizações para mitigarem os riscos, a falha do ser humano nessa história foi tão grande que foi capaz de furar essa “barreira” mitigadora de riscos, vale ressaltar que o paralelo mais adequado para essa afirmação é o fato da FAA não realizar as devidas investigações e testes no projeto, o que se pode considerar que essa tarefa da FAA seria o sistema do qual a afirmação quatro se refere. Por último, a quinta afirmação também é uma verdade, pois o MCAS e a falha de sensor AOA, como já foram vistos, se encaixam nos fatores contribuintes latentes do qual a quinta afirmação se refere. Portanto, entendendo todo esse processo, conclui-se que se esses dois sistemas tivessem funcionado, os acidentes teriam sido claramente evitados.

**5 AS LIÇÕES APRENDIDAS COM A HISTÓRIA DO 737MAX**

Como todo acidente na aviação, há sempre uma extensa bagagem de aprendizado para que os erros não voltem a se repetir. Da história do 737MAX quatro grandes lições são aprendidas, quais sejam:

* **Buscar traçar o objetivo certo**:

O objetivo da Boeing era vencer a concorrência contra a Airbus e buscar a liderança no mercado. Com isso, minimizou alguns detalhes para que os processos de certificação se tornassem mais fáceis, ganhou tempo, além de afirmar que não havia necessidade de novo treinamento para os pilotos, entre outras ações equivocadas. Princípios como segurança foram adotados sim, porém não foi o objetivo central da organização, nem do sistema (JOHNSTON, 2019).

* **Deve-se manter o homem acima da máquina:**

Os pilotos precisam estar sempre prontos e seguros para se imporem sobre a automação da aeronave, pois quando bem treinados, a tomada de decisão de um piloto é mais confiável do que de um software. Para isso é necessário treinamento, o que não aconteceu com os pilotos que voariam o MAX, visto que nem se quer sabiam que pane estavam vivendo, consequentemente não sabiam como reagir. Portanto, se um piloto vai voar uma aeronave nova, com modificações e softwares novos, é indiscutível a obrigação de um treinamento adequado (JOHNSTON, 2019).

* **Um bom gerenciamento de cabine (CRM) faz a diferença:**

O voo LNI043 mostra isso com muita clareza, o trabalho em grupo de forma organizada e ordenada, a divisão de tarefas, a calma e agilidade para tomar as decisões, o que são pilares do CRM (*Crew Resource Management*), salvaram aquele voo. Não apenas a Boeing, mas todas as fabricantes e operadoras aéreas deveriam trabalhar em conjunto e em apenas um objetivo comum quando se tratar de CRM, buscando desenvolver mais e mais esse conceito de gerenciamento para que a segurança aumente cada vez mais (JUNIOR, 2019).

* **A segurança tem que vir antes do lucro:**

Empresas aéreas devem ser mais exigentes. O erro começou com a Boeing e a FAA, mas devia ter parado nas empresas que compraram as aeronaves. Como que uma empresa compra uma aeronave nova, que financeiramente prometia ser lucrativa, mas que a FAA não a certificou, não era obrigatório treinamento dos pilotos e um projeto com mudanças e modificações? Essas são afirmações suficientes para as empresas desconfiarem e questionarem a segurança da aeronave.Essa história está longe de terminar, as aeronaves continuam no solo e sem previsão de retorno às operações e a Boeing está fazendo novos testes e modificações. Algo a se questionar é como será o futuro da aeronave, o público pode não querer voar nela ou não querer nem se quer comprar as passagens das empresas que tem o MAX na frota, isso geraria outro grande problema financeiro tanto para Boeing quanto para as empresas. Porém as informações mais recentes da aeronave, publicadas em 19 de outubro de 2020, são que o órgão regulador da Europa (EASA) declarou que a aeronave está segura para voar, depois das novas modificações com o software (AEROFLAP,2020).

Patrick Ky, diretor executivo da agência de segurança da aviação da união europeia afirmou estar satisfeito com as atualizações realizadas pela Boeing, acrescentando que a aeronave poderá voltar a voar neste ano de 2020. Entretanto, a aprovação nacional para que as companhias aéreas retornem as operações com o MAX podem demorar um pouco mais. Inevitavelmente, o prejuízo da Boeing é imensurável, entregas atrasadas, indenização aos compradores e cancelamento de pedidos são uns dos exemplos dos prejuízos da empresa (AEROFLAP,2020).

**CONCLUSÃO**

No presente artigo foi realizado um apanhado histórico, descrevendo o surgimento da empresa *The Boeing Company* e da aeronave Boeing 737 até chegar ao 737MAX, expondo todo o processo de desenvolvimento da mesma.

A partir da análise de publicações de estudiosos, foi possível compreender que os “acidentes são a fronteira mais indesejável e trágica da segurança, mas também são oportunidades únicas de reflexão e aprendizado” (JUNIOR, 2019, p. 26).

Tendo essa afirmação como base, foi dada ênfase nos erros cometidos, no que se refere ao 737MAX, bem como a análise e o esclarecimento dos fatos baseados em teorias de segurança operacional, no qual se comprovou que os acidentes foram inevitáveis. Em reposta ao problema evidenciado no início do estudo, pode-se afirmar que, houveram vários erros cometidos em sequência e, portanto, alguns procedimentos realmente precisam ser melhorados.

Destaca-se o processo de certificação que foi adotado pela FAA, o qual deve ser questionado, pois nesse processo, panes poderiam ser previamente detectadas e evitadas. É forçoso ressaltar também a falha da empresa em realizar a análise de risco do software MCAS, a qual julgou não haver nenhum risco, logo a mudança do NG para o MAX não exigiria necessidade de muito treinamento dos pilotos, como também a falta de testes com o MCAS operando com apenas um sensor de AOA, o que também mostrou um pequeno deslize das empresas aéreas que aceitaram isso sem nem mesmo questionar ou desconfiar de algo.

A partir da análise das especificidades do voo LNI043, outra questão deve ser discutida e revisada pelas empresas, qual seja a necessidade de investir em treinamento e na capacitação dos pilotos, pois foi verificado que o bom gerenciamento de cabine foi o que salvou o voo LNI043.

Ressalta-se que a aviação é um ambiente de risco, e este nunca será zero, portanto já que pilotos estão sujeitos a passar por tais situações, estes necessitam estar preparados de forma adequada. Outro ponto a se destacar é a manutenção do sensor de AOA, que apresentou grande influência nos acidentes. As leituras incorretas dos sensores estavam sendo reportadas no livro de manutenção da aeronave, isso deveria ter chamado à atenção da parte da manutenção, o que provavelmente evitaria um acidente, mostrando-se necessário melhorar esse processo de como as empresas lidam com esses registros de manutenção.

Uma das grandes polêmicas que envolviam os acidentes foi o MCAS. Definindo o que é, e como ele atua, foi possível concluir que o MCAS teve de fato a sua participação no resultado de acidentes, mas não foi o principal agente. A aplicação do conceito de sistema de gerenciamento de segurança operacional (SGSO) foi muito eficiente no seu propósito, pois aplicando os seus conceitos, viu-se que todos os processos foram violados. O mesmo acontece para o modelo do queijo suíço, que mostrou de forma muito didática todos os processos que envolviam os acidentes, mostrando mais uma vez, que estes são muitas das vezes inevitáveis.

A aplicação dos conceitos de segurança ao MAX foi realizada não com um viés punitivo, mas sim com um caráter prevencionista, a fim de que sejam avaliados com o objetivo de que uma reflexão seja feita a partir dos erros cometidos e consequentemente traçar caminhos seguros para o meio aeronáutico, cumprindo todos os objetivos propostos neste estudo. Sendo este um assunto que ainda não se deu por resolvido, sugere-se que ao sair o relatório final do segundo acidente, o da *Ethiopian Airlines*, novas reflexões sejam realizadas e demais atualizações sejam emitidas sobre as inadequações do MCAS e dos sensores de AOA, trazendo mais clareza para os estudos da aeronave.

**REFERÊNCIAS**

AEROFLAP. **EASA diz que Boeing 737 MAX está seguro para voar novamente**, 2020. Disponível em: <https://www.aeroflap.com.br/easa-diz-que-boeing-737-max-esta-seguro-para-voar-novamente/>. Acesso em: 27 out. de 2020.

BENNETT KITTY. **The New York Times**, 2019. Business – Boeing 737 MAX crash. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2019/03/23/business/boeing-737-max-crash.html>. Acesso em: 13 set. de 2020.

BOEING. **History – 737 Commercial Transport**. Disponível em: <https://www.boeing.com/history/products/737-classic.page>. Acesso em: 14 set. de 2020.

BOEING. **Our History – Boeing Chronology**. Disponível em: <http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/history/pdf/Boeing_Chronology.pdf>. Acesso em: 14 set. de 2020.

BRASIL, Ministério da Defesa. Comando da aeronáutica. Escola de especialistas de aeronáutica. **Noções Básicas de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos**. Volume Único. Guartinguetá: Ministério da Defesa, 2013. Disponível em: . Acesso em:

BRASIL, Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **Carta de Segurança Operacional**. Segunda edição. 07 de out. 2010.

CARLA BUENO, Monise. **Modelo queijo suíço para analisar riscos e falhas.** Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/modelo-queijo-suico-para-analisar-riscos-e-falhas/#:~:text=Após%20estudar%20causas%20de%20vários,gerenciamento%20e%20prevenção%20de%20riscos>. Acesso em: 07 out. 2020.

CRUZ, B.S. and de Oliveira Dias, M., 2020. **Crashed boeing 737-max: fatalities or malpractice?** *GSJ*, *8*(1), pp.2615-2624.

FDRE, Federal Democratic Republic of Ethiopia, **Aircraft Accident Investigation Preliminary Report/ Ethiopian Airlines Group/ B737-8(MAX) Registered ET-AVJ/ 28 NM South East of Addis Ababa, Bole International Airport/ March 10, 2019.** Março de 2019. Disponível em: http://web.archive.org/web/20190404163002/http://www.ecaa.gov.et/documents/20435/0/Preliminary+Report+B737-800MAX+,(ET-AVJ).pdf

HERKERT, Joseph; BORENSTEIN, Jason; MILLER, Keith. **The Boeing 737 MAX: lessons for engineering ethics**. Science and engineering ethics, p. 1-18, 2020.

JOHNSTON, Phillip; HARRIS, Rozi**. The Boeing 737 MAX saga: lessons for software organizations.** Software Quality Professional, v. 21, n. 3, p. 4-12, 2019.

JUNIOR, Carlos André Vaz. **"Lições aprendidas de incidente envolvendo aeronave modelo boeing 737-8 (MAX): estudo de caso do voo LNI043."** Brazilian Journal of Developmen*t* 5, no. 12 (2019): 29524-29551.

KNKT, Komite Nasional Keselamatan Transportasi Republic Of Indonesia, **“Aircraft Accident Investigation Report / PT. Lion Mentari Airlines / Boeing 737-8 (MAX); PK-LQP Tanjung Karawang, West Java; Republic of Indonesia; 29 October 2018”**. Outubro de 2019. Disponível em: <https://www.flightradar24.com/blog/wp-content/uploads/2019/10/JT610-PK-LQP-Final-Report.pdf>

MOREIRA, Leandro Silva. **Gerenciamento de segurança operacional: um estudo envolvendo os acidentes com as aeronaves Boeing 737-800 MAX**. Ciências Aeronáuticas-Unisul Virtual, 2020.

SCHEFKE, BRIAN. **Immigrant Entrepreneurship**, 2011. Entries – William Edward Boeing. Disponível em: <https://www.immigrantentrepreneurship.org/entries/william-edward-boeing/>. Acesso em: 14 set. de 2020.

WANDALL, Gabriel Eduardo. **O desenvolvimento da Gol como a primeira *low cost* do Brasil.** Ciências Aeronáuticas-Unisul Virtual, 2019.

1. Discente do curso de ciências aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-GO, e-mail: cunha18\_vrc@outlook.com [↑](#footnote-ref-1)
2. Pós Doutor em Psicologia pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC GO (2016); Doutor em Psicologia pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC GO (2013); Mestre em Psicologia pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC GO (2006), Especialista em História pela Universidade Federal de Goiás - UFG (2002), Graduado em Filosofia pela Universidade Federal de Goiás (1996), Graduado em Pedagogia pela ISCECAP (2018), Elemento Credenciado Fatores Humanos e Prevenção de Acidentes Aéreos pelo CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos), Professor aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-GO. Pós Doutor em Coreógrafo e Dançarino de Salão; Membro do Comitê de Ética e Pesquisa e Professor da Faculdade Alfredo Nasser - UNIFAN e professor da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC – GO), e-mail: humberto.cesar@hotmail.com [↑](#footnote-ref-2)