

1 ATIVIDADES DE TRABALHO DOS PROFISSIONAIS DO SERVIÇO DE INFORMAÇÃO AERONÁUTICA: ESTUDO DE REVISÃO INTEGRATIVA

WORK ACTIVITIES OF AERONAUTICAL INFORMATION SERVICE PROFESSIONALS: INTEGRATIVE REVIEW STUDY

Jânio César Mendes Ferreira*  E-mail: janioferreira84@gmail.com

Marcia Fajer**  E-mail: marcia.fajer@gmail.com

Laerte Idal Sznelwar*  E-mail: laerte.sznelwar@gmail.com

Frida Marina Fischer*  E-mail: fischer.frida@gmail.com

*Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

**Associação Brasileira de Psicologia da Aviação (ABRAPAV), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Resumo: O propósito deste estudo foi realizar um levantamento da literatura publicada sobre as atividades de trabalho do profissional que atua no Serviço de Informação Aeronáutica/*Aeronautical Information Service* - AIS, no contexto da segurança da navegação aérea, sob a ótica da ergonomia centrada na atividade. Foi realizada uma revisão integrativa que incluiu a avaliação de artigos até julho de 2023. Para a busca dos artigos utilizou-se o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES em 4 quatro bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde - *SciELO*, *PsycInfo* (APA), *Scopus* e *AeroSpace Data Base*. Utilizou-se os seguintes descritores: *aeronautical information service and/or ergonomics*; *aeronautical information service and/or human factors*; *aeronautical information service and/or decision making*; *aeronautical information service and/or operational safety*; *aeronautical information service and/or flight plan*; *aeronautical information service and/or air navigation*. A análise dos dados dos estudos selecionados foi feita pelo método Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises/*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* – PRISMA. Após ser realizada a triagem, dezesseis artigos foram incluídos nesta revisão. As publicações abordaram o uso de tecnologias de automação e segurança operacional para a navegação aérea, principalmente no que se refere ao controle de tráfego aéreo e ao planejamento de voo. Essas novas tecnologias são apresentadas como melhorias para a navegação aérea em nível mundial. Entretanto, não foram relatadas interfaces com os fatores humanos nessas publicações, particularmente o trabalho desenvolvido pelos profissionais da linha de frente. Isso demonstra uma lacuna na literatura que permita compreender as atividades reais do trabalho nos serviços de informação aeronáutica, incluindo as dificuldades em conduzi-las. Há a necessidade de serem avaliadas as atividades de trabalho numa perspectiva da ergonomia centrada na atividade, que aborde os profissionais AIS como protagonistas das situações de trabalho, no sentido de se aprimorar a segurança operacional. É importante frisar que, as estratégias de ações desses profissionais, são fundamentais para a manutenção/melhoria da segurança, regularidade e eficiência da navegação aérea.

Palavras-chave: Navegação Aérea. Profissional AIS. Serviço de Informação Aeronáutica. Segurança Operacional. Ergonomia.

¹ O texto é inédito. Apoios financeiros recebidos: CNPq, processo nº 304375/2017-9 e 306963-2021-3. FAPESP, processo nº 2019/13525-0. Faz parte da tese de Doutorado de Jânio César Mendes Ferreira intitulada “Atividades de trabalho no serviço de informações aeronáutica, do controle do espaço aéreo brasileiro”, que está sendo desenvolvida junto ao programa de Pós-graduação em Saúde Pública, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Não há conflitos de interesse a declarar. O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (CEP - FSP/USP), por meio da Plataforma Brasil, e aprovado segundo o parecer nº 3.502.480, de 12 de agosto de 2019.

Abstract: The purpose of this study was to conduct a literature survey on the work activities of professionals engaged in the Aeronautical Information Service (AIS) within the context of aviation safety, through the lens of activity-centered ergonomics. An integrative review was performed, encompassing the evaluation of articles until July 2023. The search for articles was conducted using the Periodicals Portal of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) across four databases: Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences - SciELO, PsycInfo (APA), Scopus, and AeroSpace Database. The following descriptors were used: aeronautical information service and/or ergonomics; aeronautical information service and/or human factors; aeronautical information service and/or decision making; aeronautical information service and/or operational safety; aeronautical information service and/or flight plan; aeronautical information service and/or air navigation. The analysis of data from the selected studies was conducted using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) methodology. Following the screening process, sixteen articles were included in this review. The publications addressed the utilization of automation technologies and operational safety in air navigation, particularly in the domains of air traffic control and flight planning. These new technologies were presented as enhancements for global air navigation. However, there were no reported interfaces with human factors in these publications, particularly the work undertaken by frontline professionals. This highlights a gap in the literature that would allow for an understanding of the actual work activities within aeronautical information services, including the challenges they entail. There is a need to evaluate work activities from the perspective of activity-centered ergonomics, portraying AIS professionals as protagonists in work situations, with the aim of enhancing operational safety. It is important to underscore that the action strategies of these professionals are vital for the maintenance/improvement of safety, regularity, and efficiency in air navigation.

Keywords: Air Navigation. AIS Professional. Aeronautical Information Service. Operational Security. Ergonomics.

1 INTRODUÇÃO

Os primórdios do ordenamento da navegação aérea² remontam ao final da II Guerra Mundial, quando a quantidade de voos comerciais aumentou consideravelmente em todas as regiões do mundo. Nesse sentido, manter a segurança da navegação aérea tornou-se uma tarefa delicada, fundamental e contínua. Esse aumento no transporte aéreo de passageiros e de cargas, problemas relativos ao gerenciamento das diversas atividades no espaço aéreo (como por exemplo a uniformidade de procedimentos), a definição de unidades de medidas, os parâmetros de separação entre aeronaves, dentre outros, afloraram com incrível velocidade, exigindo uma resposta imediata de âmbito internacional (Brasil, 2013).

Com o objetivo de padronizar os procedimentos da navegação aérea no mundo, foi realizada, em 1944, na cidade de Chicago uma conferência internacional, a Convenção da Aviação Civil Internacional - CACI, cujos resultados se materializaram

² Conjunto de serviços prestados pelo Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro - SISCEAB, observando as disposições normativas do Departamento de Controle do Espaço Aéreo - DECEA, que compreendem os equipamentos terrestres e satélites de rádio navegação de ajuda para aproximação (Brasil, 2018).

em um documento chamado Convenção de Chicago, a qual foi promulgada no Brasil pelo Decreto nº 21.713, de 27 de agosto de 1946. Dessa Convenção foram originados vários documentos denominados Anexos à Convenção de Aviação Civil Internacional. Esses documentos são regulamentados pela Organização da Aviação Civil Internacional/*International Civil Aviation Organization* – ICAO³ e até hoje norteiam as normas e os procedimentos da navegação aérea mundial, que são de uso compulsório nos países signatários (Brasil, 2013).

A Convenção de Chicago que rege as atividades dos Estados Contratantes da ICAO, incorpora 96 Artigos e há, até o ano de 2023, 19 Anexos e 5 PANS⁴ (Procedimentos de Navegação Aérea/*Procedures for Air Navigation Services*). Desses dezenove anexos, que têm a função de estabelecer padrões e práticas recomendadas (normas de cumprimento opcional, embora recomendadas) para a aviação civil internacional, dezesseis deles tratam de segurança e assuntos contingentes, como a eficiência e segurança da navegação aérea internacional (Osunwusi, 2020).

Os padrões e práticas recomendados pela ICAO para os Serviços de Informação Aeronáutica/*Aeronautical Information Service* - AIS⁵ foram adotados inicialmente pelo Conselho da ICAO em 15 de maio de 1953, em conformidade com o disposto no artigo 37 da Convenção de Chicago, e foram designados como Anexo 15⁶ (Brasil, 2023).

Por convenção, no Brasil, o conjunto de serviços da navegação aérea é conhecido como “controle do espaço aéreo”, embora abrangendo outros serviços, tais como: Controle de Tráfego Aéreo - ATC; serviço de Informação Aeronáutica - AIS; Comunicações, Navegação e Vigilância - COM; Meteorologia Aeronáutica – MET; Cartografia – CTG; e Busca e Salvamento – SAR (Brasil, 2018 Grifo nosso). Esses

³ É uma agência especializada das Nações Unidas criada em 1944, que tem como seus principais objetivos o desenvolvimento dos princípios e técnicas de navegação aérea internacional e a organização e o progresso dos transportes aéreos, de modo a favorecer a segurança, a eficiência, a economia e o desenvolvimento dos serviços aéreos (Brasil, 2015).

⁴ Os PANS não têm o mesmo *status* das Normas e Práticas Recomendadas. Enquanto os últimos são adotados pelo Conselho em conformidade com o Artigo 37 da Convenção sobre Aviação Civil Internacional, sujeitos ao procedimento integral do Artigo 90, os PANS são aprovados pelo Presidente do Conselho em nome do Conselho e recomendados aos Estados Contratantes para aplicação mundial (Canadá, 2016).

⁵ Serviço estabelecido dentro de uma área de cobertura definida, responsável pelo fornecimento de informação e dados aeronáuticos necessários para a segurança, a regularidade e a eficiência da navegação aérea (Brasil, 2023; Canadá, 2018).

⁶ O Anexo 15 define como um serviço de informação aeronáutica deve receber e/ou originar, coletar ou reunir, editar, formatar, publicar/armazenar e distribuir informações e dados aeronáuticos. O objetivo desse Anexo é preservar a uniformidade e consistência da informação aeronáutica necessária para o uso operacional na aviação civil internacional (Canadá, 2018).

são gerenciados e prestados pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo - DECEA⁷. Nesses órgãos, as situações de trabalho são orientadas para a segurança, a fluidez e a regularidade da navegação aérea, e o serviço de informação aeronáutica tem posição de destaque no desempenho dessas atividades no Brasil.

É importante frisar que o DECEA interage regularmente com os usuários e demais partes interessadas nas atividades desenvolvidas no espaço aéreo sob a responsabilidade do Brasil, bem como acompanha e participa dos trabalhos desenvolvidos no âmbito da Organização de Aviação Civil Internacional - OACI e demais fóruns relacionados à navegação aérea, aplicando no Brasil as soluções mais adequadas às necessidades nacionais.

O papel e a importância dos dados e informações aeronáuticas mudaram significativamente com a implementação da Navegação de Área - RNAV⁸, Navegação Baseada em Performance/*Performance Based Navigation* - PBN⁹, sistemas de navegação baseados em computador e sistemas de enlace de dados e comunicações de voz via satélite (Satvoice). Esses dados e informações quando corrompidos, errados, inoportunos ou ausentes, podem afetar a segurança da navegação aérea (Brasil, 2021).

O serviço de informação aeronáutica deve assegurar que os dados e as informações aeronáuticas necessários para a segurança, regularidade, economia e eficiência do gerenciamento de tráfego aéreo sejam distribuídos de forma ambientalmente sustentável. Ademais, esse serviço deve garantir, também, que os dados e as informações aeronáuticas sejam disponibilizados aos envolvidos em operações de voo que incluam: as tripulações, o pessoal de planejamento de voo e simuladores de voo, o órgão do Serviço de Tráfego Aéreo/*Air Traffic Service* - ATS¹⁰

⁷ É a organização do Comando da Aeronáutica – COMAER, que atua como órgão central do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro - SISCEAB, com a responsabilidade de planejar, gerenciar, controlar e proporcionar apoio logístico e segurança necessários à realização das atividades relacionadas à provisão dos Serviços de Navegação Aérea no território nacional e no espaço aéreo sob sua jurisdição (Disponível em: <https://performance.decea.mil.br/>. Acesso em: 30 maio 2023).

⁸ Método de navegação que permite a operação de aeronaves em qualquer rota de voo desejada, dentro da cobertura de auxílios à navegação, terrestres ou espaciais, ou dentro dos limites de capacidade de auxílios autônomos, ou uma combinação de ambos (Brasil, 2023).

⁹ Requisitos para navegação de área baseada em performance que se aplicam às aeronaves que operam em uma rota ATS, em um procedimento de aproximação por instrumentos ou em um espaço aéreo designado (Brasil, 2023).

¹⁰ O ATS é a expressão genérica que se aplica, segundo o caso, aos serviços de informação de voo, alerta, assessoramento de tráfego aéreo, Controle de Tráfego Aéreo (controle de área, controle de aproximação ou controle de aeródromo). Consiste na inter-relação entre o controlador de voo e o piloto da aeronave, por meio de recursos de comunicação rádio (Brasil, 2013).

responsável pelo serviço de informação de voo e os serviços responsáveis pela informação pré-voo (Brasil, 2021).

A modernização na aviação proporcionou aumento de velocidade das aeronaves e o alcance de regiões cada vez mais distantes, com o crescimento da quantidade de mercadorias, correspondências e passageiros transportados. Esse processo de desenvolvimento tecnológico impôs nova relação do trabalhador com suas atividades laborais, frente às exigências de ritmo e intensidade de trabalho, em um cenário de incertezas, que gera grande impacto nos trabalhadores do tráfego aéreo (Motter, 2007).

No cenário da segurança operacional e das variabilidades e incertezas do trabalho no serviço de informação aeronáutica na navegação aérea, é necessário avaliar e compreender as atividades de trabalho realizadas e seus determinantes, para poder transformar as situações de trabalho (Sznelwar, 1992). Nesse contexto, o serviço de informação aeronáutica é responsável por receber, verificar, validar e divulgar dados e informações aeronáuticas, bem como receber, analisar e encaminhar todas as intenções de voo no território brasileiro, incluindo águas territoriais, jurisdicionais e o espaço aéreo que tenha sido objeto de acordo internacional de navegação aérea. Além disso, deve garantir que os dados e informações aeronáuticas sejam colocados à disposição dos componentes do Gerenciamento de Tráfego Aéreo/*Air Traffic Management - ATM*¹¹ Global, atendendo aos requisitos operacionais (Brasil, 2023).

A análise da atividade profissional permite a avaliação dos métodos utilizados para definir os meios de produção. Esses métodos muitas vezes subestimam as variações do trabalho, bem como os constrangimentos ligados às condições de trabalho e às especificidades dos operadores (Guérin, 2001). Mas por que é necessária a ergonomia da atividade para analisar as situações de trabalho no serviço de informação aeronáutica? Há três proposições fundamentais que estão subentendidas no método da análise do trabalho: a variabilidade dos contextos e dos indivíduos, a discrepância entre tarefa e atividade, e a atividade de regulação: representação e competências (Tersac; Maggi, 2004).

11 Representa o dinâmico e integrado gerenciamento de tráfego e espaço aéreo, de forma segura, econômica e eficiente, mediante provimento de serviços contínuos, em colaboração com todos os participantes. Com isso, a Comunidade ATM é o conjunto de Organizações, Agências ou Entidades que podem participar, colaborar e cooperar no planejamento, desenvolvimento, uso, regulamentação, operação e manutenção do sistema ATM (Brasil, 2018).

A missão do serviço de informação aeronáutica é fazer com que os usuários do controle do espaço aéreo, por meio do uso correto do planejamento de seus voos, tenham garantida a segurança da navegação aérea. Nesse cenário, o Profissional AIS trabalha nas três categorias de funções organizadas no serviço de informação aeronáutica: Gerencial (inerente à gestão do serviço de informação aeronáutica); Operacional (produção e serviços); Suporte (técnico, capacitação e segurança operacional) (Brasil, 2023).

Este estudo de revisão da literatura teve como objetivo apresentar um levantamento de pesquisas publicadas sobre as atividades de trabalho do profissional que atua no Serviço de Informação Aeronáutica/*Aeronautical Information Service* -AIS, no contexto da segurança da navegação aérea, sob a ótica da ergonomia centrada na atividade (trabalho prescrito e trabalho real).

2 ATIVIDADES DE TRABALHO DO PROFISSIONAL DO SERVIÇO DE INFORMAÇÃO AERONÁUTICA

O serviço de informação aeronáutica tem como responsabilidade garantir a circulação e informações necessárias para a segurança, regularidade e eficácia da navegação aérea internacional e nacional (Brasil, 2021). Esse serviço é praticamente desenvolvido em duas subespecialidades: o *Air Traffic Services Reporting Office* – ARO ou notificação dos serviços de tráfego aéreo, no qual é feito o tratamento das intenções de voo¹² e a Gestão da Informação Aeronáutica/*Aeronautical Information Management* - AIM, no qual se realizam a coleta, o processamento e a divulgação da informação aeronáutica (Brasil, 2023).

O serviço ARO tem a finalidade de receber os informes relativos aos serviços de tráfego aéreo, bem como receber, analisar, processar e encaminhar as intenções de voo (Brasil, 2023). Por outro lado, o AIM tem como finalidade o gerenciamento dinâmico e integrado de informações aeronáuticas por meio do fornecimento e intercâmbio de dados aeronáuticos digitais de qualidade garantida, em colaboração com todas as partes interessadas (Brasil, 2023). Há essa clara divisão na prestação e execução do serviço de informação aeronáutica devido ao fato de que mesmo que o cerne seja a informação aeronáutica, os processos, usuários, fornecedores, sistemas, dentre outros, são completamente distintos.

¹² A intenção de voo é um conjunto de informações relativas a um voo programado, transmitido ou não a um órgão do serviço de tráfego aéreo (Brasil, 2021).

No contexto da aviação, a prestação do serviço de informação aeronáutica pelo Profissional AIS é fundamental no atendimento das demandas da navegação aérea. Esse profissional é um servidor civil ou militar cuja formação e qualificação o torna capaz de receber, verificar, validar e divulgar, de forma ambientalmente sustentável, os dados e informações aeronáuticas necessários para a segurança, regularidade, economia e eficiência do gerenciamento de tráfego aéreo (Brasil, 2021). Destaca-se que uma das características singulares do Profissional AIS, é que ele se constitui no primeiro contato dos usuários com todo o sistema de controle do espaço aéreo de qualquer Estado, já que é, por intermédio dele, que os usuários recebem informações necessárias ao desempenho de suas atividades específicas (Brasil, 2013).

A evolução do trabalho e suas tecnologias têm provocado mudanças significativas em seu conteúdo e métodos de trabalho, nos quais se verificam modificações de aspectos como qualificações exigidas, grau de autonomia, o papel do homem no trabalho, dentre outros. Anteriormente os esforços físicos para realização de atividades de trabalho eram comuns. Porém, com o passar do tempo, surgiram atividades de trabalho que exigem pouco esforço físico, mas requerem, sem dúvida, esforço mental elevado, com maior capacidade decisória, ou seja, com a intervenção de fatores cognitivos no tratamento das informações recebidas e na tomada de decisão durante o desenvolvimento da tarefa (Motter, 2007).

O processo de trabalho é constituído por um conjunto de ações e decisões ordenadas com vistas aos resultados esperados (Maggi, 2005). Ainda, há que se considerar o estado da pessoa que está agindo, considerando a sua fadiga, experiência e como desenvolve suas estratégias de ação. Para Wisner (1994), no que diz respeito ao conteúdo cognitivo da própria tarefa, o principal aspecto é a decisão. Porto (2004) corrobora com essa ideia ao afirmar que, em sua essência, a decisão pode ser representada pelo processo de escolha entre os diversos cursos de ação para resolver um problema.

O trabalho do Profissional AIS é fundamental em termos de segurança operacional, pois sua principal responsabilidade é a de disponibilizar aos usuários toda a informação necessária ao correto planejamento e execução de um voo seguro. Esses profissionais necessitam constantemente lidar com situações de mudanças contínuas no setor aéreo e têm que realizar ações de decisão em tempos mínimos e situações complexas no controle do espaço aéreo, com vistas a segurança da navegação aérea. Nesses aspectos, o serviço prestado pelo Profissional AIS é

essencial no contexto da aviação, pois toda e qualquer operação da aviação civil no mundo depende de informações aeronáuticas que atendam a padrões de qualidade internacional/*International Organization for Standardization* - ISO¹³, conforme as recomendações da ICAO.

No contexto da prestação do *Air Traffic Services Reporting Office* – ARO ou notificação dos serviços de tráfego aéreo e a Gestão da Informação Aeronáutica/*Aeronautical Information Management* - AIM, no Brasil, o Profissional AIS exerce função técnica especializada no cenário atual de rápida transformação e uso de modernas tecnologias no setor aéreo, que têm impactado diretamente a operacionalidade da aviação civil internacional. Nesse cenário, na realização das atividades de trabalho no serviço de informação aeronáutica, o Profissional AIS deve gerenciar e processar muitas informações, com complexidade e pressão temporal, pois trata-se de uma atividade que inclui variabilidade de dados e de ferramentas de trabalho, tais como: sistemas automatizados, telefonia, *headset* e rede de computadores localizados no ambiente de trabalho.

Os Profissionais AIS durante o recebimento, análises e encaminhamentos dos planejamentos de voo realizam um grande número de comunicações, como relacionamentos com os usuários externos e internos do sistema de controle do espaço aéreo brasileiro (ANAC, ANVISA, INFRAERO, Polícia Federal, dentre outros), além das comunicações necessárias com a equipe de trabalho durante os turnos de serviço (Supervisor AIS, Operador AIS, Operador AIS Assistente, Operador AIS Auxiliar, Chefia AIS e Efetivo AIS de Apoio).

Essas comunicações são fundamentais para a tomada de decisão, que deve ser realizada com rapidez e em tempo real, uma vez que as demandas de trabalho são variáveis, de acordo com o contingenciamento das intenções de voo que são realizadas pelo serviço de gerenciamento do plano de voo para o controle de fluxo de tráfego aéreo do momento. Isto poderá levar a mudanças substanciais da operacionalidade na prestação do serviço de informação aeronáutica.

13 Uma organização que faz regras internacionais sobre a qualidade de produtos e serviços. Um padrão ISO atualizado fornece recomendações de projeto para controles manuais que devem melhorar a condução na segurança. (Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/iso>. Acesso em 18 fev. 2023).

3 MÉTODO

Foi realizado um estudo de revisão integrativa. A revisão integrativa permite a inclusão de estudos experimentais e não-experimentais para a compreensão do fenômeno analisado. Esse método propicia uma síntese e análise do conhecimento científico já produzido sobre o tema investigado e sua utilização tem impacto no pensamento crítico que a prática diária necessita (Whittemore; Knaf, 2005; Stetler *et al.*, 1998; Botelho *et al.*, 2011).

A pesquisa se orientou a partir da seguinte pergunta: como as atividades de trabalho dos Profissionais AIS, que apresenta frequentes variabilidades e incertezas, melhoram/contribuem para a segurança da navegação aérea?

Para a busca dos artigos utilizou-se a base de dados do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES¹⁴, nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde - SciELO, PsycInfo (APA), Scopus e AeroSpace Data Base. Para essa busca foram usados os seguintes descritores na língua inglesa: *aeronautical information service and/or ergonomics; aeronautical information service and/or human factors; aeronautical information service and/or decision making; aeronautical information service and/or operational safety; aeronautical information service and/or flight plan; aeronautical information service and/or air navigation.*

Foram incluídos neste estudo textos disponíveis na íntegra, sem limitação temporal. As buscas foram realizadas de fevereiro de 2022 a julho de 2023. Para a análise dos estudos selecionados, em relação ao delineamento da pesquisa, utilizou-se o método Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análises/*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses - PRISMA*¹⁵, com o intuito de reunir o conhecimento produzido sobre o tema explorado nesta pesquisa.

¹⁴ Esse Portal de Periódicos permite o acesso livre e gratuito do seu conteúdo às instituições participantes, com um acervo de mais de 45 mil publicações periódicas, nacionais e internacionais em diversos idiomas, que incluem resumos de trabalhos acadêmicos, normas técnicas, teses, dentre outras. O portal da CAPES também foi utilizado para padronizar as buscas em um único acervo que possibilita o acesso a vários bancos de dados. Desse modo, diminui a repetição de informações e garante a possibilidade de reprodução da pesquisa realizada.

¹⁵ O método Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises/*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses - PRISMA* é um conjunto mínimo de itens baseado em evidências para relatórios em revisões sistemáticas e meta-análises. O PRISMA se concentra principalmente no relatório de revisões avaliando os efeitos das intervenções, mas também pode ser usado como base para relatar revisões sistemáticas com objetivos diferentes de avaliar intervenções (Disponível em: <http://www.prisma-statement.org/>. Acesso em 30 jul 2023).

O PRISMA consiste num *checklist* com 27 itens relativos ao que deve ser analisado no artigo e um fluxograma da informação com sete fases que auxiliam na decisão de inclusão/exclusão do estudo (Galvão *et al.*, 2015). Esse método tem como objetivo auxiliar os autores a melhorarem o relato de revisões sistemáticas e meta-análises (Moher *et al.*, 2009 *apud* Hermont *et al.*, 2021), entretanto, ele pode ser adaptado satisfatoriamente para auxiliar o relato de revisões integrativas (Hermont *et al.*, 2021).

O guia dessa revisão integrativa foi elaborado de acordo com o PRISMA, e percorreu as seguintes etapas: identificação do tema; estabelecimento dos critérios de elegibilidade de estudos; busca sistematizada em diversas bases de dados; coleta de dados; análise dos dados; discussão; e apresentação da revisão. Essas etapas são descritas na Figura 1, conforme referencial desse método (Cooper, 1984; Ganong, 1987; Beyea; Nicoll, 1998; Broome, 2000).

Figura 1 - Etapas da revisão integrativa da literatura



Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Os critérios de inclusão dos artigos no estudo foram: acesso ao texto completo, estar relacionado com a temática do estudo e a pergunta de pesquisa e ter sido publicado em revista indexada e revisada por pares. Por outro lado, os critérios de exclusão foram os seguintes: ter apenas resumos disponíveis, ser artigo repetido e não fazer parte do objeto de estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta revisão foram recuperados 402 artigos nas bases de dados pesquisadas, conforme os descritores estabelecidos, os quais estão descritos na Tabela 1.

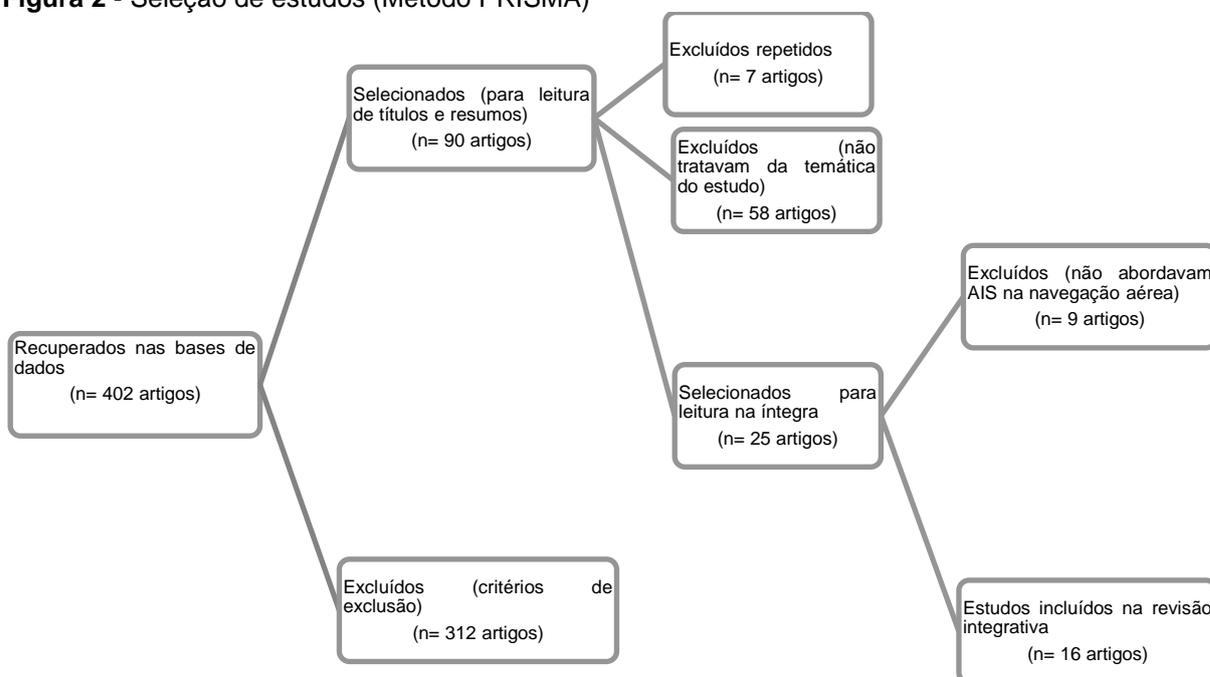
Tabela 1 - Artigos recuperados nas bases de dados pesquisadas

Descritores pesquisados nas bases de dados (Scielo, PsycInfo (APA), Scopus, AeroSpace Data Base)	Artigos recuperados (n)	
	and	Or
<i>aeronautical information service and/or ergonomics</i>	5	135
<i>aeronautical information service and/or human factors</i>	13	66
<i>aeronautical information service and/or decision making</i>	17	26
<i>aeronautical information service and/or operational safety</i>	3	22
<i>aeronautical information service and/or flight plan</i>	7	75
<i>aeronautical information service and/or air navigation</i>	1	32
TOTAIS = 402	46	356

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Dos artigos recuperados nas bases de dados, 312 deles não atendiam aos critérios de inclusão estabelecidos para esta revisão integrativa da literatura; e 7 artigos estavam repetidos e foram excluídos. A Figura 2 demonstra a seleção dos estudos, conforme triagem e analisados pelo método PRISMA.

Figura 2 - Seleção de estudos (Método PRISMA)



Fonte: Elaboração dos autores (2023).

A amostra final desta revisão integrativa foi constituída por 16 artigos científicos, selecionados pelos critérios de inclusão anteriormente estabelecidos para

a pesquisa nas bases de dados. Por outro lado, foram excluídos 386 artigos da amostra pesquisada porque tinham apenas resumos disponíveis nas bases de dados, havia estudos repetidos e que não faziam parte da temática estudada e, principalmente, por haver estudos que não abordavam o serviço de informação aeronáutica no contexto da navegação aérea.

Os objetivos e principais assuntos dos estudos selecionados como elegibilidade e incluídos nesta revisão integrativa, após a triagem e análise pelo método PRISMA, estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Objetivos e assuntos dos artigos avaliados e incluídos na revisão

Autor (es)/Ano	Título	Objetivo do estudo
Aliane, N. et al, 2022.	<i>Web and MATLAB-Based Platform for UAV Flight Management and Multispectral Image Processing.</i>	Propor o desenvolvimento de uma aplicação baseada em Web e MATLAB que integre diversos serviços no mesmo ambiente.
Swaid, M. et al., 2021.	<i>Fuel Planning Strategies Considering Operational Uncertainties of Aerodynamic Formation Flight.</i>	Abordar a adaptação dos procedimentos de planejamento de voo aos requisitos do conceito operacional de voo de formação aerodinâmica.
Xiang, Z. et al., 2021.	<i>A Centralized Algorithm with Collision Avoidance for Trajectory Planning in Preflight Stage.</i>	Analisar o planejamento de trajetória 4D da aeronave para entender melhor o gerenciamento de fluxo de fase pré-tático com o processamento centralizado do plano de voo.
Alsadik, B.; and Remondino, F., 2020.	<i>Flight Planning for LiDAR-Based UAS Mapping Applications</i>	Apresentar os desenvolvimentos de uma ferramenta de planejamento de voo UAS baseada em LiDAR, testado com simulações em cenários reais.
Shukla, M.; et al, 2018.	<i>DIMPL: a distributed in-memory drone flight path builder system.</i>	Apresentar detalhes de um construtor de plano de voo automatizado DIMPL que pré-constrói planos de voo para drones.
Chiabrandò, F. et al., 2017.	<i>The influence of flight planning and camera orientation in uavs photogrammetry. a test in the area of rocca san silvestro (li), Tuscany</i>	Discutir o quanto as fases de planejamento de voo e a configuração da orientação da câmera podem afetar um levantamento fotogramétrico de veículos aéreos não tripulados/ <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAVs)</i> .
Prokhorov, A. V., 2022.	<i>Impact of notam on security and efficiency performance of flights (overview)</i>	Analisar e avaliar o impacto dos Avisos aos Aeronavegantes/ <i>Notice To Air Man - NOTAM</i> na segurança e eficiência do voo.
Hao, S. et al, 2022.	<i>Safety Evaluation Method and Management Strategy for Aviation Flight Plans.</i>	Propor um método quantitativo para avaliar a segurança dos planos de voo, como base quantitativa para o gerenciamento e ajuste de planos de voo no nível estratégico.
Rosenow et al, 2021.	<i>Impact of Chinese and European Airspace Constraints on Trajectory Optimization</i>	Analisar trajetórias de referência de dados históricos de tráfego aéreo ADS-B 24h na China e na Europa quanto à eficiência de voo horizontal e os critérios mais restritivos de otimização de trajetória.
Colmenares-Quintero, R. F. et al, 2018.	<i>Route planning in real time for short-range aircraft with a constant-volume-combustor-gearred turbofan to minimize</i>	Analisar os resultados obtidos no planejamento de uma rota de voo em tempo real para aeronaves de curto alcance para reduzir os custos operacionais otimizando a rota em termos de menor distância percorrida.

	<i>operating costs by particle swarm optimization.</i>	
Matyas, R. <i>et al.</i> , 2016.	<i>Aeronautical Information Service–General Aviation Pilots interface in digital era.</i>	Descrever como os provedores de serviços de informação aeronáutica na Europa Central utilizam tecnologias modernas na interface de comunicação com os pilotos da aviação geral.
Deng, C. <i>et al.</i> , 2022.	<i>Investigation of Using Sky Openness Ratio as Predictor for Navigation Performance in Urban-like Environment to Support PBN in UTM.</i>	Investigar como o ambiente de operação afeta o desempenho da navegação lateral (horizontal) quando um UAS autoconstruído se aproxima de diferentes tipos de obstruções urbanas em testes de voos reais.
Sanz, L. P. <i>et al.</i> , 2023.	<i>Performance-Based Navigation Approach Procedures with Barometric Vertical Guidance: How to Select the Air Temperature for Approach Procedure Design.</i>	Analisar o impacto das baixas temperaturas projetadas selecionadas em procedimentos de aproximação por navegação baseada em desempenho com orientação barométrica vertical no rendimento da altura livre de obstáculos.
Suárez, M. Z. <i>et al.</i> , 2023.	<i>Methodology for Determining the Event-Based Taskload of an Air Traffic Controller Using Real-Time Simulations.</i>	Apresentar o desenvolvimento da metodologia CRITERIA (<i>atC event-dRiven capaciTy modEls foR alr nAvigation</i>), que visa estabelecer modelos de capacidade e determinar a influência de uma série de eventos do ATC na carga de trabalho dos ATCOs.
Gong, T. <i>et al.</i> , 2022.	<i>Vulnerability Evaluation and Improvement Method of Civil Aviation Navigation Network.</i>	Propor um indicador para avaliar a importância de uma estação de navegação que combina a importância estrutural refletida pela centralidade da topologia do nó e a importância funcional refletida pelo peso do nó.
Ribas <i>et al.</i> , 2010.	<i>Air traffic control activity increases attention capacity in air traffic controllers</i>	Avaliar o nível de atenção em Controladores de Tráfego Aéreo (CTA).

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Os artigos incluídos neste estudo de revisão abordaram o uso de tecnologias de automação e aspectos da segurança operacional para a navegação aérea, principalmente no que se refere ao controle de tráfego aéreo e o planejamento de voo no serviço de informação aeronáutica. Todavia, não relataram as atividades do profissional do serviço de informação aeronáutica no contexto da navegação aérea.

4.1 Abordagens dos estudos incluídos na revisão integrativa

As pesquisas incluídas nesta revisão integrativa abordaram principalmente o uso de sistemas automatizados e aspectos da segurança operacional na aviação, como características integrantes do controle do espaço aéreo. As abordagens observadas nesses artigos em relação aos descritores pesquisados nas bases de dados estão detalhadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Abordagens dos artigos avaliados e incluídos na revisão integrativa.

Assuntos abordados por descritores pesquisados	Artigos incluídos (n)
Métodos de sistema de automação	6
Aspectos da segurança operacional	9
Nível de atenção	1
Total de artigos incluídos na revisão	16

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

4.1.1 Métodos de sistemas de automação na navegação aérea

Nos estudos sobre o desenvolvimento de ferramenta de planejamentos de voos de sistemas de aeronaves não tripuladas/*Unmanned Aircraft Systems* - UAS e levantamento fotogramétrico de veículos aéreos não tripulados/*Unmanned Aerial Vehicle* - UAVs, os resultados mostraram relações claras entre densidade de pontos, velocidades e alturas de voo, bem como confirmaram as interessantes melhorias que hoje em dia estão ligadas ao emprego de imagens oblíquas na aquisição e processamento de UAV, usando software fotogramétrico baseado em estrutura do movimento/*Software for the Structure from Motion* - SFM (Alsadik; Remondino, 2020; Chiabrando *et al.*, 2017).

Shukla e colaboradores (2018) apresentaram em seu estudo um construtor de plano de voo automatizado, o Construtor de Caminho de Voo Distribuído e em Memória/*Distributed In-Memory Flight Path Builder* - DIMPL, que pré-constrói planos de voo para drones e emprega um paradigma distribuído em memória para processar sub-regiões em paralelo e construir rotas de voos de forma altamente eficiente. Os resultados apontaram a eficiência do DIMPL na construção de planos de voo ideais para uma frota de diferentes tipos de drones e demonstraram a melhoria de desempenho usando o paradigma em memória distribuída.

No estudo que analisou o planejamento de trajetória 4D da aeronave para entender melhor o gerenciamento de fluxo de fase pré-tático com o processamento centralizado do plano de voo em seu núcleo, com base no sistema de processamento centralizado do plano de voo e operação baseada em pista, os resultados demonstraram que de acordo com os planos de voo, a trajetória 4D da aeronave pode ser prevista com o minuto e segundo mais próximos, e o fluxo de um total de 20 aeronaves dentro de uma hora antes e depois da passagem por um ponto fixo de posição pode ser calculado (Xiang *et al.*, 2021).

Aliane e colaboradores (2022) propuseram em seu estudo o desenvolvimento de uma aplicação baseada em *Web* e MATLAB (ferramenta utilizada no processamento de imagens) que integre diversos serviços no mesmo ambiente, tais como: criação e gestão de missões de veículos aéreos não tripulados/*Unmanned Aerial Vehicle* - UAVs, que fornece várias informações de voo (condições meteorológicas, mapas de navegação aérea ou serviços de informação aeronáutica, incluindo avisos aos aviadores/*Notice To Air Man* - NOTAM); e o planejamento de rotas. Os resultados apontaram que a principal característica desse aplicativo consiste em projetar uma infinidade de programas MATLAB executáveis, especialmente para o planejamento de rotas e otimização de cálculos de UAVs, processamento de imagens e índices de vegetação, e executá-los remotamente.

No estudo que abordou a adaptação dos procedimentos de planejamento de voo aos requisitos do conceito operacional de voo de formação aerodinâmica, conhecido como Aeronave Wake-Surf para Eficiência/*Aircraft Wake-Surfing for Efficiency* - WSE, os resultados apontaram que o método proposto é válido como um potencial de economia para reduzir o consumo de combustível desse tipo de voo em 4,8% e suas despesas monetárias em 1,2% em comparação com um planejamento de voo convencional (Swaid *et al.*, 2021).

As pesquisas demonstraram que o método de sistemas de automação na atividade aérea faz uso principalmente de sensores, câmeras e software para fotogrametria, tecnologia de trajetória 4D e disponibilização de produtos AIS digitais para o planejamento de rotas de voos.

Pela análise das pesquisas incluídas nessa revisão e os argumentos expostos na discussão, no que tange aos serviços prestados no controle do espaço aéreo, são priorizados o uso de sistemas automatizados e aspectos da segurança operacional na aviação, como características integrantes dessa área de trabalho.

As atividades voltadas para a segurança operacional abordadas nos estudos analisados, direcionam o planejamento de voo e o uso de tecnologias para o emprego em aeronaves não tripuladas (drones). Isso se distancia do uso dessas facilidades na aviação convencional de passageiros e cargas, atividades mais diretamente relacionadas com a prestação do serviço de informação aeronáutica do controle do espaço aéreo.

4.1.2 Aspectos da segurança operacional.

No estudo que analisou as trajetórias de referência de dados históricos de tráfego aéreo da transmissão de Vigilância Dependente Automática/*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast* - ADS-B¹⁶ 24h na China e na Europa, quanto à eficiência de voo horizontal e os critérios mais restritivos de otimização de trajetória, os resultados apontaram que as áreas proibidas¹⁷ podem ser a razão mais poderosa para descrever desvios da distância do grande círculo no sistema de tráfego aéreo chinês e que as condições atmosféricas, requisitos de rede, tipos de aeronaves e procedimentos de planejamento de voo são semelhantes na China e Europa (Rosenow *et al.*, 2021).

Ribas e colaboradores (2010) estudaram profissionais de proteção ao voo, controladores de tráfego aéreo e operadores do serviço de informações aeronáuticas, com menos ou mais de dez anos na profissão, para avaliar o nível de atenção em controladores de voo. Os resultados apontaram que a atividade de controle de tráfego aéreo após dez anos de atividade pode apresentar um alto nível de automação da atenção.

Na pesquisa que descreveu como os provedores de serviços de informação aeronáutica na Europa Central utilizam tecnologias modernas na interface de comunicação com os pilotos da aviação geral, os resultados mostraram que os sistemas de *briefing* baseados na *Web* são ótimas ferramentas que aumentam a segurança; e que simplicidade e clareza são elementos fundamentais para o sucesso do *briefing* pré-voo do piloto de aviação geral (Matyas *et al.*, 2016).

No estudo que analisou o planejamento de rota de voo em tempo real para aeronaves de curto alcance, os resultados indicaram que a rota proposta pelo algoritmo de otimização reduz a operação direta e indireta e custos operacionais, se comparados com a rota alternativa (abordagem tradicional de acordo com o plano de voo). Isso se deve principalmente ao menor consumo de combustível e custos de manutenção ao selecionar uma rota otimizada. Se não fizer esta última escolha, o

¹⁶ Meios pelos quais as aeronaves, os veículos de aeródromos e outros objetos podem transmitir e/ou receber automaticamente dados, como identificação, posição e dados adicionais, conforme apropriado, através de radiodifusão via enlace de dados (Brasil, 2023).

¹⁷ Espaço aéreo de dimensões definidas, em que o voo é proibido. As áreas proibidas são estabelecidas para a proibição do sobrevoos, com vistas à segurança de voo, segurança nacional e segurança orgânica de instalações sensíveis, como, por exemplo, fábricas de explosivos, refinarias, penitenciárias, usinas hidrelétricas, área de segurança nacional, campo de lançamento de foguetes, dentre outros (Brasil, 2023; Brasil, 2018).

piloto e o controlador de voo poderiam tomar decisões que coloquem em risco as aeronaves com passageiros em rotas que apresentem condições climáticas adversas, ou então, ter uma rota otimizada e segura. A utilização de percurso otimizador leva a benefícios significativos em relação às imposições ambientais das aeronaves para redução das emissões e do ruído ambiental, e aumenta a segurança da aviação (Colmenares-Quintero *et al.*, 2018).

Prokhorov (2022) analisou e avaliou em seu estudo o impacto dos Avisos aos Aeronavegantes/*Notice To Air Man* - NOTAM¹⁸ na segurança e eficiência do voo. Os resultados apontaram que a implementação do NOTAM digital deverá resolver a parte técnica dos problemas associados ao NOTAM proporcionado pelo uso de modernas comunicações (internet) e novos padrões de troca de dados - AIXM¹⁹, o que, conseqüentemente, levará a um aumento do nível de segurança e eficiência dos voos. Ao mesmo tempo, problemas com NOTAM causados por fatores humanos permanecem sem solução, devido ao uso incorreto do instrumento NOTAM.

Para Hao e colaboradores (2022), o aumento do fluxo de tráfego aéreo agrava os atrasos nos voos e prejudica a segurança da aviação. Esses autores propuseram um método quantitativo para avaliar a segurança dos planos de voo (construído por meio de modelagem do ambiente do espaço aéreo e um cálculo de probabilidade de conflito) que fornece uma base quantitativa para o gerenciamento e ajuste de planos de voo no nível estratégico. Os resultados do estudo apontaram que a estratégia de gerenciamento e ajuste de planos de voo podem reduzir o conflito potencial e a carga de trabalho de controladores e pilotos durante o voo, e melhorar o nível de segurança do sistema de transporte aéreo.

Uma das causas de imprecisões de posicionamento no Sistema de Aeronave não Tripulada/*Unmanned Aircraft System* - UAS é o erro de navegação aérea. Quando este problema ocorre, em operações em ambientes urbanos, os multipercursos podem ser os principais contribuintes para os erros de navegação (Deng; Wang; Low, 2022).

¹⁸ Aviso distribuído por meio de telecomunicações que contém informação relativa a estabelecimento, condição ou modificação de qualquer instalação aeronáutica, serviço, procedimento ou perigo, cujo conhecimento oportuno seja indispensável para o pessoal encarregado das operações de voo (Brasil, 2021).

¹⁹ Modelo que tem por objetivo permitir a provisão em formato digital das informações aeronáuticas (AIS). O AIXM (Modelo de Intercâmbio de Informações Aeronáuticas/*Aeronautical Information Exchange Model*) oferece suporte à transição, permitindo a coleta, verificação, disseminação e transformação de dados aeronáuticos digitais em toda a cadeia de dados, em particular no segmento que conecta o AIS com outros usuários (Brasil, 2023).

No estudo de Deng, Wang e Low (2022), que investigou como o ambiente de operação afeta o desempenho da navegação lateral (horizontal) quando um UAS autoconstruído se aproxima de diferentes tipos de obstruções urbanas em testes de voos reais, foi demonstrado que não há correlação direta entre o Erro de Posição Horizontal/*Horizontal Position Uncertainty Estimate* - EPH medido e o EPH relatado. Desse modo, o EPH não pode ser utilizado para monitorar o desempenho da navegação aérea. Ademais, ficou evidenciado que não há correlação universal entre a Taxa de Abertura do Céu/*Sky Openness Ratio* - SOR vista pelo UAS e o erro de posição horizontal resultante. Os autores mencionados acima afirmam que um modelo mais complexo precisaria ser considerado para traduzir modelos urbanos 3D, para incerteza de navegação horizontal esperada para o Gerenciamento de Tráfego Aéreo do Sistema de Aeronave não Tripulada/*UAS Traffic Management* - UTM no espaço aéreo.

Em procedimentos de Navegação Baseada em Desempenho/*Performance-Based Navigation* - PBN com orientação vertical barométrica, o Ângulo de Trajetória Vertical/*Vertical Path Angle* - VPA depende da temperatura do ar no momento da execução da aproximação (Sanz *et al.*, 2023).

No estudo de Sanz e colaboradores (2023), que analisou o impacto das baixas temperaturas projetadas selecionadas em procedimentos PBN com orientação barométrica vertical no rendimento da Altura Livre de Obstáculos/*Obstacle Clearance Height* - OCH e nos períodos de aproximação do equilíbrio de uso, os resultados apontaram que não há muita diferença entre o Trajetória Vertical/*Vertical Path Angle* - VPA efetivo para as diferentes baixas temperaturas. Por outro lado, a pequena diferença de temperaturas, quando existem obstáculos que penetram a Superfície de Aproximação Final/*Final Approach Surface* - FAS, geralmente leva a que os mínimos de aproximação sejam significativamente diferentes entre si.

O estudo dos fatores humanos na aviação traz uma importante contribuição para a segurança. A utilização de simuladores permite que exercícios com eventos de Tráfego Aéreo/*Air Traffic Control* - ATC sejam projetados para que se possa estudar sua influência no desempenho dos Controladores de Tráfego Aéreo/*Air Traffic Controllers* - ATCOs (Suárez *et al.*, 2023).

No estudo de Suárez e colaboradores (2023), que apresentou o desenvolvimento da metodologia CRITERIA²⁰ (*Modelos de Capacidade de Controle de Tráfego Aéreo Conduzidos por Eventos para a Navegação Aérea/atC event-dRiven capaciTy modEls foR alr nAvigation*), que visa estabelecer modelos de capacidade e determinar a influência de uma série de eventos do ATC na carga de trabalho dos ATCOs, aponta que esta metodologia parte de um dimensionamento da carga de trabalho, e após a Simulação em Tempo Real/*Real-Time Simulation* - RTS e através da utilização de dados relativos à avaliação subjetiva da carga de trabalho como ferramenta intermediária, permite definir o perfil de carga de trabalho experimentado pelo ATCO em cada simulação de voo.

De acordo com Gong, Han e Yang (2022), devido a eventos como desastres naturais e falhas de equipamentos de navegação, enormes calamidades podem ser causadas pela interrupção da rede de navegação que garante a segurança de voo das aeronaves da aviação civil. Nesse cenário, a rede de navegação aérea consiste nas estações de navegação como “nós” e as rotas entre elas como arestas, e diferentes nós, têm diferentes efeitos sobre a vulnerabilidade da rede de navegação devido às suas diferentes habilidades para manter a estabilidade da topologia da rede e o seu funcionamento normal.

No estudo de Gong, Han e Yang (2022), foi apontado que a avaliação da vulnerabilidade mostra que a rede de navegação é mais vulnerável quando sujeita ao ataque intencional de “nós” com maior importância de nó abrangente do que um ataque intencional de “nós” com maior valor de indicadores usados na literatura anterior. Ademais, esses autores afirmam que a vulnerabilidade da rede de navegação aérea é melhorada através da alteração da topologia do nó mais crítico e do balanceamento da importância do nó de toda a rede de navegação.

Os estudos analisados apontam que a segurança da aviação no contexto da navegação aérea aumenta com o uso de ferramentas tecnológicas, dados digitais, algoritmos de otimização, além da utilização de modelagem e probabilidade. No entanto, não se consideraram os fatores humanos no cenário de estratégias e tomada

²⁰ O objetivo do projeto CRITERIA (*atC event-dRiven capaciTy modEls foR alr nAvigation*) é estabelecer modelos de capacidade baseados em eventos de controle de tráfego aéreo. Da mesma forma, outro objetivo fundamental é integrar nestes modelos o estudo dos fatores humanos associados aos controladores de tráfego aéreo (Suárez *et al.*, 2023).

de decisão no controle do espaço aéreo, com relação ao nível de segurança e eficiência dos voos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades do serviço de informação aeronáutica são centradas para a segurança operacional na navegação aérea. Nesse serviço, que é pautado por prescrições das tarefas e cumprimento de normas e regras em vigor, há situações de mudanças contínuas no desenvolvimento das atividades de trabalho. Desse modo, os Profissionais AIS devem sempre estar preparados e aptos para desenvolver as suas atividades frente as variabilidades e incertezas dessa área de trabalho.

As pesquisas incluídas e avaliadas nessa revisão integrativa da literatura abordaram tarefas em ambientes dinâmicos, como é o serviço de informação aeronáutica. A maioria dos estudos apontaram os aspectos dos sistemas de tecnologia e da segurança operacional como melhorias para as atividades realizadas para a segurança da navegação aérea. Todavia, os textos analisados tratam especificamente de automação dos sistemas como requisito principal para a segurança operacional, mas sem relatar as interfaces com os fatores humanos nessas publicações, particularmente o trabalho desenvolvido pelos profissionais da linha de frente do controle do espaço aéreo, principalmente, as atividades realizadas pelos profissionais do serviço de informação aeronáutica. Vale destacar que esse profissional é o primeiro elo dos usuários com o sistema de controle do espaço aéreo de qualquer país.

É importante frisar que há lacunas na literatura que permita compreender as atividades reais do trabalho nos serviços de informação aeronáutica, incluindo as dificuldades em conduzi-las. Nesse contexto, os estudos incluídos nessa revisão não fazem uso do método da Análise Ergonômica do Trabalho – AET, sob a ótica da ergonomia centrada na atividade, pois não se levou em consideração o que é, de fato, a atividade real. Isso demonstra um distanciamento entre o prescrito e o real no trabalho do profissional do serviço de informação aeronáutica no contexto da navegação aérea.

Desse modo, apesar de haver uma possível mudança na prestação do serviço de informação aeronáutica em nível mundial, especialmente no que tange à automação dos sistemas de planejamento de voo e a disponibilização das informações aeronáutica para os usuários desse serviço, há a premente necessidade

de serem avaliadas as atividades de trabalho numa perspectiva da ergonomia centrada na atividade, que aborde os profissionais do serviço de informação aeronáutica como protagonistas das situações de trabalho que aprimorem a segurança operacional na navegação aérea.

Diante do exposto, é evidenciado que as atividades de trabalho desempenhadas pelos profissionais do serviço de informação aeronáutica são fundamentais para a manutenção/melhoria da segurança, regularidade e eficiência da navegação aérea em nível mundial.

REFERÊNCIAS

ALIANE, N.; MUÑOZ, C. Q. G.; SÁNCHEZ-SORIANO, J. Web and MATLAB-Based Platform for UAV Flight Management and Multispectral Image Processing. **Sensors**, [S.L.], v. 22, n. 11, p. 4243, 2 jun. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s22114243>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/11/4243>. Acesso em: 2 jul. 2022.

ALSADIK, B.; REMONDINO, F. Flight Planning for LiDAR-Based UAS Mapping Applications. **Isprs International Journal Of Geo-Information**, [S.L.], v. 9, n. 6, p. 378, 8 jun. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi9060378>. Disponível em: https://mdpi-res.com/d_attachment/ijgi/ijgi-09-00378/article_deploy/ijgi-09-00378-v3.pdf?version=1592217972. Acesso em: 22 maio 2022.

BEYEA, S. C.; NICOLL, L. H. Writing an integrative review. **Aorn Journal**, [S.L.], v. 67, n. 4, p. 877-880, abr. 1998. Wiley. [http://dx.doi.org/10.1016/s0001-2092\(06\)62653-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0001-2092(06)62653-7). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9616108/>. Acesso em: 4 jan. 2023.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O Método da Revisão Integrativa nos Estudos Organizacionais. **Gestão e Sociedade**, [S.L.], v. 5, n. 11, p. 121, 2 dez. 2011. <http://dx.doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>. Disponível em: <https://www.gestoesociedade.org/gestoesociedade/article/view/1220/906>. Acesso em: 5 jan. 2023.

BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Comando da Aeronáutica. **AIP**. Publicação de informação aeronáutica. 2023. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/aip>. Acesso em: 27 fev. 2023.

BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Comando da Aeronáutica. **ICA 53-8**. Serviço de informação aeronáutica. 2023. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-53-8>. Acesso em: 17 mar. 2023.

BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Comando da Aeronáutica. **MCA 53-4**. Manual de operações dos centros de informação aeronáutica (C-AIS).

2021. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-53-4>. Acesso em: 6 jul. 2022.

BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Comando da Aeronáutica. **MCA 53-2**. Manual de operações dos centros de NOTAM (NOF). 2021. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-53-2>. Acesso em: 6 dez. 2022.

BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Comando da Aeronáutica. **ICA 100-38**. Espaço aéreo condicionado. 2018. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-38>. Acesso em: 8 jul. 2022.

BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Comando da Aeronáutica. **ICA 100-12**. Regras do Ar. 2016. Disponível em: <http://https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-12>. Acesso em: 8 jul. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Glossário do curso Universal Safety Oversight Audit Programme: Continuous Monitoring Approach (USOAP CMA)**. 2015. Disponível em: <https://www2.anac.gov.br/anacpedia/ing-por/tr4997.htm>. Acesso em: 4 jan. 2023.

BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Comando da Aeronáutica. **O Controle do Espaço Aéreo: principais atividades**. 2013. Disponível em: <https://issuu.com/aeroespaco/docs/ocontroledoespacoaereo/>. Acesso em: 8 jul. 2022.

BRASIL. **Lei nº 21.713, de 27 de agosto de 1946**. Convenção de Aviação Civil Internacional. Rio de Janeiro, em 27 de agosto de 1946; 125º da Independência e 58º da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D21713.htm. Acesso em: 11 mar 2022.

BROOME, M. Integrative literature reviews for the development of concepts. In: RODGERS, Beth L. **Concept development in nursing: foundations, techniques and applications**. 2. ed. Philadelphia (USA): W. B. Saunders Company, 2000. Cap. 13. p. 231-250. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238248432_Integrative_literature_reviews_for_the_development_of_concepts. Acesso em: 16 jan. 2023.

CANADA. International Civil Aviation Organization. Aeronautical Information Services. **Anex 15**. Montreal, 2018.

CANADA. International Civil Aviation Organization. *Procedures for Air Navigation Services — ICAO Abbreviations and Codes*. **Doc 8400**. Montreal, 2016.

CHIABRANDO, F.; Lingua, A.; MASCHIO, P.; LOSÈ, L. T. The Influence of Flight Planning and Camera Orientation in UAVs Photogrammetry. A Test in The Area of Rocca San Silvestro (LI), Tuscany. **The International Archives of The Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, [S.L.], v. - 2/3, p. 163-170, 23 fev. 2017. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/isprs-archives-xlii-2-w3-163-2017>. Disponível em: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-2-W3/163/2017/>. Acesso em: 22 mai. 2022.

COLMENARES-QUINTERO, R. F.; GÓEZ-SÁNCHEZ, G. D.; COLMENARES-QUINTERO, J. C. Route planning in real time for short-range aircraft with a constant-volume-combustor-g geared turbofan to minimize operating costs by particle swarm optimization. **Cogent Engineering**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 1429984, 1 jan. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/23311916.2018.1429984>. Disponível em: <https://www-tandfonline.ez67.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1080/23311916.2018.1429984?needAccess=true>. Acesso em: 22 mai. 2022.

COOPER, H. The Integrative Research Review: a systematic approach sage publications. **Educational Researcher**, [S.L.], v. 15, n. 8, p. 17-18, out. 1986. American Educational Research Association (AERA). <http://dx.doi.org/10.3102/0013189x015008017>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0013189X015008017>. Acesso em: 15 jan. 2023.

DENG, C.; WANG, C. J.; LOW, K. H. Investigation of Using Sky Openness Ratio as Predictor for Navigation Performance in Urban-like Environment to Support PBN in UTM. **Sensors**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 840, 22 jan. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s22030840>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/3/840>. Acesso em: 29 jul. 2023.

GALVÃO, T. F.; PANSANI, T. S. A.; HARRAD, D. Principais itens para relatar revisões sistemáticas e meta-análises: a recomendação PRISMA. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 335-342, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742015000200017>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279712773_Principais_itens_para_relatar_Revisoes_sistematicas_e_Meta-analises_A_recomendacao_PRISMA. Acesso em: 3 fev. 2023.

GANONG, L. H. Integrative reviews of nursing research. **Research In Nursing & Health**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-11, fev. 1987. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/nur.4770100103>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3644366/>. Acesso em: 3 fev. 2023.

GUÉRIN, F.; KERGUÉLEN, A.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J. **Comprender o Trabalho Para Transformá-lo**: a prática da ergonomia. São Paulo: Blucher: Fundação Vanzolini, 2001. 200 p.

GONG, T.; HAN, S.; YANG, K. Vulnerability Evaluation and Improvement Method of Civil Aviation Navigation Network. **Complexity**, [S.L.], v. 2022, p. 1-16, 11 jul. 2022. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2022/4032957>. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/complexity/2022/4032957/>. Acesso em: 29 jul. 2023.

HAO, S.; YE, J.; LIU, R.; ZHANG, Y. Safety Evaluation Method and Management Strategy for Aviation Flight Plans. **Applied Sciences**, [S.L.], v. 12, n. 21, p. 10932, 28 out. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/app122110932>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/21/10932>. Acesso em: 21 dez. 2022.

HERMONT, A. P.; ZINA, L. G.; SILVA, K. D.; SILVA, J. M.; MARTINS-JÚNIOR, P. A. Revisões integrativas em Odontologia. **Arquivos em Odontologia**, [S.L.], v. 57, p. 3-7, 15 mar. 2022. Universidade Federal de Minas Gerais - Pro-Reitoria de Pesquisa. <http://dx.doi.org/10.7308/aodontol/2021.57.e01>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/arquivosemodontologia/article/view/25571>. Acesso em: 29 jul. 2023.

MAGGI, B. **Do agir organizacional**: um ponto de vista sobre o trabalho, o bem-estar, a aprendizagem. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 256 p.

MATYÁS, R.; NOVÁK, A. Aeronautical Information Service–General Aviation Pilots interface in digital era. **Mad - Magazine of Aviation Development**, [S.L.], v. 4, n. 18, p. 9, 15 abr. 2016. Czech Technical University in Prague - Central Library. <http://dx.doi.org/10.14311/mad.2016.18.02>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303353682_Aeronautical_Information_Service-General_Aviation_Pilots_interface_in_digital_era. Acesso em: 19 dez. 2022.

MOTTER, A. A. Análise da carga de trabalho em sistemas complexos: gestão da variabilidade e imprevisibilidade nas atividades do controlador de tráfego aéreo. 2007. 219 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Cap. 5. Disponível em: <https://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS5139.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

OSUNWUSI, A. O. Aviation Safety Regulations versus CNS/ATM Systems and Functionalities. **International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace**, v. 7, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.15394/ijaaa.2020.1448>. Disponível em: <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1448&context=ijaaa>. Acesso em: 21 mai 2022.

PROKHOROV, A. V. Impact of NOTAM on security and efficiency performance of flights (overview). **Civil Aviation High Technologies**, v. 25, n. 1, p. 21-34, 2022. <https://doi.org/10.26467/2079-0619-2022-25-1-21-34>. Disponível em: <https://avia.mstuca.ru/jour/article/view/1934/1278>. Acesso em: 21 maio. 2022.

PORTO, G. S. Características do processo decisório na cooperação empresa-universidade. **Revista de Administração Contemporânea**, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 29-52, set. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-6552004000300003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/V3wHWMThy3xr44hmSkB9Zkg/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 14 fev. 2022.

RIBAS, V. R.; MARTINS, H. A. L.; AMORIM, G. G.; RIBAS, R. M. G.; ALMEIDA, C. Â. V.; RIBAS, V. R.; VASCONCELOS, C. A. C.; LIMA, M. D. C.; SOUGEY, E. B.; CASTRO, R. M. Air traffic control activity increases attention capacity in air traffic controllers. **Dementia & Neuropsychologia [online]**. 2010, v. 4, n. 3 pp. 250-255. ISSN 1980-5764. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1980-57642010DN40300015>. Acesso em: 22 maio. 2022.

ROSENOW, J.; CHEN, G.; FRICKE, H.; SUN, X.; WANG, Y. Impact of Chinese and European Airspace Constraints on Trajectory Optimization. **Aerospace**, 2021, 8, 338. <https://doi.org/10.3390/aerospace8110338>. Disponível em: https://mdpi-res.com/d_attachment/aerospace/aerospace-08-00338/article_deploy/aerospace-08-00338.pdf?version=1636541181. Acesso em: 21 maio 2022.

SANZ, L. P.; GARCÍA-GASCO, C. M.; MAROTO, M. P.; PÉREZ-CASTÁN, J. A.; SERRANO-MIRA, L.; COMENDADOR, V. F. G. Performance-Based Navigation Approach Procedures with Barometric Vertical Guidance: how to select the air temperature for approach procedure design. **Aerospace**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 337, 28 mar. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/aerospace10040337>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2226-4310/10/4/337>. Acesso em: 29 jul. 2023.

SHUKLA, M., CHEN, Z.; LU, C. T. DIMPL: a distributed in-memory drone flight path builder system. **J Big Data** 5, 24, 2018. <https://doi-org.ez67.periodicos.capes.gov.br/10.1186/s40537-018-0134-7>. Disponível em: <https://link-springer-com.ez67.periodicos.capes.gov.br/content/pdf/10.1186/s40537-018-0134-7.pdf>. Acesso em: 22 mai 2022.

STETLER, C. B.; MORSI, D.; RUCKI, S.; BROUGHTON, S.; CORRIGAN, B.; FITZGERALD, J. *et al.* Utilization-focused integrative reviews in a nursing service. **Applied Nursing Research**, Philadelphia, v. 11, n. 4, p. 195-206, 1998. doi: [https://doi.org/10.1016/s0897-1897\(98\)80329-7](https://doi.org/10.1016/s0897-1897(98)80329-7)

SUÁREZ, M. Z.; VALDÉS, R. M. A.; MORENO, F. P.; JURADO, R. D.; FRUTOS, P. M. L.; COMENDADOR, V. F. G. Methodology for Determining the Event-Based Taskload of an Air Traffic Controller Using Real-Time Simulations. **Aerospace**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 97, 18 jan. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/aerospace10020097>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2226-4310/10/2/97>. Acesso em: 29 jul. 2023.

SWAID, M.; MARKS, T.; LINKE, F.; GOLLNICK, V. Fuel Planning Strategies Considering Operational Uncertainties of Aerodynamic Formation Flight. **Aerospace**, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 67, 7 mar. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/aerospace8030067>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2226-4310/8/3/67>. Acesso em: 21 dez. 2022.

SZNELWAR, L. I. **Analyse ergonomique de l'exposition de travailleurs agricoles aux pesticides**: essai ergotoxicologique. 1992. 374 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ergonomie, CNAN, Paris, 1992. Disponível em: <http://www.theses.fr/1992CNAM0145>. Acesso em: 17 fev. 2023.

TERSSAC, G.; MAGGI, B. O trabalho e a abordagem ergonômica. In: DANIELLOU, François (ed.). **A ergonomia em busca de seus princípios**: debates epistemológicos. São Paulo: Blucher, 2004. p. 79-104.

XIANG, Z.; ZHANG, W.; HE, D.; TANG, Y. A Centralized Algorithm with Collision Avoidance for Trajectory Planning in Preflight Stage. **International Journal of Aerospace Engineering**, [S.L.], v. 2021, p. 1-10, 6 jan. 2021. Hindawi Limited.

<https://doi.org/10.1155/2021/6657464>. Disponível em:
<https://www.hindawi.com/journals/ijae/2021/6657464/>. Acesso em: 22 maio 2022.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: update methodology. **Journal Advanced Nursing**, Oxford, v. 52, n. 5, p. 546-53, 2005. doi:
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>

WISNER, A. Préface. **Les Cahiers Technologie, Emploi, Travail**, n. 4, p. 7-9, 1987b.

Biografia dos Autores

Jânio César Mendes Ferreira

Doutorando em Saúde Pública pela Faculdade Saúde Pública da USP. Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Roraima - UFRR; Especialista em Fisiologia e Cinesiologia da Atividade Física e Saúde pela Universidade Gama Filho/UGF-RJ; Licenciatura Plena em Educação Física pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA; Bacharel em Ciências Aeronáutica pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL; Participa dos Grupos de Pesquisa: Organização dos processos produtivos e saúde do trabalhador, da Universidade de São Paulo; e Inovação e Transformação da Atividade de Prevenção de Riscos Profissionais – ITAPAR (Brasil/França). Tem experiência na área de Educação Física e Saúde Pública, com ênfase em Avaliação Física e Qualidade de Vida.

Marcia Fajer

Doutora em Ciências pela Faculdade de Saúde Pública da USP (2022); Mestre em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP e Bacharel em Psicologia pela Universidade de Santo Amaro (1982). Possui especialização em Psicologia Escolar e Educacional pelo Conselho Federal de Psicologia (2003) e em Ergonomia de Sistemas de Produção pela Fundação Vanzolini (2011). Docente de cursos de pós-graduação em Ergonomia, Engenharia de Segurança e Segurança de voo. Serviu na Força Aérea Brasileira como psicóloga e atualmente é pesquisadora nas áreas de ergonomia e fatores humanos, investigação de acidentes e psicologia da aviação e vice-presidente da Associação Brasileira de Psicologia da Aviação.

Laerte Idal Sznelwar

Doutor em Ergonomia pela Conservatoire National des Arts et Métiers (1992) e pós-doutorado no Laboratoire de Psychologie du Travail et de Action du CNAM - Psychodynamique du Travail (2001). Graduado em Medicina, Clínico do trabalho, psicanalista, ergonomista, especialista em psicodinâmica do trabalho. Membro fundador do Instituto Trabalhar. Afiliado à Associação Internacional de Especialistas em Psicodinâmica do Trabalho. Membro filiado do Instituto Brasileiro de Psicanálise em São Paulo. Professor aposentado do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Frida Marina Fischer

Doutora em Saúde Pública pela USP (1984). Mestrado em Saúde Pública pela USP (1980) Possui graduação em Ciências Biológicas pela USP (1971). Professora titular do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP. Linha de investigação: processos produtivos e saúde do trabalhador. Principais áreas de atuação em saúde do trabalhador: ergonomia, envelhecimento funcional precoce, organização do trabalho em turnos e noturno, acidentes e doenças relacionadas ao trabalho, retorno ao trabalho após afastamento por doença. Bolsista de produtividade do CNPq, 1A.



Artigo recebido em: 06/05/2023 e aceito para publicação em: 17/08/2023

DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i2.4902>