

## ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE FADIGA HUMANA NA ATIVIDADE AÉREA

## BIBLIOMETRIC ANALYSIS ABOUT HUMAN FATIGUE IN FLIGHT ACTIVITY

Luiz Rodolfo França Pinheiro<sup>1</sup>  
Marilsa de Sá Rodrigues<sup>2</sup>

Data de recebimento: 20/08/2020

Data de aceite: 21/06/2021

### Resumo

O objetivo deste presente estudo foi identificar e analisar os trabalhos com relevância científica recente acerca da fadiga humana na atividade aérea, construindo um portfólio bibliográfico (PB) pelo método *Knowledge Development Process - Constructivist (Proknow-C)*, desenvolvido pelo Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão (LabMCDA), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O Proknow-C é um processo sistematizado de busca e seleção de artigos que faz uso de técnicas de análise bibliométrica e que também considera o poder de julgamento de relevância do pesquisador. Como resultado do processo, após a filtragem de 55 artigos identificados na fase inicial do *Proknow-C*, chegou-se a um PB com 6 artigos de reconhecimento científico e alinhados com o tema da pesquisa, no qual constam os principais autores, periódicos e palavras-chave empregadas para o tema na atualidade. Resultou-se, ainda, em uma análise combinada do PB com 138 artigos de suas referências, o que enriqueceu os resultados obtidos. Em futuras pesquisas do tema, recomenda-se a utilização dos resultados obtidos neste estudo como um balizamento para gerar novos conhecimentos, mantendo-se como referência o Proknow-C, concluindo-se as etapas subsequentes do processo e ampliando-se a pesquisa a outras bases de dados, a outros periódicos e publicações e a outras variáveis de pesquisa.

**Palavras-chave:** Fadiga Humana. Fadiga Aérea. Gerenciamento da Fadiga. Aviação. ProKnow-C.

### Abstract

The purpose of this present study was to identify and analyze the works with recent scientific relevance about human fatigue in flight activity, constructing a bibliographic portfolio (PB) by the *Knowledge Development Process - Constructivist (Proknow-C)* method, developed by the Laboratory of Constructivist Decision Aid Methodologies (LabMCDA), from the Federal University of Santa Catarina (UFSC), Brazil. Proknow-C is a systematic process of searching and selecting articles that makes use of techniques of

<sup>1</sup> Graduado em Administração, com mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional pela Universidade de Taubaté - UNITAU e. E-mail: [luizrodolfofp72@gmail.com](mailto:luizrodolfofp72@gmail.com)

<sup>2</sup> Graduada em Psicologia pela Faculdade Salesiana de Filosofia Ciências e Letras, com mestrado e doutorado em Administração de Empresas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. E-mail: [marilsasarodrigues@outlook.com](mailto:marilsasarodrigues@outlook.com)

bibliometric analysis and that also considers the power of judgment of relevance of the researcher. As a result of the process, after filtering 55 articles identified in the initial phase of ProKnow-C, we reached a PB with 6 articles of scientific recognition and aligned with the theme of the research, which includes the main authors, periodicals and keywords used for the current topic. It also resulted in a combined analysis of PB with 138 articles from their references, which enriched the results obtained. In future researches of the theme, it is recommended to use the results obtained in this study as a beacon to generate new knowledge, keeping as reference ProKnow-C, concluding the subsequent stages of the process and expanding the research to other databases, other journals and publications, and other research variables.

**Keywords:** Human Fatigue. Flight Fatigue. Fatigue Management. Aviation. ProKnow-C.

---

## Introdução

Agosto de 1997, o voo 801 da *Korean Air*, parte de Seul, capital da Coreia do Sul, em direção ao Aeroporto Internacional de Guam, na ilha de Guam, território americano na Micronésia, no Oceano Pacífico. Perto de seu destino, o avião colide com uma montanha. 228 mortos. O motivo? Fadiga humana de toda a tripulação, pilotos e não pilotos, segundo o que apontou o relatório do Conselho de Segurança de Transportes dos Estados Unidos (*National Transportation Safety Board - NTSB*), em novembro de 1999 (CALDWEL et al., 2000). Segundo as investigações, a fadiga foi responsável pela confusão geral e pelo comprometimento das reações de todos os tripulantes - o gravador de voz revelou sonolência do capitão da aeronave e que todos os tripulantes estavam distraídos em relação a uma inclinação do avião (CALDWEL et al., 2000). Suas mentes e corpos não conseguiram reagir a tempo para evitar a colisão.

Essa não reação neste acidente aeronáutico pode ter sido causada por diversos fatores: horas de trabalho sem regularidade, longas jornadas de trabalho, múltiplas etapas de voo, limitados dias de folga, ruptura do ciclo circadiano (alterações no relógio biológico da pessoa - vigilância e sono) e falta de descanso. Todos estes fatores são problemas sérios nas operações da aviação moderna e que podem levar à fadiga dos tripulantes das aeronaves (CALDWEL et al., 2009).

Dessa maneira, aprender sobre fadiga humana é relevante e pode ajudar os gestores a administrar sua força de trabalho, tanto no meio aeronáutico quanto em qualquer outro ambiente de trabalho, pois cerca de 20% de todos os trabalhadores estão fadigados em suas atividades laborais, conforme Lee e Kim (2018). Este é um número preocupante, se levarmos em conta que para chegar à fadiga, o colaborador já passou pelo estágio do cansaço. Assim, provavelmente há muito mais trabalhadores, do que esta porcentagem, trabalhando numa situação de cansaço e/ou fadiga e não desempenhando de maneira eficiente suas atividades.

Quando trazemos a questão da fadiga humana para a atividade aérea o assunto se torna mais preocupante ainda, tendo em vista que qualquer erro humano num voo pode ser fatal e gerar muitas perdas materiais e, principalmente, de vidas, como o exemplificado no voo 801 da *Korean Air*. A fadiga por falta ou má qualidade do sono traz tremendos custos na aviação tanto em termos de perdas financeiras quanto humanas (HARTZLER, 2014). Sendo assim, o estudo da fadiga humana na atividade aérea justifica-se e se reveste de uma importância grande, em especial porque esse problema muitas vezes não é relatado tanto nas operações de aviação civil quanto militar. Estatísticas oficiais indicam que a fadiga está envolvida em pelo menos 4 a 8% de acidentes no campo da aviação (CALDWEL, 2005). Além disso, pesquisas com tripulantes de aeronaves mostram ser a fadiga uma preocupação muito importante para o gerenciamento da segurança (CALDWEL, 2005). A fadiga humana no trabalho é um fator importante que deve ser considerado e avaliado para mover a taxa de acidentes cada vez mais próxima ao zero (BATISTA NETO, 2019).

Essa preocupação com a fadiga é vital na atividade aérea, pois as capacidades fisiológicas e as limitações do ser humano são fatores críticos para que a produtividade e a confiabilidade das ações, realizadas por um desempenho humano abaixo do ideal, não se tornem uma ameaça à segurança aeronáutica (BATISTA NETO, 2019).

Diante da importância do tema, esta pesquisa buscará responder ao seguinte problema: há estudos recentes que tratam da fadiga humana na atividade aérea?

Sendo assim, o presente artigo tem como objetivo identificar e analisar os trabalhos com relevância científica dos últimos 5 anos que tratam acerca da fadiga humana voltada à atividade aérea. Como objetivos específicos, esta pesquisa realizará a seleção de um portfólio bibliográfico e uma análise bibliométrica neste portfólio, observando, além dos artigos que o compõe, as suas referências, autores, citações e periódicos que mais se destacam.

Esses objetivos visam a um aprofundamento e a uma verificação de como está sendo construído e investigado este tema no meio aeronáutico e, também, buscam levantar somente autores e artigos em bibliografia atual, para propiciar uma contemporaneidade ao trabalho. Por fim, esse artigo se apresenta em cinco seções: introdução; revisão de literatura; metodologia, detalhando os instrumentos de intervenção e também na qual são expostos os procedimentos para formar o Portfólio Bibliográfico; resultados, nos quais é exposta a bibliometria propriamente dita; e conclusão.

## Revisão de literatura

Fadiga é um termo que já na antiguidade (e até mesmo na bíblia) foi utilizado relacionando-se a sofrimento físico (excesso de trabalho) ou mental (sentimento de culpa), tendo sido derivado do latim *fatigāre*. Seu uso na língua portuguesa data de 1844, conforme Mota, Cruz e Pimenta (2005).

Inicialmente, antes de entrar no aprofundamento do termo “fadiga humana”, é importante apresentar um pouco mais o termo genérico fadiga, tendo em vista que o mesmo traz vários conceitos diferentes dependendo das áreas nas quais é debatido e estudado. O Quadro 1 apresenta diversas definições do conceito de fadiga.

**Quadro 1:** Apresentação de diversas definições do conceito fadiga presentes na literatura

Área	Definição de Fadiga
Psicologia	“estado de desgaste relacionado à redução da motivação”.
Enfermagem	“uma sensação opressiva e sustentada de exaustão e de capacidade diminuída para realizar trabalho físico e mental no nível habitual”. “sintoma subjetivo, desagradável que incorpora toda sensação do corpo variando de cansaço à exaustão, criando uma condição geral de falta de alívio que interfere na capacidade do indivíduo realizar suas habilidades normais”. “experiência aguda ou crônica caracterizada pelo desempenho não efetivo de tarefas, inadequação autopercebida, aversão a atividades, cansaço ou sensação de fraqueza, desconforto”.
Educação Física	“declínio na capacidade de gerar tensão muscular com a estimulação repetida”.
Index Medicus (Instituto Nacional de Saúde – EUA)	“estado de desgaste que segue um período de esforço mental ou físico, caracterizado por uma diminuição da capacidade de trabalhar e redução da eficiência para responder a um estímulo”.
Oncologia	“condição de caracterizada por sofrimento e diminuição da capacidade funcional devido à redução de energia”.
Odontologia	A fadiga refere-se ao 'desgaste' de materiais de próteses parciais, geralmente gerado por falha no próprio material ou por efeito de cargas repetidas.
Engenharia	Fadiga é um modo prevalente de falência de componentes estruturais ocasionado por períodos de estresse.
Dicionário Etmológico	'cansaço'.
Dorland's illustrated Medical Dictionary	“estado com aumento do desconforto e diminuição da eficiência resultante de um esforço prolongado ou excessivo”.

Fonte: Mota, Cruz e Pimenta (2005).

Do Quadro 1 podem-se extrair, das várias definições apresentadas, palavras-chave de sentido bem próximo, como por exemplo: desgaste, exaustão, cansaço, fraqueza, declínio, redução, sofrimento, diminuição, falência e desconforto. Como visto, de uma maneira geral, nota-se que o termo fadiga está diretamente relacionado com um decréscimo das capacidades de uma pessoa ou material de suportar as mesmas exigências do início do esforço. No entanto, é importante perceber também que, independentemente destas semelhanças entre as definições, a fadiga é um fenômeno multidimensional (MOTA; CRUZ; PIMENTA, 2005) e que, por ter uma gama enorme de fatores causais, traz alguma dificuldade na definição de um termo ou conceito específico ou fechado que abrace todas as áreas.

Dentro desta dificuldade na homogeneidade de um conceito, tem-se mais uma variação ou vertente ligada à fadiga. Trata-se da fadiga humana na atividade aérea, que segundo a *Civil Aviation Safety Authority* (2017) é um estado fisiológico de redução do alerta da capacidade de realizar atividades físicas, as quais podem: prejudicar a capacidade do tripulante da aeronave de operar com segurança; e é causado por um ou mais dos seguintes fatores: falta de sono de qualidade; vigília prolongada; fase circadiana desregulada; e/ou elevada carga de trabalho mental ou de atividades físicas no período em questão.

Nessa mesma linha, tem-se pela ICAO (1998) que a fadiga humana pode ser entendida como o estado fisiológico de redução da capacidade de desempenho mental ou físico resultante da falta de sono, vigília estendida e/ou atividade física que podem prejudicar o estado de alerta e a habilidade de operar com segurança uma aeronave ou desempenhar tarefas relativas à segurança.

Temos, ainda, em Kanashiro (2005) que a fadiga de voo pode ser definida como uma deterioração da condição psicofisiológica em uma atividade aérea que restringirá, passo a passo, a *performance* dos tripulantes no voo. Já Limongi França e Rodrigues (1996) definem a fadiga como um estado físico e mental, resultante de um esforço prolongado ou repetido, repercutindo sobre vários sistemas do organismo e provocando diversas alterações de funções.

Um ponto em comum nas diversas literaturas e autores é a indicação de que, apesar da complexidade da natureza, há semelhantes causas operacionais e consequências da fadiga sobre as tripulações, independentemente se as operações aéreas ocorrem no meio civil ou militar (KANASHIRO, 2005).

Em todos os conceitos apresentados sobre fadiga, tem-se que a fadiga é um fator de risco para o desempenho do voo e à segurança, tanto na aviação comercial quanto na militar (HONN et al., 2016), sendo muito importante procurar entender como se desencadeia e como é abordada. Destarte, a gestão ou o gerenciamento da fadiga deve envolver-se a partir deste momento, pois há uma compreensão científica de que o sono humano, o ambiente de trabalho, os ritmos circadianos são fatores essenciais para a ocorrência da fadiga e, por isso, são necessárias contramedidas por parte dos gestores de equipes para mantê-los em níveis adequados e evitar ao máximo a fadiga humana.

Assim sendo, processos que gerenciam os riscos dessa fadiga e seu potencial de afetar adversamente a segurança devem fornecer mecanismos efetivos e objetivos para avaliar o risco apresentado pelos perigos e programar maneiras de eliminar ou mitigar os riscos associados a eles (ICAO, 2013). É evidente que nenhuma circunstância anormal, condições meteorológicas extremas, tráfego aéreo de alta densidade, emergências durante o voo ou outros fatores complicadores podem ser, normalmente, incluídos neste gerenciamento (HONN et al., 2016), pois fogem ao controle humano, mas buscar processos que visam um nível aceitável de segurança, equilibrando a alocação de recursos entre produção e proteção, controlando a fadiga (ICAO, 2013), essa é a meta. Conforme apóia Nix e Brunette (2015), a importância da prevenção da fadiga em qualquer ambiente ocupacional em que a segurança possa ser comprometida é amplamente apoiada por evidências empíricas. Essa não é uma tarefa simples, pois como afirma Caldwell (2009), há uma complexidade de regulações dessas informações (tempo de voo, de parada e de sono) em cada país que dificulta ainda mais o gerenciamento uniforme da segurança de voo.

Diante de todos esses conceitos, abordagens e da importância que deve ser dada à fadiga humana na atividade aérea e à gestão de seu risco, passa-se agora ao objetivo geral desta pesquisa, que é realizar o levantamento da bibliografia mais atual sobre o assunto.

## **Metodologia - Enquadramento metodológico**

Para o atingimento do objetivo deste trabalho, os procedimentos metodológicos enquadraram-se, no tocante ao objetivo, à natureza da pesquisa, que é do tipo mista (exploratória e descritiva), sendo exploratória porque é útil quando o pesquisador não conhece as variáveis importantes a examinar (CRESWELL, 2007) e descritiva, pois visa descrever as características do Portfólio Bibliográfico e suas relações com seus periódicos, autores e palavras-chave de mais destaque (SILVA; MENEZES, 2005).

Quanto à abordagem do problema, o trabalho será misto (qualitativo e quantitativo), sendo que o perfil qualitativo fica evidenciado na etapa do *ProKnow-C* de seleção dos artigos para o Portfólio Bibliográfico e o quantitativo na etapa de análise bibliométrica (CRESWELL, 2007). Quanto ao resultado, a pesquisa é do tipo aplicada, pois é possível utilizar os conhecimentos gerados e direcionar futuros estudos quanto aos artigos, autores e periódicos considerados relevantes na análise bibliométrica (MARCONI; LAKATOS, 2003).

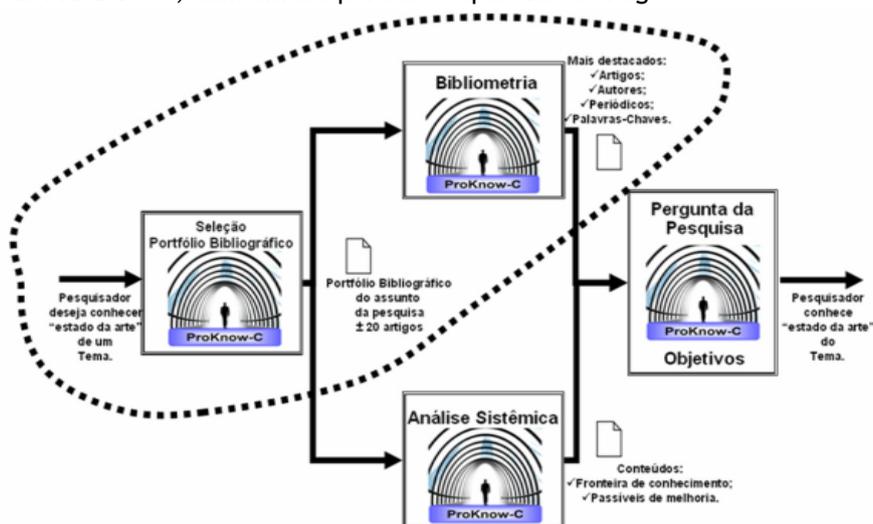
No que se refere aos procedimentos técnicos, a pesquisa é do tipo bibliográfica, pois foi realizada a partir da análise de publicações científicas, revisadas e indexadas nas bases de dados disponibilizadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (SILVA; MENEZES, 2005).

No tocante à população da pesquisa, foram consultadas as publicações científicas nos periódicos que abarcam o tema e disponíveis por acesso gratuito no Portal CAPES, resultando numa amostra de 55 artigos após a seleção inicial do processo *ProKnow-C*; e quanto ao instrumento de intervenção, utilizou-se o processo de revisão bibliográfica denominado *Knowledge Development Process - Construtivist (ProKnow-C)*, desenvolvido pelo Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão (LabMCDA), da Universidade Federal da Santa Catarina, que, sob a ótica construtivista, apresenta um processo estruturado para construir no pesquisador, o conhecimento necessário para iniciar a pesquisa acerca do tema que se deseja investigar (ENSSLIN; ENSSLIN; PACHECO, 2012; HILLEN; LAFFIN; ENSSLIN, 2018; KREUZBERG; VICENTE, 2019; MARCIS; BORTOLUZZI, 2019; SANTOS; MARINHO, 2019; VAZ, 2019; ENSSLIN et al., 2017).

### Procedimento de seleção do Portfólio Bibliográfico (PB)

O *ProKnow-C*, consiste em uma metodologia de construção do conhecimento estruturada em quatro etapas: seleção, análise bibliométrica e análise sistêmica do PB e elaboração dos objetivos de pesquisa. Neste trabalho, serão aplicadas somente a primeira e a segunda etapa do processo, representadas na Figura 1. A seleção do Portfólio Bibliográfico estará presente ainda dentro deste item da Metodologia e a bibliometria constará do item Resultados.

Figura 1: Etapas do *ProKnow-C*, com ênfase para as etapas deste artigo



Fonte: Waiczyk e Ensslin (2013)

### Procedimento de seleção do Portfólio Bibliográfico (PB)

Esta primeira etapa do *ProKnow-C* é subdividida em dois passos: a formação do Banco de Artigos Bruto (BAB) e a composição do PB, propriamente dito. Esses dois passos serão abordados a seguir.

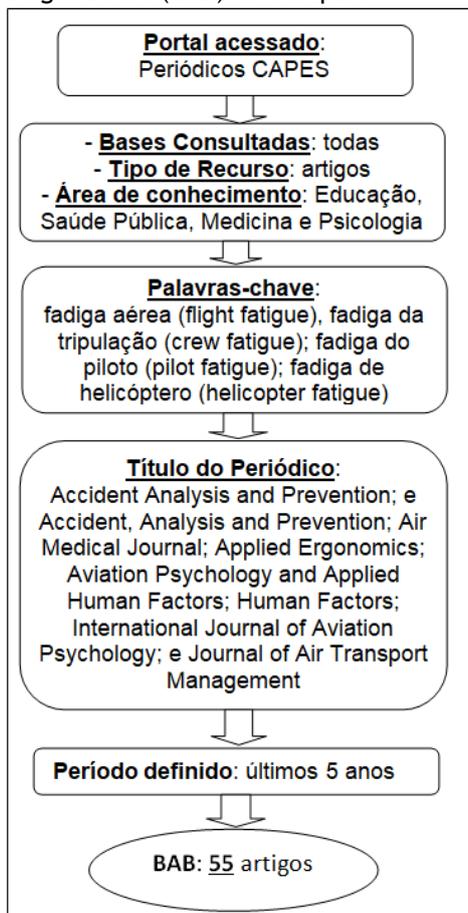
#### Formação do Banco de Artigos Bruto (BAB)

Este primeiro passo na busca do objetivo final, o PB, e explicitado de maneira resumida na Figura 2, foi obtido, inicialmente, selecionando o Portal de Periódicos CAPES como o local para a busca de material científico produzido sobre fadiga humana na atividade aérea. O Portal CAPES é uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza a instituições de ensino e pesquisa no Brasil o melhor da produção científica nacional e internacional. Conta com um acervo de mais de 45 mil títulos com texto completo, 130 bases referenciais, 12 bases dedicadas exclusivamente a patentes, além de livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual (CAPES, 2019).

Em seguida, definiu-se que todas as bases de pesquisa seriam consultadas e que a pesquisa restringir-se-ia somente aos artigos, excluindo-se, assim, os livros e outras obras de referência. Após a definição das bases, foram adotadas como áreas de conhecimento a serem pesquisadas a educação, a

saúde pública, a medicina e a psicologia, que, normalmente, são áreas que estudam o tema fadiga humana.

**Figura 2:** Formação do Banco de Artigos Bruto (BAB) da Pesquisa



Fonte: desenvolvido pelo autor

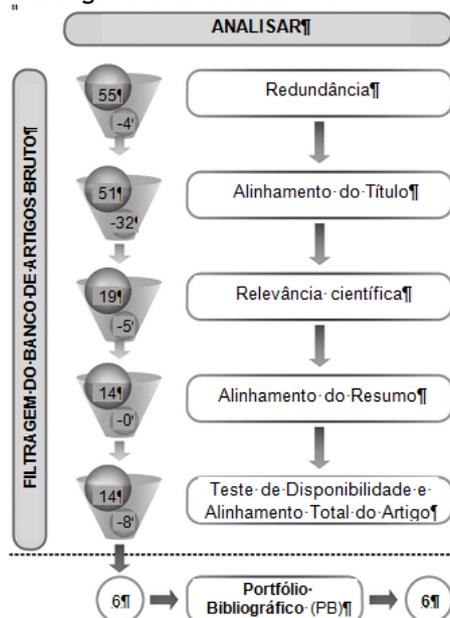
A definição das palavras-chave deu-se a seguir, optando-se pelas seguintes: fadiga aérea (*flight fatigue*), fadiga da tripulação (*crew fatigue*); fadiga do piloto (*pilot fatigue*); fadiga de helicóptero (*helicopter fatigue*). Posteriormente, depois dos primeiros resultados, delimitou-se a pesquisa com relação a alguns tópicos mais restritos à área da aviação, que é o foco do relacionamento à fadiga humana. Assim, foram selecionados os tópicos de *fatigue*, *safety*, *aviation*, *aircraft*, *human factor*, *pilots*, *workload* e *pilot fatigue*.

Outro ponto definido no momento do levantamento dos artigos foi a definição que somente os artigos revisados por pares (*peer review*) entrariam na listagem da seleção.

Ainda, foi definido, também, que somente seriam levantados artigos nos seguintes periódicos: *Accident Analysis and Prevention*; *Accident, Analysis and Prevention*; *Air Medical Journal*; *Applied Ergonomics*; *Aviation Psychology and Applied Human Factors*; *Human Factors*; *International Journal of Aviation Psychology*; e *Journal of Air Transport Management*. O último parâmetro definido foi o período. Estabeleceu-se que somente os artigos publicados nos últimos 5 anos entrariam no BAB. Assim, ao final destas definições, chegou-se a um BAB com 55 artigos.

### Composição do Portfólio Bibliográfico do ProKnow-C

Este segundo passo para a formação do PB é uma fase de filtragem dos 55 artigos encontrados no BAB, também demonstrado de forma resumida na Figura 3.

Figura 3: Composição do Portfólio Bibliográfico do *ProKnow-C*

Fonte: adaptado pelo autor de Ensslin, Ensslin e Pacheco (2012)

Para a consecução da filtragem, foram executadas as seguintes análises:

- 1ª Análise: verificação dos artigos duplicados (redundância). Para essa verificação foi utilizado o *Mendeley Desktop*, um programa gratuito que ajuda pesquisadores e estudantes a trabalhar com artigos científicos. Da Plataforma CAPES, há a possibilidade de gerar um arquivo com todos os artigos selecionados em formato *RIS* e enviá-lo diretamente para o *Mendeley*. No programa, o pesquisador tem ferramentas para indexar artigos e periódicos acadêmicos e científicos, permitindo recuperar informações sobre autores, números de série ou trabalhos com o mesmo tema.

No presente artigo, após esta análise, foi verificado que 4 artigos eram duplicados, tendo em vista a pesquisa ter sido realizada em diversas bases e ser comum que, no conjunto de artigos reunidos pelo pesquisador, haja artigos repetidos.

2ª Análise: filtragem pela leitura do título de cada artigo. Nos 51 artigos restantes, realizou-se a leitura de todos os títulos, tendo sido descartados 32 artigos. Esses artigos descartados possuíam títulos que não se enquadravam com o tema da fadiga humana na atividade aérea. Esta análise justifica-se pelo motivo de que frequentemente a busca das palavras-chave é realizada nos títulos, nas palavras-chave e também nos resumos, possibilitando que artigos que não tratem especificamente do tema em questão possam ser incorporados ao banco de artigos bruto. Então, ao final desta 2ª Análise, permaneceram 19 artigos.

3ª Análise: verificação da relevância científica dos artigos. Então, após a filtragem dos títulos, passou-se à análise nos 19 artigos restantes até o momento e, para isso, foram realizadas 2 checagens:

1ª Checagem: busca da quantidade de citações que cada artigo possui. Para esta busca, selecionou-se o Google Acadêmico (julho de 2019) como ferramenta para atingir o objetivo. Na busca simples no Google Acadêmico pelo título do artigo, já são dadas as quantidades de citações. Com esse número, formou-se uma tabela para comparar as citações de todos os artigos. Estabeleceu-se como ponto de corte nos artigos da pesquisa o correspondente a um percentual próximo a 85% de representatividade (a orientação do *ProKnow-C* diz que o ponto de corte seja em torno de 85%, mas aceitando uma variação dependendo da questão do “reconhecimento científico confirmado”, para artigos com mais de 2 anos de publicação, ou “ainda a confirmar”, para artigos muito recentes - menos de 2 anos de publicação).

Assim, definiu-se, subjetivamente, a representatividade, isto é, o percentual acumulado que os artigos mais citados representam no total das citações. Nesta pesquisa, optou-se por selecionar os 7 artigos com mais citações, responsáveis por 85% das citações dos 19 artigos do BAB até o momento. Neste caso, foram selecionados artigos com até 12 citações. Contudo, passou-se a uma análise mais criteriosa nos 12 artigos restantes, tendo em vista, principalmente, tratar-se dos mais recentes artigos.

2ª Checagem: os 12 artigos que restaram foram separados em dois grupos: os que tinham menos de 2 anos de publicação, tendo em vista que nesse caso a confirmação da relevância científica fica comprometida pelo pouco tempo de exposição na mídia científica. Esse grupo constava de 5 artigos e todos foram aproveitados como de relevância; e o grupo com mais de 2 anos de publicação, num total de 7

artigos. Neste grupo foi realizada uma “verificação dos autores”, isto é, checou-se se alguns desses artigos tinham autores comuns com os do grupo com representatividade. Encontrou-se um artigo com autores de outro texto já selecionado pelas citações. Assim, esse artigo passou para o grupo dos que tinham representatividade.

Os 6 artigos restantes, entretanto, passaram por uma segunda verificação, por meio da leitura do resumo e das palavras-chave de uma maneira mais atenciosa para não precipitar o descarte deles. Após esta segunda verificação, mais 1 artigo foi incorporado aos de representatividade. Então, ao final desta 3ª Análise (verificação da relevância científica), foram descartados 5 artigos no total, restando 14 artigos para a próxima análise.

4ª Análise: verificação do alinhamento do resumo dos 14 artigos nesta fase. Foi realizada a leitura (ou uma releitura atenta no caso do artigo já lido na 3ª análise) dos resumos dos artigos para a filtragem com um foco no alinhamento com a fadiga humana na atividade aérea. Após a leitura dos resumos, verificou-se que todos os artigos tinham adequado alinhamento com o tema da pesquisa, mas que seria necessária a leitura dos textos por completo para uma melhor checagem. Então, nesta 4ª Análise nenhum artigo foi descartado.

5ª Análise: verificação se os 14 artigos estão disponíveis integralmente e realização da leitura dos textos por completo para confirmar o alinhamento total ao tema. Após a verificação da disponibilidade integral, têm-se que 2 artigos não eram de acesso aberto. Os 12 restantes foram lidos inteiramente, sendo plotado que 6 não analisavam a questão intrínseca ao estudo, a fadiga ligada ao voo. Ao final de toda a filtragem, dos 56 artigos do BAB, o Portfólio Bibliográfico permaneceu com 6 artigos. A relação dos artigos filtrados pelo processo do *Proknow-C* na presente pesquisa consta da Tabela 1 e serão os artigos que constarão da etapa da bibliometria que será demonstrada no item Resultados a seguir.

**Tabela 1:** Relação dos artigos do PB da pesquisa

Artigo	Autor	Periódico	Citações	Ano
A review of important cognitive concepts in aviation	Martins, A. P. G.	Aviation	7	2016
Factors contributing to the risk of airline pilot fatigue	Lee, S.; Kim, J. K.	Journal of Air Transport Management	4	2018
Fatigue on the flight deck: The consequences of sleep loss and the benefits of napping	Hartzler, B. M.	Accident Analysis and Prevention	77	2014
Fatiguing effect of multiple take-offs and landings in regional airline operations	Honn, K. et al.	Accident Analysis And Prevention	23	2016
Rest, Shift Duration, and Air Medical Crewmember Fatigue	Nix, S.; Brunette, S.	Air Medical Journal	0	2015
Sleep, alertness and alertness management among commercial airline pilots on short-haul and long-haul flights	Sallinen, M. et al.	Accident Analysis and Prevention	14	2017

Fonte: desenvolvido pelo autor

## Resultados

Como resultado da pesquisa, será apresentada a etapa da análise bibliométrica realizada com as informações diretas dos 6 artigos do PB e de suas referências. Para isso, analisam-se 4 pontos do PB selecionado: a relevância dos periódicos, o reconhecimento científico dos artigos, os autores de maior destaque e as palavras-chave mais utilizadas nos artigos. Após esta análise, examinam-se, também, as 407 referências constantes destes trabalhos; e, por fim, realiza-se, ainda, uma análise combinada do cruzamento entre as informações dos artigos do PB com suas referências.

### Análise bibliométrica dos 6 artigos do Portfólio Bibliográfico

Por primeiro, realiza-se uma análise procurando identificar quais são os periódicos com o maior número de publicações relacionadas à fadiga humana na atividade aérea. Essa informação consta da Tabela 2.

**Tabela 2:** Relação dos periódicos dos 6 artigos do PB da pesquisa

Periódico	Número de Artigos
Accident Analysis and Prevention	3
Aviation	1
Air Medical Journal	1
Journal of Air Transport Management	1

Fonte: desenvolvido pelo autor

Como se percebe pela Tabela 2, a revista *Accident Analysis and Prevention* tem 50% de todas as publicações, destacando-se sobre as demais. Verifica-se, ainda, que não há revistas brasileiras que apareceram na pesquisa no Portal CAPES e que todos os periódicos são voltados à questão da segurança aeronáutica, tanto na gestão quanto buscando a saúde dos aeronavegantes.

Na segunda análise, retorna-se à questão das citações dos artigos, mas agora com foco somente nos 6 artigos que restaram no PB. Volta-se, assim, à busca da identificação da relevância dos artigos no meio acadêmico, aproveitando-se do Google Acadêmico (julho de 2019) para o levantamento. As informações são explicitadas na Tabela 3.

**Tabela 3:** Relação das citações dos 6 artigos do PB da pesquisa

Artigo	Citações
Fatigue on the flight deck: The consequences of sleep loss and the benefits of napping	77
Fatiguing effect of multiple take-offs and landings in regional airline operations	23
Sleep, alertness and alertness management among commercial airline pilots on short-haul and long-haul flights	14
A review of important cognitive concepts in aviation	7
Factors contributing to the risk of airline pilot fatigue	4
Rest, Shift Duration, and Air Medical Crewmember Fatigue	0

Fonte: desenvolvido pelo autor

Analisando a Tabela 3, identifica-se que o primeiro artigo destaca-se pela quantidade de citações, possuindo mais citações que a soma de todos os outros artigos. Outra informação importante, é que os três artigos com mais citações pertencem ao periódico que também tem a maior quantidade de artigos. Conclui-se que futuras pesquisas no tema podem ser mais enriquecedoras com o apoio desta revista. Terceiro, procura-se identificar se há autores, dentro do PB, que participaram em mais de um artigo. Foi constatado que nos 6 artigos do PB havia 19 autores no total, sendo que nenhum deles participou em mais de um artigo.

Por fim, realizou-se o levantamento das palavras-chave mais utilizadas nos 6 artigos do PB, com o objetivo de se conhecer mais a fundo os termos mais utilizados em relação à fadiga humana na atividade aérea. Para essa finalidade, montou-se a Tabela 4.

**Tabela 4:** Relação das palavras-chave dos 6 artigos do PB da pesquisa

Palavras-chave	Quantidade
Fatigue (and Fatigue Management)	4
Aviation (and Commercial Aviation)	3
Pilot (and Airline Pilots) – Sleep - Alertness (and Alertness Management)	2 (cada)
Article – Automation – Cockpit - Situation Awareness – Stress –Workload - Factor Analysis - Multiple Regression - Risk Management - Safety - Strategic Napping - Alertness - Duty Time Regulations – (High-Fidelity Flight Simulator) - Psychomotor Vigilance - Task Load	1 (cada)

Fonte: desenvolvido pelo autor

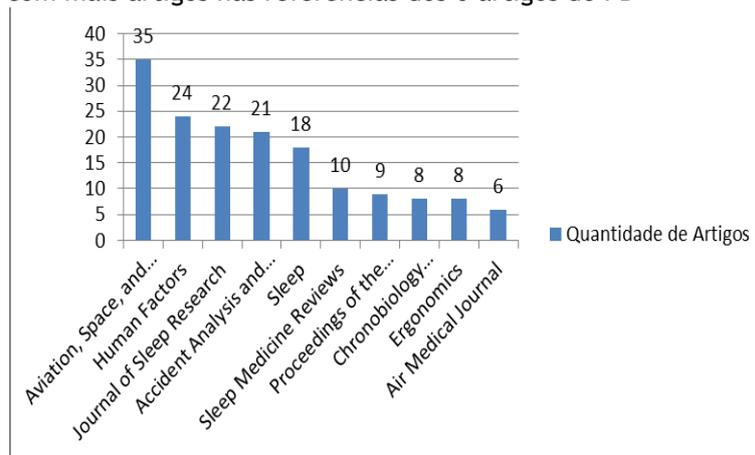
Da análise da Tabela 4, nota-se que o termo *Fatigue (and Fatigue Management)* apareceu mais vezes tendo em vista que era o termo de busca inicial no Portal de Periódicos CAPES. Contudo, há outras palavras-chave que são termos que se relacionam diretamente com a fadiga, tais como *stress*, *situation awareness* (consciência situacional), *safety* (segurança), *workload* (carga de trabalho), entre outros, termos estes que podem auxiliar no direcionamento de futuras pesquisas em relação à fadiga humana.

## Análise bibliométrica das referências citadas nos 6 artigos do PB e, conjuntamente, uma análise combinada com o PB

Trabalhando agora nas referências dos 6 artigos que compõe o PB, foi constatado que esses 6 artigos possuíam 417 referências no total. Destas, 308 eram artigos publicados em 125 periódicos diferentes. A análise foi realizada separadamente por artigo e, ao final, foi feita uma compilação e um tratamento conjunto das informações colhidas na análise de cada artigo. Cabe destacar, que na compilação das informações, trabalhou-se somente, no tocante aos artigos das referências, com os artigos dos periódicos mais destacados em cada artigo do PB.

Em relação aos periódicos, constatou-se que os 10 periódicos com mais publicações, ou seja, 8% dos periódicos possuíam 52% da quantidade de artigos, ou seja, 161 artigos no total. O Gráfico 1 mostra a distribuição desses periódicos e a quantidade de artigos.

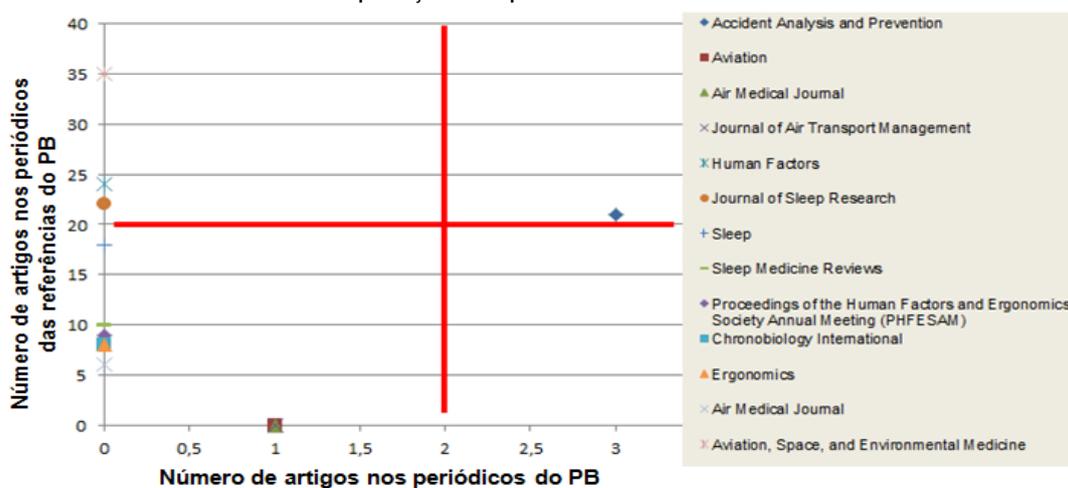
**Gráfico 1:** Periódicos com mais artigos nas referências dos 6 artigos do PB



Fonte: desenvolvido pelo autor

Nesta primeira análise, percebe-se que o periódico *Aviation, Space and Environmental Medicine* (ASEM) destacou-se com mais artigos, possuindo 35 artigos, seguido pelo *Human Factors* (HF) e *Journal of Sleep Research* (JSR) com 24 e 22 artigos cada um, respectivamente. Verificou-se também, que o 4º periódico com mais artigos, o *Accident, Analysis and Prevention* (AAP) com 21 artigos, foi o periódico mais destacado do PB desta pesquisa com 3 artigos. No Gráfico 2, têm-se uma posicionamento combinado dos periódicos do PB e dos periódicos das referências do PB destacando a importância do ASEM, do HF, do JSR e o AAP.

**Gráfico 2 -** Análise Combinada de comparação dos periódicos do PB com os das referências

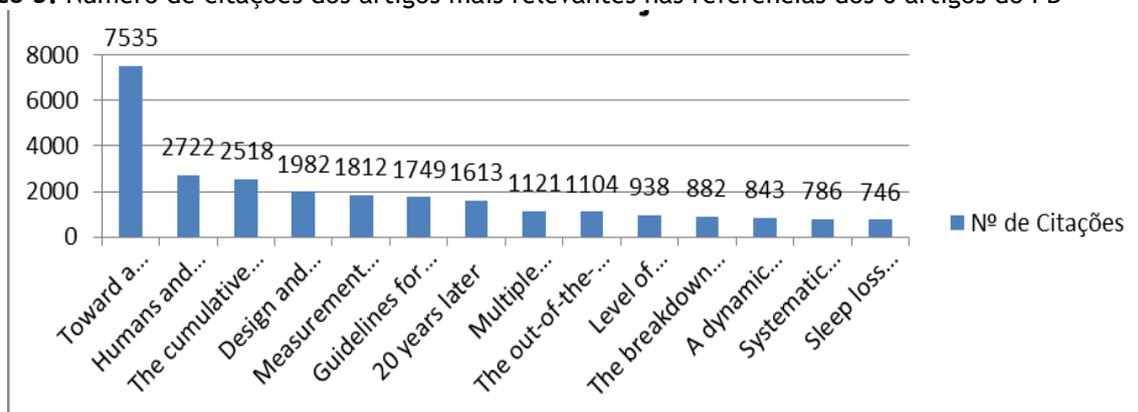


Fonte: desenvolvido pelo autor

Na segunda análise realizada nos artigos constantes dos 6 artigos do PB, verificou-se a relevância pela consulta ao Google Acadêmico (julho de 2019), levantando-se o número de citações de cada artigo. No entanto, para esta análise no Google Acadêmico, restringiu-se aos artigos selecionados conforme os

periódicos com mais expressão em cada artigo separadamente. Assim, pesquisou-se ao todo 154 artigos (do total de 308), inicialmente, mas quando compilados no conjunto dos 6 artigos do PB, restaram 138 artigos, pois vários deles constavam em mais de um artigo ao mesmo tempo. As informações quanto às citações são mostradas no Gráfico 3.

**Gráfico 3:** Número de citações dos artigos mais relevantes nas referências dos 6 artigos do PB

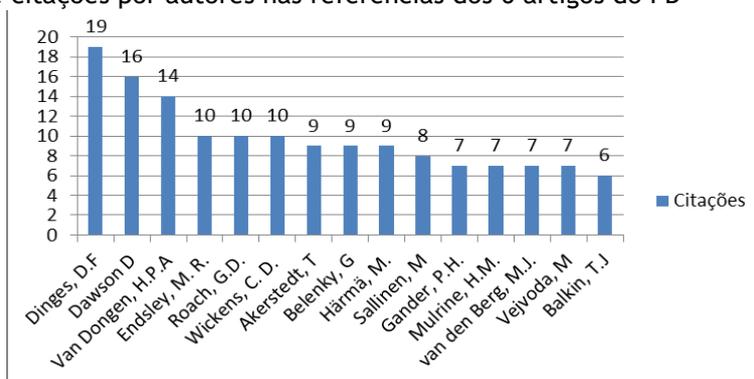


Fonte: desenvolvido pelo autor

Analisando as informações do Gráfico 3, depreende-se que o artigo com mais citações, *Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems*, tem quase o triplo das citações do segundo artigo *Humans and Automation: use, misuse, disuse, abuse* e que ambos são do 2º periódico com mais artigos nas referências, o HF. É também desse mesmo periódico o quinto artigo com mais citações, *Measurement of Situation Awareness in Dynamic Systems*. O terceiro e o sexto artigos com mais citações, *The cumulative cost of additional wakefulness: dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation* e *Guidelines for the multiple sleep latency test (MSLT): a standard measure of sleepiness*, respectivamente, são do 5º periódico com mais artigos (*Sleep*). Interessante notar, que o periódico com mais artigos, o ASEM, não possui nenhum artigo com mais citações dentro das primeiras posições. Importante destacar, também, que nesta análise sobre as citações os 14 artigos mais citados (praticamente 10% dos 138 artigos analisados) possuem 26.351 citações de um total de 44.037, isto é, em torno de 60% de todas as citações.

Quanto à análise dos autores, foram encontrados 677 autores nos 138 artigos verificados. Desse total de autores, 15 deles (correspondente a 2% de todos os 677 autores), possuem 14% (148 citações) do somatório de citações de todos os autores (1.055 citações). Os 15 autores mais citados estão listados no Gráfico 4.

**Gráfico 4:** Número de citações por autores nas referências dos 6 artigos do PB

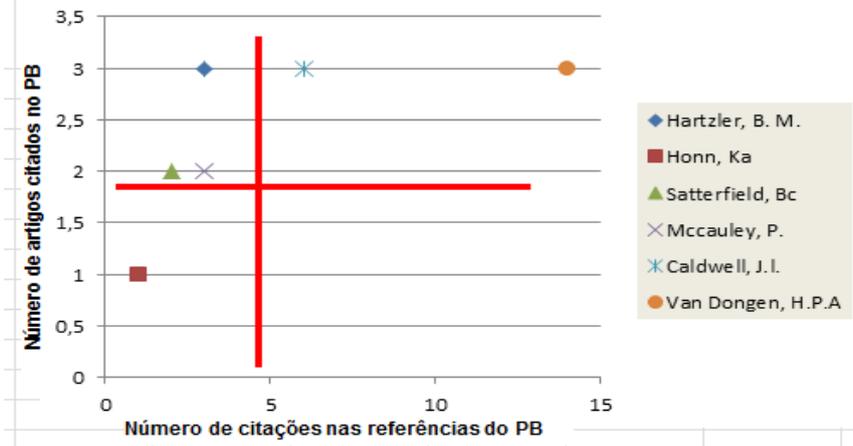


Fonte: desenvolvido pelo autor

Analisando as informações do Gráfico 4, percebe-se um destaque dos 3 primeiros autores em relação ao total dos 677 autores, sendo que o terceiro autor com mais citações também é autor de um dos artigos do PB. E, numa análise combinada com os autores dos 6 artigos do PB, mostrada no Gráfico 5, temos que a autora Hartzler, tem 3 citações no total das referências, tendo sido citada em outros 3 artigos do PB, sendo que em 2 artigos com seu trabalho do PB. Temos ainda, que o autor Van Dongen, é o 3º autor com mais citações no total, tendo tido 14 citações e possuindo a citação do seu artigo do PB em outro

artigo do PB e mais 2 citações com outro trabalho em 2 outros artigos do PB. O mesmo ocorre com o autor Caldwell, do mesmo artigo de Van Dongen, com 6 citações no total (empatando com o 15º autor mais citado), e que também aparece com a citação deste artigo em outro artigo do PB e mais 2 citações com outro trabalho em 2 outros artigos do PB. Os outros coautores com Van Dongen do artigo do PB, McCauley, Satterfield e Honn, têm respectivamente, 3, 2 e 1 citações no total, aparecendo em pelo menos mais um artigo do PB.

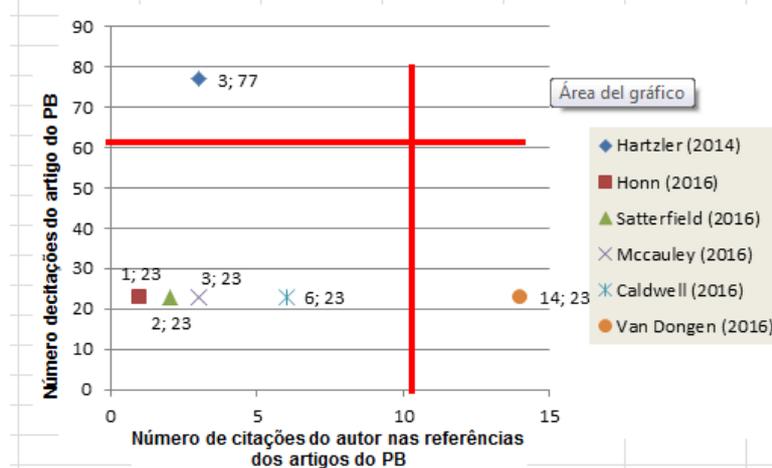
**Gráfico 5:** Análise combinada do número de citações dos autores dos 6 artigos do PB nas referências pela quantidade de artigos citados no PB



Fonte: desenvolvido pelo autor

Conforme se mostra no Gráfico 5, há um destaque dos autores Caldwell e, principalmente, Van Dongen, sendo referências para futuras consultas nesta linha de pesquisa.

**Gráfico 6:** Análise combinada do número de citações dos autores dos 6 artigos do PB nas referências pelo número de citações do artigo do autor do PB



Fonte: desenvolvido pelo autor

Já no gráfico 6, há um destaque para a autora Hartzler que possui o artigo com mais citações no Google Acadêmico (julho de 2019) do PB e uma participação como referência em 3 dos 6 artigos do PB. Já Van Dongen, neste novo gráfico, confirma seu papel de destaque.

No tocante ao último ponto da análise nas referências dos artigos do PB, as palavras-chave, houve um alinhamento com as já apresentadas na Tabela 4, ratificando o direcionamento para os termos *fatigue (and fatigue management)*, *safety*, *stress*, entre outros. Novamente, cabe ressaltar que estes termos nos direcionam em novas pesquisas.

## Conclusão

Esta pesquisa baseava-se em responder se havia estudos recentes que abordavam a fadiga humana na atividade aérea, objetivando identificar e analisar os trabalhos dos últimos 5 anos com relevância

científica acerca do tema. Com este foco, o trabalho buscou selecionar um portfólio bibliográfico e realizar uma análise bibliométrica levantando artigos, autores, citações e periódicos que mais se destacassem nesse assunto que é vital nas operações de voo, tendo em vista que um desempenho humano abaixo do ideal pode se tornar uma ameaça à segurança aeronáutica.

Para esse fim, este levantamento utilizou-se do método *ProKnow-C*, da UFSC, que permitiu selecionar e analisar artigos mediante uma atividade sistematizada e altamente eficiente, pois é possível concluir, pelos resultados numéricos obtidos e o nível de relevância dos artigos selecionados, que o *ProKnow-C* é uma ferramenta de grande importância acadêmica, pois simplifica e organiza as tarefas da pesquisa, gerando ampliação do conhecimento do pesquisador sobre o tema desejado.

Cabe ressaltar que esta pesquisa estava delimitada ao espaço temporal dos últimos 5 anos, o que restringiu bastante o número de artigos, mas que, por outro lado, deu uma contemporaneidade ao resultado. Ademais, os 6 artigos do PB geraram um estudo afinado em mais 154 artigos de suas referências. Assim, a análise não se deu em tão poucos artigos.

Em relação aos resultados das análises do PB e de suas referências, coube destaque aos seguintes periódicos: ASEM, HF, JSR e AAP, este último, destacando-se tanto no PB (com 50% de participação) quanto nas referências. Quanto aos autores, os estudos apontaram um papel de destaque dos artigos de Van Dongen, Caldwell e Hartzler. E, por último, no tocante às palavras-chave, houve um destaque para os termos *fatigue (and Fatigue Management)*, *safety*, *stress*, *situation awareness* e *workload*. Esses periódicos, autores e palavras-chave de destaque são indicações importantes para o enriquecimento de futuros estudos do tema da pesquisa.

Há de se comentar que numa futura ampliação desta pesquisa, pesquisadores podem explorar e descrever este campo de estudo com a aplicação das Fases 3 e 4 do processo *ProKnow-C*, realizando a análise sistêmica e o tratamento da pergunta da pesquisa, realizando novas análises minuciosas no PB selecionado.

Finalmente, recomenda-se que esta pesquisa seja continuada com estudos futuros, mantendo como referência a utilização do processo *ProKnow-C* e concluindo as etapas subsequentes do processo. Recomenda-se, também, uma ampliação desta pesquisa a outras bases de dados, a outros periódicos e publicações e a outras variáveis de pesquisa.

## Referências

BATISTA NETO, João Paulo. **O checklist da fadiga de voo e a nova lei brasileira do aeronauta**. 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2019. Disponível em: <http://www.bdita.bibl.ita.br>. Acesso em 10 jul. 2019.

CALDWEL, John A. **Fatigue in aviation**. *Travel Medicine and Infectious Disease*, v. 3, p. 85-96, 2005.

CALDWEL, John A. *et al.* **Is Fatigue a Problem in Army Aviation? The Results of a Survey of Aviators and Aircrews**. U. S. Army Aeromedical Research Laboratory (USAARL), Report nº 2001-03, 2000.

CALDWEL, John A. *et al.* **Fatigue Countermeasures in Aviation**. *Aviation Space and Environmental Medicine*, v. 80, nº 1, 2009.

CIVIL AVIATION SAFETY AUTHORITY. **Civil Aviation Advisory Publication (CAAP) 48-01. Fatigue management for flight crew members**. Australian Government, v. 2.0, 116 p., 2017.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Missão e Objetivos**. Disponível em: [http://www.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com\\_pcontent&view=pcontent&alias=missao-objetivos&Itemid=109](http://www.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pcontent&view=pcontent&alias=missao-objetivos&Itemid=109). Acesso em: 6 jul. 2019.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução: Luciana de Oliveira da Rocha. 2. ed., Porto Alegre: Artmed, 2007.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; PACHECO, G. C.. Um estudo sobre segurança em estádios de futebol baseado na análise bibliométrica da literatura internacional. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.17, n.2, p.71-91, abr./jun. 2012.

- ENSSLIN, Leonardo *et al.* BPM governance: a literature analysis of performance evaluation. **Business Process Management Journal**, Vol. 23, Number 1, p. 71 - 86, 2017.
- HARTZLER, B. M. Fatigue on the flight deck: The consequences of sleep loss and the benefits of napping. **Accident Analysis and Prevention**, v. 62, p. 309-318, 2014.
- HILLEN, C., LAFFIN, M., & ENSSLIN, S. R. (2018). Proposições sobre formação de professores na área Contábil. **Arquivos Analíticos de Políticas Educativas**, v. 26, n. 106. DOI: <http://dx.doi.org/10.14507/epaa.26.3060>
- HONN, K. *et al.* Fatiguing effect of multiple take-offs and landings in regional airline operations. **Accident Analysis And Prevention**, v. 86, n. C, p. 199-208, 2016.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). Doc 9683 - AN/950: **Humans Factor Training Manual**. 1st. edition, Montréal, Quebec, Canada, 1998.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). Doc 9859 - AN/474: **Safety Management Manual (SMM)**. 3rd. edition, Montréal, Quebec, Canada, 2013.
- KANASHIRO, Ricardo Gakiya. Jornada de voo na aviação de transporte e a prevenção da fadiga. **Revista Conexão SIPAER**, v. 4, n. 2, p. 190-199, mar./abr., 2005.
- KREUZBERG, F.; VICENTE, E. F. R. Para Onde Estamos Caminhando? Uma Análise das Pesquisas em Governança Corporativa. **Revista de Administracao Contemporanea**, v. 23, n. 1, p. 43, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1590/1982-7849rac2019170381>.
- LEE, S.; KIM, J. K. Factors contributing to the risk of airline pilot fatigue. **Journal of Air Transport Management**, v. 67, p. 197-207, 2018.
- LIMONGI França, A. C.; RODRIGUES, A. L. **Stress e trabalho: guia básico com a abordagem psicossomática**. São Paulo: Atlas, 1996.
- MARCIS, J.; BORTOLUZZI, S. Sustainability performance evaluation of agricultural cooperatives' operations: a systemic review of the literature. **Environment, Development and Sustainability**, v. 21, n. 3, p. 1111-1126, 2019.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed., São Paulo: Atlas, 2003.
- MOTA, Dálete Delalibera Corrêa de Faria; CRUZ, Diná de Almeida Lopes Monteiro da; PIMENTA, Cibele Andrucio de Mattos. Fadiga: uma análise do conceito. **Acta Paul Enferm**, v. 18, n. 3, p. 285-293, 2005.
- NIX, S.; BRUNETTE, S. Rest, Shift Duration, and Air Medical Crewmember Fatigue. **Air Medical Journal**, v. 34, n. 5, p. 289-291, 2015.
- SANTOS, I. L. dos; MARINHO, S. V. Relationship between entrepreneurial orientation, marketing capability and business performance in retail supermarkets in Santa Catarina (Brazil). **Innovation & Management Review**, v. 15, n. 2, p. 118-136, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/151131/147952>. Acesso em: 8 jul. 2019.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed., Florianópolis: UFSC, 2005.
- VAZ, C. R. A proposal of intellectual capital maturity model (ICMM) evaluation. **Journal of Intellectual Capital**, v. 20, n. 2, p. 208-235, 2019.

---

WAICZYK, C.; ENSSLIN, E. R. Avaliação de produção científica de pesquisadores: mapeamento das publicações científicas. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v.10, n. 20, p. 97-112, mai./ago., 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-8069.2013v10n20p97>.