
Análise do uso prolongado de máscaras de proteção facial pelos pilotos, a partir dos elementos do modelo SHEL sobre o desempenho humano

Filipi Silva Rocha^{1,2}, André Luís Boff^{3,4}

1 Graduando em Ciências Aeronáuticas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

2 filipi.rocha16@gmail.com

3 Professor da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

4 andre.boff@puccs.br

RESUMO: Muito da vida cotidiana se modificou com a eclosão da pandemia do Coronavírus em 2019. De maneira repentina, fez-se necessária a adoção do uso de máscara de proteção facial para todos. Em uma posição crítica, pilotos do mundo inteiro se encontraram diante de uma situação jamais ocorrida em tamanha escala, tendo que incorporar este item à sua rotina laboral por extensos períodos. Este trabalho analisou, através de uma revisão teórica, como o uso prolongado de máscaras de proteção facial influencia o desempenho humano na atividade de pilotagem, tomando por base a estrutura fornecida pelo modelo SHEL. Foi realizada extensa revisão de literatura com foco nos aspectos do desempenho humano, predominantemente, relacionados aos profissionais da saúde, dentro das bases de dados da *Web of Science* e *Google Scholar*. Os resultados obtidos se mostraram relevantes, citando a possibilidade de o piloto ser influenciado pelos efeitos negativos advindos do uso prolongado de máscara de proteção facial.

Palavras Chave: 1. Pilotagem de aeronaves. 2. Máscara facial. 3. Modelo SHEL. 4. Desempenho humano.

Analysis of the prolonged use of face protection masks by pilots, based on the elements of the shel model on human performance

ABSTRACT: Much of everyday life has changed with the outbreak of the Coronavirus pandemic in 2019. Suddenly, it was necessary to adopt the use of face protection mask for everyone. In a critical position, pilots around the world found themselves facing a situation that had never occurred on such a scale, having to incorporate this item into their work routine for extended periods. This work analyzed, through a theoretical review, how the prolonged use of face protection masks influences human performance in the piloting activity, based on the structure provided by the SHEL model. An extensive literature review was carried out focusing on aspects of human performance, predominantly related to health professionals, within the Web of Science and Google Scholar databases. The results obtained proved to be relevant, citing the possibility of the pilot being influenced by the negative effects arising from the prolonged use of a face protection mask.

Key words: 1. Aircraft piloting. 2. Face mask. 3. SHEL model. 4. Human performance.

Citação: Rocha, FSR, Boff, ALB. (2023) Análise do uso prolongado de máscaras de proteção facial pelos pilotos, a partir dos elementos do modelo SHEL sobre o desempenho humano. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 13, N° 1, pp. 2-14.

1 INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, começavam a ser enviados por autoridades chinesas reportes da presença de um novo tipo de coronavírus, provisoriamente denominado 2019-nCoV (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020b), que logo passou a ser chamado SARS-CoV-2. Esse vírus é o causador do COVID-19, doença que tem como sintomas típicos febre, tosse seca, dificuldades respiratórias, dor de cabeça e pneumonia (LAUXMANN et al., 2020). No dia 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde declarou estado de pandemia e até o dia 31 de outubro de 2021 os números decorrentes dessa enfermidade atingiram duzentos e quarenta milhões de casos confirmados e quatro milhões e oitocentos mil mortes no mundo todo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021).

Como evidenciado por Meyerowitz et al. (2021), ainda não se sabem com exatidão todas as formas de transmissão do SARS-CoV-2, porém é seguro concluir com os dados disponíveis que ela se dá principalmente por vias respiratórias. A partir disso, tornou-se necessária a adoção de medidas com fins de controlar e diminuir o contágio, por meio da implantação de protocolos de distanciamento social e do uso de equipamentos de proteção individual, principalmente o uso generalizado de máscaras de proteção facial (BROOKS; BUTLER; REDFIELD, 2020). Estes protocolos de saúde naturalmente se estendem ao transporte aéreo. Companhias aéreas do mundo inteiro precisam submeter seus funcionários a essas medidas para que a aviação continue funcionando da forma mais segura possível. Agências reguladoras, como a *European Union Aviation Safety Agency* (EASA), Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e *Federal Aviation Administration* (FAA), publicaram diretrizes padronizando essas operações.

Devido às restrições impostas, milhares de trabalhadores têm sido afetados diretamente pela adoção das novas regras sanitárias. Muitos efeitos negativos decorrentes do uso dos equipamentos de proteção individual podem ser observados, incluindo

dores de cabeça, tontura, fadiga mental, fadiga física, restrições visuais, dificuldade de comunicação verbal, entre outros (DUAN et al., 2021; İPEK et al., 2021; CHOUDHURY et al., 2020; RUSKIN et al., 2021).

Já no cockpit de um avião, os pilotos no seu cotidiano de não-pandemia são acometidos por diversos efeitos específicos inerentes à natureza da operação aérea, além dos presentes em qualquer atividade laboral. Tal ambiente operacional em que se inserem os pilotos abrange uma enorme gama de fatores extrínsecos e intrínsecos, os quais afetam sua performance como indivíduo (como as consequências da variação de pressão, ergonomia na operação, estresse, fadiga, implicações nos campos físicos – sistemas circulatório, respiratório e sensoriais – implicações psicológicas, dentre outros componentes) (GREEN et al., 1996; HAWKINS, 2000; MARTINUSSEN; HUNTER, 2018; RUSSOMANO, 2012).

Em busca de uma aviação mais segura pela mitigação dos erros humanos, busca-se entender estas capacidades humanas e suas limitações, culminando numa área própria de pesquisa definida como “Fatores Humanos” (CAMPBELL; BAGSHAW, 2002). Este assunto engloba tópicos como Engenharia, Psicologia, Fisiologia, Antropometria, Biomecânica, Biologia, Medicina, com a possibilidade de muitos outros conforme a tecnologia avança e novidades são implementadas no cockpit (CUSICK; CORTÉS; RODRIGUES, 2012). Tal tema está diretamente ligado à segurança de um voo, através da interação entre os componentes “meio-máquina-homem”, por meio da percepção de que o piloto deixa de ser apenas alguém conduzindo um aparelho, para se tornar um gestor das interações entre informações e ações existentes no ambiente operacional (CAMPBELL; BAGSHAW, 2002; CUSICK; CORTÉS; RODRIGUES, 2012).

Como forma de representar toda esta sorte de interações entre piloto e os demais componentes, Hawkins (2000) apresentou o conceito do modelo SHEL aprimorado a partir daquele apresentado por Edwards (1972), fazendo possível a apreciação do homem no cockpit, sob a óptica sociotécnica em que está imerso, de maneira simplificada e descritiva, de modo que este se tornou um dos modelos mais utilizados na área de Fatores Humanos (MARTINUSSEN; HUNTER, 2018). Neste sentido, foi possível identificar e entender quais são os fatores que influenciam o desempenho humano durante a operação de uma aeronave através da correlação dos componentes em face à situação aqui proposta (O’HARE, 1994). Este artigo analisou, através de uma revisão teórica, como o uso prolongado de máscaras de proteção facial pode vir a influenciar o desempenho humano. A partir desses dados, foi feita uma relação com as exigências necessárias ao desempenho do piloto em sua atividade de pilotagem, tomando por base a estrutura fornecida pelo modelo SHEL.

2 METODOLOGIA

Com foco nos aspectos sociotécnicos e laborais da operação aérea, o estudo partiu de uma pesquisa qualitativa exploratória. Como Given (2008) afirma, uma pesquisa qualitativa trata de explorar os elementos humanos de determinado assunto, tipicamente acerca de novos fenômenos em contextos específicos, a fim de entender pensamentos, sentimentos e interpretações individuais. Ela se aprofunda em um meio, sociedade, sistema ou ambiente determinado, e se preocupa em explicar o porquê das coisas. Este objetivo intencional e contextualizado, aplicado também à coleta de dados, caracteriza a natureza exploratória da pesquisa (GIVEN, 2008), a qual aponta possíveis caminhos para aprofundamento das questões identificadas neste estudo. Como procedimento de levantamento dos dados, foi adotada a consulta de fontes bibliográficas, sendo tal ação definida por Allen (2017) como aquela que colhe informações de materiais já publicados e de fontes tradicionais de conhecimento – tais como artigos, livros, reportes e manuais; dentro de bases de dados reconhecidamente válidas – com os requeridos critérios éticos e legais.

Para a obtenção destas fontes, a busca ocorreu dentro das bases de dados do *Web of Science* e *Google Scholar*, através das palavras-chaves *face mask, effects, pilots, aviation, security, COVID-19, Coronavirus, SARS-CoV-2, mental health, pandemic, human factor, psychology, human performance, CRM e fatigue*, bem como de outros termos que se mostraram relevantes conforme o aprofundamento no conteúdo descoberto foi conduzido. Através da busca ativa e exploração dos assuntos aqui abordados, obteve-se também uma seleção de bibliografias impressas. A busca inicial partiu dos seguintes filtros: ano (somente trabalhos a partir de 2020 para os tópicos acerca da pandemia do COVID-19), título e assunto (somente trabalhos que continham as expressões pesquisadas nestes dois campos). Foram encontrados inicialmente 225 trabalhos acadêmicos, artigos, documentos e bibliografias considerados potencialmente importantes aos assuntos aqui conceituados e desenvolvidos. Desta filtragem, foram analisados e escolhidos 191 para uma leitura minuciosa, selecionados pela sua aplicabilidade no contexto dos estudos em fatores humanos, da necessidade sob o ponto de vista de enriquecimento de conceitos e desenvolvimentos, da possível correlação ao ambiente operacional da atividade aérea e da flexibilidade à realidade pandêmica atual. Desta ação, restaram 88 documentos que foram utilizados neste trabalho. A relevância destes 88 documentos – por vezes não se relacionavam ao ambiente aeronáutico, mas trouxeram informações importantes para a relação a qual se pretendia realizar – foi estabelecida pela leitura exaustiva dos assuntos em que os materiais se propõem a abordar, reconhecimento deles por outros autores, angariação de dados que os corroborem e amostragem de dados específicos a serem usados.

A partir das informações colhidas, foi realizada uma revisão de literatura acerca dos tópicos abordados pelo artigo. Revisão de literatura define-se como a coleção de dados, métodos e teorias relevantes ao assunto pesquisado, a partir de fontes bibliográficas selecionadas (RIDLEY, 2012).

Foram utilizadas questões para o desenvolvimento das inferências necessárias, a fim de responder ao objetivo de pesquisa deste estudo. Para se obter a resposta destas questões, utilizou-se como ferramenta metodológica a Análise de Conteúdo, definida por Given (2008) como uma técnica de categorização dos dados qualitativos obtidos, com o intuito de serem identificados padrões e relações entre temas abordados. Bardin (2016) complementa conceituando a ferramenta como um conjunto de técnicas de análise e interpretação dos dados obtidos através de inferências em relações de conteúdos não necessariamente relacionados, a fim de se entender o sentido do assunto explorado, bem como procurar outro significado para este. Neste artigo, a técnica foi efetivamente utilizada para responder às questões previamente elaboradas, buscando-se identificar e compreender as possíveis interações entre os dois temas de pesquisa maiores – e seus afunilamentos – que foram levantados neste estudo. O desenho esquemático abaixo apresenta estes temas:

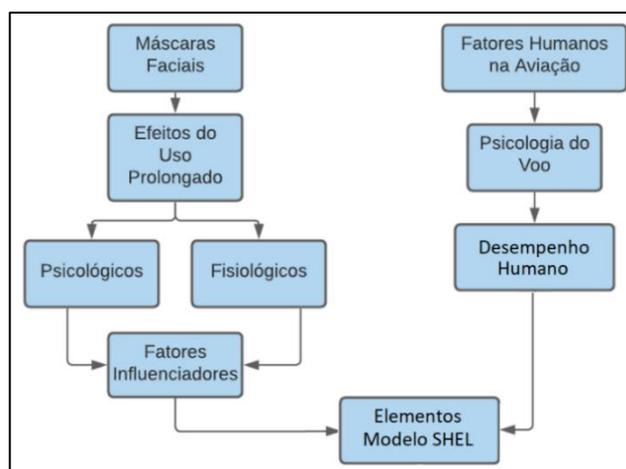


Figura 1 – Desenho de Pesquisa (Fonte: o Autor)

Com base no desenho acima, as seguintes questões foram formuladas para a análise:

- Questão 1 (Q1): Como a utilização da máscara facial afeta a relação entre indivíduos, representada pela relação *Liveware* e *Liveware* no modelo SHEL?
- Questão 2 (Q2): Como a utilização da máscara facial afeta a relação entre homem e máquina, representada pela relação *Liveware* e *Hardware* no modelo SHEL?
- Questão 3 (Q3): Como a utilização da máscara facial afeta a relação entre homem e o sistema, representada pela relação *Liveware* e *Software* no modelo SHEL?
- Questão 4 (Q4): Como a utilização da máscara facial afeta a relação entre homem e ambiente, representada pela relação *Liveware* e *Environment* no modelo SHEL?

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A PANDEMIA DO CORONAVÍRUS

Nos últimos vinte anos, a humanidade presenciou, dentre outras, duas grandes epidemias, a do SARS (*Severe Acute Respiratory Syndrome*) em 2002 e 2003 e a do MERS (*Middle East Respiratory Syndrome*) em 2012 (LAUXMANN; SANTUCCI; AUTRÁN-GÓMEZ, 2020). Os vírus causadores de ambas as epidemias são conhecidos como Coronavírus, organismos da família *Coronaviridae*, micróbios que causam problemas respiratórios e intestinais em humanos. Eles recebem este nome devido à semelhança de sua estrutura externa com coroas (YANG et al., 2020). Devido às suas características de mutação e também à presença em morcegos, aliado à possibilidade do contato frequente do vírus com o humanos, especialmente em culturas onde se consomem animais exóticos, previa-se a chance de uma nova epidemia envolvendo essa família de vírus (CHENG et al., 2007).

Em dezembro de 2019, na cidade de *Wuhan* na China, surgiram diversos casos de pessoas infectadas por uma nova cepa. O mercado de *Huanan*, conhecido pelo comércio de animais exóticos, teria sido o epicentro dos contágios (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020b). Primeiramente denominado 2019-nCoV, a nova descoberta veio a ser renomeada para SARS-CoV-2. Este vírus é o causador do COVID-19, doença que tem como sintomas típicos a febre, tosse seca, dificuldades respiratórias, dor de cabeça e pneumonia (LAUXMANN et al., 2020).

Ainda que bastante discutido, é seguro definir algumas formas em que ocorre o contágio de pessoa para pessoa, sendo duas delas as principais, como evidencia Meyerowitz et al. (2021). Transmissão respiratória é o principal meio, sendo o fator proximidade fundamental para o sucesso do contágio ou não, logo o papel do espaço e ventilação se mostra fator crítico para a prevenção. De maneira circunstancial, o contato direto é a segunda forma de transmissão, tendo sido observados índices de infecção maiores em indivíduos com mãos menos higienizadas (WANG et al., 2020). Há ainda que se ressaltar o período de

incubação do SARS-CoV-2, que pode variar de 2 a 14 dias (CHENG et al., 2007), ao passo que surgem evidências que apontam a possibilidade da infecção a partir de paciente assintomáticos (CHAN et al., 2020; ORAN; TOPOL, 2020).

Diante da rápida proliferação do vírus na China e da crescente aparição de casos em novos países, no dia 11 de março de 2020, a *World Health Organization* (WHO), através do seu diretor Tedros Adhanon Ghebreyesus, declarou estado de pandemia. Na referência “*A Dictionary of Epidemiology*” (LAST, 2001), pandemia é uma epidemia ocorrendo em nível mundial, ou em uma área muito grande, cruzando fronteiras internacionais e normalmente afetando muitas pessoas.

Até o fim de outubro de 2021, os números decorrentes do SARS-CoV-2 atingiram cerca de duzentos e quarenta milhões de casos confirmados e quatro milhões e oitocentos mil mortes no mundo todo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021), demonstrando, assim, o potencial mortal e catastrófico desse vírus. A parcela mais vulnerável a fatalidades decorrentes da infecção se encontra na população de idade avançada e também nos indivíduos que possuem algum tipo de comorbidade (CUCINOTTA et al., 2020; WU; MCGOOGAN, 2020; YANG et al., 2020).

3.1.1 O USO DAS MÁSCARAS FACIAIS E O IMPACTO GERADO

Em face à nova realidade proposta pela pandemia, com a necessidade de se garantir a saúde coletiva, controlar a transmissão e o número de mortos, adotou-se como medida de segurança o uso de equipamentos de proteção individual de modo universal (BROOKS; BUTLER; REDFIELD, 2020).

O uso de equipamentos faciais de proteção contra agentes infecciosos remonta a 1910, quando ocorreu a Grande Praga da *Manchuria*. Neste episódio, o médico malaio *Wu Liande* trabalhou com a teoria de que a praga se propagava através das vias aéreas, ideia inovadora para a época, na qual se acreditava que o contágio ocorria através de ratos e suas pulgas. Assim, *Liande* adotou a “máscara antipraga”, sendo esse o primeiro registro do uso de proteção facial para fins epidemiológicos (LYNTERIS, 2018; STRASSER; SCHLICH, 2020).

Na tentativa de resumir a vida da maneira mais próxima do que era nos tempos anteriores à pandemia do SARS-CoV-2, adotou-se o uso generalizado das máscaras. Diversos países definem como protocolo padrão o uso em espaços públicos, privados e em ambientes fechados. No Brasil, a aderência dessas medidas pela população se tornou obrigatória pela Lei N° 13.979, de 6 de fevereiro de 2020 (BRASIL, 2020), cerca de um mês antes de declarada a pandemia pela *World Health Organization*.

Estudos corroboram esta ideia como forma de prevenção e controle, casos observados sugerem a eficácia de 77% até 79% na diminuição do risco de infecção (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020a). Com a popularização das máscaras e uma demanda em larga escala, diversos tipos estão sendo usados, com diferenças em formas e materiais, cada um com seu determinado nível de eficiência (HOWARD et al., 2021; VERMA; DHANAK; FRANKENFIELD, 2020; WANG et al., 2020).

Com o uso obrigatório, é comum a utilização por longos períodos, de modo que a máscara se tornou objeto cotidiano. A despeito da eficiência em prevenir o usuário de ser infectado, este tipo de emprego também trouxe efeitos negativos para quem a usa (BOBKER; ROBBINS, 2021; İPEK et al., 2021; CHOUDHURY et al., 2020; RAPISARDA et al., 2021). Estudos destacaram as mudanças da pele após o uso de equipamento de proteção facial, observando desidratação de locais cobertos pelos tecidos, ocorrência de acne, feridas e coceiras (HAN et al., 2021; KRAJEWSKI et al., 2020; SHUBHANSHU; SINGH, 2021; TECHASATIAN et al., 2020). Foi apontada a tendência de alterações nos padrões nasais, causando ressecamento, entupimento e corrimento nasal, ainda que de forma leve e tolerável (SHUBHANSHU; SINGH, 2021). Pessoas apresentam dificuldade de comunicação e de inteligibilidade durante o uso de máscara (MHEIDLY et al., 2020; MUZZI et al., 2021; SAUNDERS; JACKSON; VISRAM, 2020).

Além disso, são relatadas dificuldades respiratórias, dores nas orelhas e restrições visuais, especialmente com o uso de óculos (DHANDAPANI; JOSE; CYRIAC, 2021; SHUBHANSHU; SINGH, 2021). Outro efeito frequente é a dor de cabeça, que por sua vez pode ocasionar tontura, como mostram Bobker e Robbins (2021), Choudhury et al. (2020) İpek et al. (2021), Rapisarda et al. (2021), e Shubhanshu e Singh (2021). Por fim, há estudos que sugerem a possibilidade de estresse térmico e alterações cardíacas (DAVEY et al., 2021; LEE et al., 2020; LI et al., 2005; RUSKIN et al., 2021).

Ratificando isso, Kisielinski et al. (2021) atestam o fundamento científico por trás desses efeitos, alertando para a potencial manifestação, em longo e curto prazo, de resultados contrários ao que se define por saudável. Em termos médicos, todas essas interações de causa e consequência, no que tange ao uso de máscaras, é definido como *Mask-Induced Exhaustion Syndrome* (MIES)(KISIELINSKI et al., 2021).

3.2 O FATOR HUMANO NA AVIAÇÃO

Com os grandes saltos tecnológicos após a Segunda Guerra Mundial e o elevado número de aviões disponíveis, a aviação comercial se tornou popular. Em 1952, o setor conhecia o primeiro jato comercial, o *deHavilland Comet*. Após isso, a indústria não só acelerou em termos de novos produtos, como também introduziu novas tecnologias, em pouco tempo tornou-se comum a operação de longos voos, com aeronaves maiores e com tripulações reduzidas (WISE; HOPKIN; GARLAND, 2010).

A partir da necessidade de manter e aprimorar a segurança da operação, surge a aplicação dos estudos acerca dos Fatores Humanos envolvidos no voo. A FAA (1993) conceitua Fatores Humanos como “um esforço multidisciplinar para gerar e

compilar informações sobre as capacidades e limitações humanas, e aplicar essas informações ao equipamento, sistemas, instalações, procedimentos, empregos, ambientes, treinamentos, pessoal e gestão de pessoal” para fins de se atingir uma performance humana segura, confortável e efetiva. Hawkins (2000) define Fatores Humanos como uma ciência sobre a pessoa, suas relações com as máquinas, procedimentos e com outras pessoas. Fatores Humanos na aviação, portanto, é o campo científico que objetiva a eficiência entre o tripulante e tudo aquilo que o circunda.

Apesar da evolução do ambiente laboral em quem voam os pilotos atualmente, ainda se fazem presentes diversos fatores externos e internos que interagem com as capacidades fisiológicas e psicológicas deles, influenciando assim nos seus desempenhos e trazendo a possibilidade de erros humanos (O’HARE, 1994). Como afirma Reason (1995), o erro humano nunca será 100% eliminado. A exemplo disso, no período de 1959 a 1989, 70% dos acidentes foram causados por erros humanos (HELMREICH; FOUSHEE, 2010). A falibilidade do ser humano é inerente à sua natureza sendo, portanto, importante para a aviação compreender e estabelecer medidas que acomodem isso.

Não há nada mais humano e intrínseco ao próprio campo de Fatores Humanos do que a Psicologia. Segundo Nevid (2018), “psicologia” é a ciência que analisa comportamentos e processos mentais. A Psicologia aplicada à aviação parte do princípio de que os aspectos do funcionamento mental dos pilotos – bem como todas as classes atuantes na aviação – invariavelmente irão influenciar seus comportamentos (MARTINUSSEN; HUNTER, 2018; WICKENS, 2002). Logo, o escopo deste campo aplicado não é de uma abordagem psicoterapêutica, mas sim de um estudo contínuo dos indivíduos, a fim de se entender e prever seus comportamentos em um ambiente de aviação (MARTINUSSEN; HUNTER, 2018). Com os avanços tecnológicos da aviação, além das novas realidades operacionais, a capacidade cognitiva do piloto é cada vez mais demandada, e entender isto torna a aviação mais segura (VIDULICH; TSANG, 2019; WISE; HOPKIN; GARLAND, 2010).

Sendo a mente humana amplamente complexa e ímpar sob certos contextos, são muitos os subcampos psicológicos abordados na Psicologia da Aviação, tais como comunicação, tomadas de decisão, processamento de informações, percepção, atenção, entre outros. Fatores estes que conversam intimamente com a performance humana resultante (MARTINUSSEN; HUNTER, 2018; VIDULICH; TSANG, 2019; WICKENS, 2002). Em relação às possíveis abordagens, três delas se mostraram relevantes ao objetivo do estudo:

Abordagem Comportamental <i>Behaviorist Approach</i>	Preocupa-se em analisar como o ambiente afeta comportamentos.
Abordagem Cognitiva <i>Cognitive Approach</i>	Estudo dos processos mentais e do entendimento de como as pessoas pensam, lembram e ponderam.
Abordagem Social <i>Social Approach</i>	Analisa como se dão as interações entre pessoas, enfatizando fatores que envolvem comportamentos sociais, bem como crenças sociais e atitudes.

Quadro 1 – Abordagens na Psicologia da Aviação (Fonte: MARTINUSSEN; HUNTER, 2018).

Tais abordagens definem a construção dos questionamentos e respostas na pesquisa de determinado assunto, sendo possível misturá-las para que se atinja o objetivo esperado. Estas podem ser aplicadas em modelo conceituais, como é o caso do modelo de performance humana SHEL.

3.2.1 DESEMPENHO HUMANO E O MODELO SHEL

A ICAO (2021) conceitua Performance Humana como a contribuição humana à performance do sistema e como pessoas performam seu trabalho. Ao se falar de Psicologia da Aviação e Desempenho Humano, é importante se conceituar a base na qual se estabelecem as abordagens do estudo do humano como piloto e sua dinâmica no ambiente da aviação.

O piloto de aeronaves atua em um ambiente de alta complexidade, rodeado de informações, constantemente interagindo com sistemas e outras pessoas, dividindo sua atenção simultaneamente entre o que se passa dentro e fora da aeronave (CAMPBELL; BAGSHAW, 2002; GREEN et al., 1996). Partindo de uma abordagem cognitiva, toda esta variabilidade de dados precisa (e deveria) ser eficientemente compreendida e processada, mas nem sempre isso ocorre. Como não é possível relacionar o modo como o cérebro processa informações com partes fisiológicas deste, foram criados modelos que representam a forma em que a informação é recebida, armazenada, recuperada e usada. Esses modelos contidos na teoria de Processamento de Informação Humana e que utilizam questões como memória, atenção, percepção, entre outros, levam em conta estímulos externos, informações sensoriais e respostas diversas (CAMPBELL; BAGSHAW, 2002; GREEN et al., 1996; HARRIS, 2016).

O uso destes modelos pode auxiliar na investigação de erros humanos e ajudam a entender como fatores, tal qual o estresse, podem influenciar no desempenho humano (GREEN et al., 1996). É possível listar como fatores influenciadores qualquer um

dos sentidos básicos, como o olfato, a termocépção (percepção de temperatura), a nocicepção (percepção da dor), o senso de equilíbrio, e diversos outros (HARRIS, 2016). A partir da necessidade de apreciação destas questões, inserindo-as no contexto sociotécnico da operação aérea, e a fim de idealizá-las como elementos envolvidos com a segurança de um voo, surge como ferramenta o Modelo conceitual SHEL, criado por Edwards (1972) e aprimorado por Hawkins (2000). O nome se dá pela sigla S-H-E-L, a qual em algumas literaturas também pode aparecer com o “L” duplicado – S-H-E-L-L (ICAO, 2017):

- **Software:** trata das questões não físicas relacionadas ao sistema, como procedimentos, disposição do *checklist*, simbologia e como sugere o termo, *softwares* de computadores. Na relação entre S-L é preciso garantir a capacidade desta interação ocorrer com facilidade.

- **Hardware:** é o primeiro componente a ser combinado de forma otimizada com as características do homem. São os equipamentos e máquinas tais como *displays*, assentos e botões. A relação entre L-H dá importância a como estes equipamentos irão satisfazer as características supramencionadas do componente central.

- **Environment:** é o contexto ambiental em que as operações ocorrem, podem ser fatores internos como temperatura, ruído, pressão, bem como fatores externos e mais amplos como particularidades sociais, questões políticas, organizacionais e outros. Pela relação E-L se entende a busca da adaptação do ambiente às características do homem.

- **Liveware:** é o homem, o centro do modelo. Caracteriza-se pela sua importância e sua flexibilidade, que por sua vez significa as alterações na sua performance e limites. Hawkins (2000), de forma didática – e através de termos de engenharia – dissecou as características essenciais das observações necessárias para que o componente central combine da melhor maneira com os outros componentes do modelo conceitual. Quanto ao tamanho e forma física, os limites se dão através dos conceitos antropométricos e biomecânicos. Sobre requerimentos de energia, a satisfação destes no humano se dá através de comida, de oxigênio e de água. A falta destes acarreta danos à performance e ao bem-estar. Essas informações por sua vez são apontadas pela Fisiologia e Biologia.

- Características de entrada trata-se da capacidade humana de coletar informações do ambiente circundante através dos sentidos, dados estes que são usados para definir respostas e têm como fonte de conhecimento os campos da Fisiologia e Biologia. Processamento de informações se traduz nas funções cognitivas, que de diversas maneiras são limitadas – envolvendo tópicos como memória, atenção, percepção – sendo explicadas pela Psicologia.

- “Características de saída” são as ações resultantes da coleta e processo das informações, que podem ser forças musculares ou verbalizações. É explicada pela análise da Biomecânica e Fisiologia.

- Tolerâncias ambientais, por sua vez, são os limites do corpo humano em termos de fatores internos e externos do contexto ambiental, tais como temperatura, pressão, umidade, organização e diversos outros que possam se fazer presente. Esta característica é explicada pela conjunção da Fisiologia, Biologia e Psicologia.

- **Liveware:** embora já citado, o modelo prevê a relação L-L, que é a interação de pessoas entre pessoas, refletindo a realidade do trabalho em equipe presente no voo. Esta interface se preocupa com questões tais como liderança, cooperação em equipe, personalidades, entre outras.

De forma gráfica, o modelo SHEL pode ser apresentado da seguinte maneira:



Figura 2 – Modelo SHEL (ICAO, 2017).

Dentre as várias simbologias por trás da figura, destaca-se o “serrilhado” conectando cada um dos elementos. Tal condição simboliza as dificuldades por trás da manutenção destas interações, através do impacto de todos os fatores que contribuem, positiva e negativamente, nestas conexões (ICAO, 2017). O modelo SHEL auxilia, então, na conceituação e compreensão das questões inerentes ao ser humano e ao voo, incluindo os ramos psicológicos que os permeiam, permitindo uma análise mais estruturada de todos os elementos por trás de um adequado desempenho humano durante a operação aérea.

Assim, com pilotos e demais profissionais vivenciando a nova realidade trazida pela pandemia, a qual exige o uso obrigatório de máscaras durante longos períodos, todos estão sujeitos aos efeitos fisiológicos e psicológicos gerados, impactando seus desempenhos.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para responder às questões elaboradas na seção do método, este artigo buscou analisar a relação entre os estudos levantados sobre o uso das máscaras e a sua influência sobre o desempenho dos pilotos no ambiente operacional da aviação, à luz do modelo SHEL. Torna-se importante salientar que as questões não falam especificamente da atividade de pilotagem, mas sim do desempenho humano em geral. Contudo, inferências puderam ser feitas relacionando-se ao ambiente operacional dos pilotos de aeronaves.

4.1 QUESTÃO 1 (Q1) – COMO A UTILIZAÇÃO DA MÁSCARA FACIAL AFETA A RELAÇÃO ENTRE INDIVÍDUOS, REPRESENTADA PELA RELAÇÃO *LIVEWARE* E *LIVEWARE* NO MODELO SHEL?

A relação *Liveware - Liveware* pode ser considerada a mais escrutinizada e ao mesmo tempo a mais subjetiva das relações previstas pelo modelo SHEL. De maneira complexa e indiscutivelmente filosófica, o ser humano como um “ser” se mostra singularmente inteligente e primitivamente igual a todos os outros seres, suscetível a diversos fatores internos e externos que fogem do seu alcance racional. Quando posto de modo coletivo, chega-se ao que se procura definir nesta relação, a junção da melhor maneira possível entre dois ou mais indivíduos. Perante isso, a utilização da máscara facial posa como um possível fator complicador.

Foi identificada como um influenciador relevante a questão psicológica do desconforto causado pelo uso, que pode ser desencadeado por dor de cabeça, tontura, questões ergonômicas da máscara, calor proporcionado, umidade, irritações cutâneas e nasais, restrições visuais, além da ansiedade e estresse (BOBKER; ROBBINS, 2021; BONGERS et al., 2021; CHOUDHURY et al., 2020; DAVEY et al., 2021; DHANDAPANI; JOSE; CYRIAC, 2021; DUAN et al., 2021; HAN et al., 2021; İPEK et al., 2021; KRAJEWSKI et al., 2020; SHUBHANSHU; SINGH, 2021; LEE et al., 2020; LI et al., 2005; LUZE et al., 2020; ONG et al., 2020; RAPISARDA et al., 2021; RUSKIN et al., 2021; SCHEID et al., 2020; TANG et al., 2020; TECHASATIAN et al., 2020). Essas implicações agem negativamente sob o desempenho humano, com possíveis resultados desfavoráveis às relações interpessoais, uma vez que a condição de desconforto é intimamente ligada a questões de humor do indivíduo.

No caso dos pilotos, esta relação também pode funcionar como protagonista no processo de deterioração da comunicação. Antes, durante e após o voo, a comunicação dos pilotos com outras pessoas e entre si é primordial. Não há, portanto, operação segura sem a total sinergia entre estes, e como os olhos estão voltados quase que integralmente aos instrumentos e materiais utilizados, a comunicação verbal é um dos principais meios para que isso ocorra. Estudos mostram a redução significativa na capacidade de se comunicar verbalmente usando máscara, uma vez que o acessório de proteção pode servir também como um abafador acústico e visual, suprimindo frequências, volume da voz e impedindo a leitura labial, tornando a comunicação por vezes ininteligível (BAKHIT et al., 2021; CAMPAGNE, 2021; COREY; JONES; SINGER, 2020; FIORELLA et al., 2021; MUZZI et al., 2021; NGUYEN et al., 2021; PÖRSCHMANN; LÜBECK; AREND, 2020; REBMANN; CARRICO; WANG, 2013; ROUND; ISHERWOOD, 2021; RUSKIN et al., 2021; SAUNDERS; JACKSON; VISRAM, 2020). Neste cenário, a relação *Liveware – Liveware* é potencialmente afetada, significando não somente um afastamento de ambos os componentes no âmbito comunicativo, mas também no âmbito operacional.

4.2 QUESTÃO 2 (Q2): COMO A UTILIZAÇÃO DA MÁSCARA FACIAL AFETA A RELAÇÃO ENTRE HOMEM E MÁQUINA, REPRESENTADA PELA RELAÇÃO *LIVEWARE* E *HARDWARE* NO MODELO SHEL?

A relação *Liveware – Hardware* se preocupa com a interação do ser humano e os componentes físicos do sistema em que se opera, trazendo a necessidade de se adaptar cada vez mais às novas tecnologias, realidades operacionais e inclusive realidades sociais. Dada a natureza psicológica e física humana, esta interrelação ocorre mais no sentido de o *hardware* se adaptar ao *liveware* do que o contrário, sob pena de ocasionar lacunas na segurança operacional. Sob esta óptica, a máscara se torna o próprio *hardware*, que por sua vez, como mencionado, ocasiona efeitos negativos ao *liveware* e como identificado agora, numa visão holística, nas interações do piloto com outros *hardwares*.

Junto a isto, um dos principais fenômenos identificados é o da restrição visual, especificamente naqueles indivíduos que usam óculos (AGARWAL; SHARMA, 2021; BRUNORI, 2020; CHOUDHURY et al., 2020; DANKERT; VIRK, 2021; KAL; YOUNG; ELLMERS, 2020; KAUR; GURNANI, 2021; KISIELINSKI et al., 2021; RAMAMOORTHY, 2020; YOUNG; SMITH; TATHAM, 2020). O embaçamento devido ao fluxo de ar advindo da respiração sendo direcionado às lentes e à posterior formação de gotículas de água pode ser um fator influenciador para a segurança durante o voo, tendo em vista que não só muitos pilotos usam óculos de correção visual, mas também há aqueles que costumam voar com óculos escuros. Como dedução possível para problemas por trás desta condição, cita-se a degradação à capacidade de enxergar do piloto, dificultando sua performance nas rotinas operacionais (ainda que seja de forma temporária e facilmente solucionável – basta uma simples limpeza das lentes

– em situações que demandam alta carga de trabalho, todo tipo de distração constitui-se em perigo para o desempenho seguro da atividade).

Outro complicador da relação *Liveware – Hardware* que foi identificado por este estudo advém das relatadas sensações de tontura (CHOUDHURY et al., 2020; DAVEY et al., 2021; İPEK et al., 2021; KISIELINSKI et al., 2021; LEE et al., 2020; RAPISARDA et al., 2021). Durante o voo, os humanos experimentam acelerações que variam em força e direção, forçando o corpo a identificá-las e a orientar-se espacialmente (RUSSOMANO, 2012). Partindo do ponto em que acidentes já ocorrem por desorientação espacial envolvendo indivíduos completamente saudáveis (GIBB; ERCOLINE; SCHARFF, 2011), a presença de uma influência no sistema vestibular, a ponto de causar tontura, é gravíssima quando posto sob o ponto de vista do piloto e da segurança do avião.

Além disto, de maneira geral, todas as demais consequências fisiológicas advindas do uso prolongado são fatores estressores ao organismo e a mente humana, podendo ocasionar dor, cansaço, fadiga, alterações cognitivas, entre outras diversas manifestações clínicas. Neste sentido, esta relação se mostra potencialmente degradada. Como um *hardware*, a máscara falha em cumprir seu papel na facilitação desta relação.

4.3 QUESTÃO 3 (Q3): COMO A UTILIZAÇÃO DA MÁSCARA FACIAL AFETA A RELAÇÃO ENTRE HOMEM E O SISTEMA, REPRESENTADA PELA RELAÇÃO *LIVEWARE* E *SOFTWARE* NO MODELO SHEL?

Segurança e padronização caminham juntas na aviação. Adicionalmente, tudo que acontece dentro do cockpit precisa ser passível de detecção ou remediação. E de forma irônica, a peça principal deste todo é naturalmente inconstante e imprevisível: o homem. Como interface para que isso ocorra, o *software* faz um dos papéis mais críticos. Face aos efeitos relatados pelo uso extensivo da máscara facial e à tentativa de inserção no ambiente operacional sob o viés da relação *Liveware – Software*, duas questões surgem como passíveis de inferência: o uso do *checklist* na operação e os possíveis treinamentos realizados.

Desde a aviação mais básica até a mais complexa, o *checklist* se faz presente como item vital. Ele descreve os passos a serem seguidos, servindo como companheiro dos pilotos em toda sua jornada de voo e principalmente em todos seus treinamentos. Nesta linha, os *checklists* existentes podem não prever o uso de máscara e, ao levar estas considerações às situações previstas na prática, surge uma variante, que é a própria máscara interferindo sobre o processo de comunicação oral previsto na utilização dos *checklists*.

Sobre os treinamentos realizados e as dificuldades trazidas pelo uso de máscaras, citam-se como exemplo as rotinas previstas em uma despressurização, por meio da utilização da máscara de oxigênio pelos pilotos. Ainda que se considere como um fator complicador durante a situação – a máscara ter que ser retirada antes de se colocar a máscara de oxigênio – esta não se mostrou como situação de grande preocupação por entidades como EASA (2021), *International Air Transport Association* (IATA) (2020) e *International Federation of Air Line Pilots' Associations* (IFALPA) (2020). Através disso, torna-se seguro afirmar que a relação *Liveware – Software* não se mostra relevante pelo uso prolongado da máscara de proteção facial por pilotos, uma vez que já é uma situação efetivamente combatida.

4.4 QUESTÃO 4 (Q4): COMO A UTILIZAÇÃO DA MÁSCARA FACIAL AFETA A RELAÇÃO ENTRE HOMEM E AMBIENTE, REPRESENTADA PELA RELAÇÃO *LIVEWARE* E *ENVIRONMENT* NO MODELO SHEL?

O ambiente perfaz tudo aquilo que está ao redor do homem, influenciando direta e profundamente no seu modo de viver. Dado o modo de funcionamento da máscara facial, que isola e filtra a atmosfera de respiração do usuário, a diminuição das percepções básicas da fisiologia humana, também foram afetadas – e dois foram as mais impactadas: o olfato e a sensação térmica.

No que tange ao olfato, pela falta de trabalhos publicados sobre o tema “máscaras de proteção facial e olfato”, não foi possível mensurar se há diferenças ou não neste sentido do corpo humano. Porém, estudos definem que devido ao fato de as partículas relativas aos odores serem muito menores do que o espaçamento adotado nas fibras do material de uma máscara padrão a passagem destas ocorre, portanto, permitindo a plena sensação de odores ao utilizar a máscara (CARR-LOCKE et al., 2020). Em seu boletim de segurança, a IFALPA (2020) destaca como risco à segurança do voo a diminuição do senso olfativo. Consoante a isso, há dados os quais indicam que de fato ocorre a diminuição na sensibilidade olfativa (CHEN et al., 2020). O piloto deve estar sempre mantendo sua zona de consciência situacional em alto nível, e isso significa que deve estar pronto para identificar divergências de acordo com o que estabelece os padrões. Muitas são as capacidades que demandam a atividade de pilotar um avião, dentre elas o olfato em ótimo estado. Como exemplo prático disso, há as situações em que podem ocorrer fumaça na cabine, sendo um dos primeiros sinais instintivos de reação humana a identificação do cheiro característico da fumaça.

Em outra percepção do corpo humano, a temperatura se mostra um protagonista na relação *Liveware – Environment*, identificando-se nos estudos analisados uma tendência do aumento da temperatura na região facial quando do uso da máscara – provocando extremo desconforto e estresse psicofisiológico (CHOUDHURY et al., 2020; COCA et al., 2017; DAVEY et al., 2021; KISIELINSKI et al., 2021; LEE et al., 2020; LI et al., 2005; RUSKIN et al., 2021). Os efeitos de alta temperatura são extremamente prejudiciais ao piloto, tendo várias consequências sobre o desempenho humano, sendo talvez a mais importante, o impacto negativo às funções cognitivas na realização de tarefas (AZEVEDO; BOFF, 2018; KISIELINSKI et al., 2021).

5 CONCLUSÃO

Ainda que haja diversas ferramentas e tecnologias que auxiliam e até mesmo assumem o papel do piloto no comando do voo em si - dada a capacidade racional e cognitiva orgânica, capaz de identificar e entender nuances, contextos e ideias sublimes -, o componente humano é imprescindível dentro do cockpit. Justamente por esses motivos, que aviva a essencialidade do homem no papel do comando da aeronave, também surgem as preocupações acerca do desempenho humano, o qual se mostra intensamente suscetível a uma infinidade de questões e se apresenta como componente principal dentro do âmbito da segurança do voo.

A pandemia que começou em 2019 trouxe, indiscutivelmente, além dos efeitos trágicos, mudanças profundas na vida cotidiana de praticamente todos os humanos que vivem em sociedade. O uso da máscara se torna uma ação extremamente simbólica e necessária do ponto de vista epidêmico, cabendo assim a profunda análise científica acerca do seu uso por pilotos.

O piloto, aqui descrito como *Liveware*, no centro da operação, atua gerenciando informações, interagindo com pessoas, componentes, sistemas físicos e até com ele mesmo, tornando-se o sistema “piloto” na forma de “ser humano”. A máscara muitas vezes faz o papel de próprios componentes descritos no modelo SHEL, na dualidade de proteger o ser humano, ao mesmo tempo em que posa como ameaça à segurança daquele que comanda um voo. Na relação entre estes dois protagonistas, as consequências ao indivíduo aqui identificadas trouxeram à tona questões ainda pouco exploradas no âmbito da aviação, campo este que serve inclusive de *benchmark* quando o assunto é segurança operacional.

Consoante aos dados obtidos, concluiu-se acerca da suscetibilidade do piloto à possibilidade de ser influenciado pelos efeitos negativos advindos do uso prolongado de máscara de proteção facial, de maneira que as questões levantadas se mostraram pertinentes perante a nova realidade da aviação comercial mundial.

A partir da apreciação dos resultados, como forma de mitigação dos efeitos aqui relatados, fica como sugestão técnico-operacional a retirada da máscara pelos pilotos nas fases críticas do voo, principalmente decolagens e aproximações/pousos – recomendação esta que já está prevista nas orientações trazidas pelos órgãos reguladores. Em que pese a preocupação epidêmica em torno do uso da máscara, é preciso levar em conta que, além da adoção da imunização por vacinas, o perigo por trás dos efeitos relacionados ao uso de máscara se mostra mais preocupante e imediato ao piloto e conseqüentemente a todos aqueles dentro da aeronave.

Com base nas análises realizadas, surgiram questões que fogem ao assunto o qual se propõe e, portanto, não foram contempladas neste artigo, mas que se apresentam como sugestões de possíveis trabalhos futuros, como estudos acerca do tipo de máscara mais adequada ao piloto ou, ainda, sobre qual a importância da capacidade olfativa do piloto para o voo.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, Pawan; SHARMA, D. How to Prevent Fogging of Spectacle Glasses When Wearing a Face Mask. **Indian Journal Of Surgery**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 1-2, 15 jan. 2021. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7810190/>. Acesso em: 10 jun. 2021.
- ALLEN, Mike. **The SAGE Encyclopedia of Communication Research Methods**. 1. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2017.
- AZEVEDO, TS; BOFF, AL. (2018) O Impacto de Ambientes Térmicos Estressores na Capacidade Cognitiva de Pilotos. **Revista Conexão Sipaer**, Vol. 9, No. 1, pp. 9-19. Disponível em: <http://conexaosipaer.com.br/index.php/sipaer/article/view/484/404>. Acesso em: 08 out. 2021.
- BAKHIT, Mina et al. Downsides of face masks and possible mitigation strategies: a systematic review and meta-analysis. **Bmj Open**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 1-12, fev. 2021. BMJ. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7903088/>. Acesso em: 14 jun. 2021.
- BARDIN, Laurence. **ANÁLISE DE CONTEÚDO**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BOBKER, Sarah M.; ROBBINS, Matthew S. Virtual Issue: COVID-19 and headache. **Headache: The Journal of Head and Face Pain**, San Francisco, v. 61, n. 3, p. 412-413, mar 2021. Disponível em: <https://headachejournal.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/head.14085>. Acesso em: 5 abr. 2021.
- BRASIL. LEI Nº 13.979, DE 6 DE FEVEREIRO DE 2020. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/113979.htm. Acesso em: 7 mai. 2021.
- BRUNORI, Andrea. The Danger of “Mask-Related Spectacle Fogging”. **Archives Of Neuroscience**, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 1-2, 8 jul. 2020. Kowsar Medical Institute. Disponível em: <https://sites.kowsarpub.com/ans/articles/105729.html>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- BONGERS, Coen Cwg et al. Infographic. Cooling strategies to attenuate PPE-induced heat strain during the COVID-19 pandemic. **British Journal Of Sports Medicine**, [S.l.], v. 55, n. 1, p. 69-70, 10 jun. 2020. BMJ. Disponível em: <https://bjsm.bmj.com/content/55/1/69>. Acesso em: 20 ago. 2021.

- BROOKS, John T.; BUTLER, Jay C.; REDFIELD, Robert R. Universal Masking to Prevent SARS-CoV-2 Transmission—The Time Is Now. **JAMA**, Atlanta, v. 324, n. 7, p. 635-637, jul./2020. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2768532>. Acesso em: 30 mar. 2021.
- CAMPAGNE, Daniel M. et al. The problem with communication stress from face masks. **Journal Of Affective Disorders Reports**, [S.l.], v. 3, p. 100069, jan. 2021. Elsevier BV. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266691532030069X?via%3Dihub>. Acesso em: 30 mar. 2021.
- CAMPBELL, R. D.; BAGSHAW, M. **Human Performance and Limitations in Aviation**. 3. ed. [S.l.]: Blackwell Science, 2002.
- CARR-LOCKE, David L *et al.* I Smell Smoke—The Must Know Details About the N95. **American Journal Of Gastroenterology**, [S.l.], v. 115, n. 10, p. 1562-1565, 13 ago. 2020. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). Disponível em: https://journals.lww.com/ajg/Citation/2020/10000/I_Smell_Smoke_The_Must_Know_Details_About_the_N95.4.aspx. Acesso em: 16 out. 2021.
- CHAN, Jasper Fuk-Woo *et al.* A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. **The Lancet**, Shenzhen, v. 395, n. 10223, p. 514-523, fev. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673620301549?via%3Dihub>. Acesso em: 18 maio 2021.
- CHEN, Ben et al. Can we assess the sense of smell through a face mask? **International Forum Of Allergy & Rhinology**, [S.l.], v. 10, n. 11, p. 1264-1265, 6 set. 2020. Wiley. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/alr.22682>. Acesso em: 03 set. 2021.
- CHENG, Vincent C. C. *et al.* Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus as an Agent of Emerging and Reemerging Infection. **Clinical Microbiology Reviews**, [S.l.], v. 20, n. 4, p. 660-694, out. 2007. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/CMR.00023-07>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- CHOUDHURY, Arin *et al.* Physiological Effects of N95 FFP and PPE in Healthcare Workers in COVID Intensive Care Unit: a prospective cohort study. **Indian Journal Of Critical Care Medicine**, [S.l.], v. 24, n. 12, p. 1169-1173, dez. 2020. Disponível em: <https://www.ijccm.org/doi/pdf/10.5005/jp-journals-10071-23671>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- COCA, Aitor et al. Physiological Evaluation of Personal Protective Ensembles Recommended for Use in West Africa. **Disaster Medicine And Public Health Preparedness**, [S.l.], v. 11, n. 5, p. 580-586, 20 mar. 2017. Cambridge University Press (CUP). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/dmp.2017.13>. Acesso em: 15 jul. 2021.
- COREY, Ryan M.; JONES, Uriah; SINGER, Andrew C. Acoustic effects of medical, cloth, and transparent face masks on speech signals. **The Journal Of The Acoustical Society Of America**, [S.l.], v. 148, n. 4, p. 2371-2375, out. 2020. Acoustical Society of America (ASA). Disponível em: <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/10.0002279>. Acesso em: 16 mar. 2021.
- CUCINOTTA, Domenico *et al.* WHO Declares COVID-19 a Pandemic. **Acta Biomed**, Parma, v. 91, n. 1, p. 157-160, mar. 2020. Disponível em: <https://www.mattioli1885journals.com/index.php/actabiomedica/article/view/9397>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- CUSICK, Stephen K; CORTÉS, Antonio I; RODRIGUES, Clarence C. **Commercial Aviation Safety**. 5. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2012.
- DAVEY, S.L. *et al.* Heat stress and PPE during COVID-19: impact on healthcare workers' performance, safety and well-being in nhs settings. **Journal Of Hospital Infection**, Coventry, v. 108, p. 185-188, fev. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019567012030551X?via%3Dihub>. Acesso em: 23 maio 2021.
- DANKERT, John F.; VIRK, Mandeep S. Mask-Related Glasses Fogging: a predisposing mechanism of falls during the covid-19 pandemic. **Case Reports In Orthopedics**, [S.l.], v. 2021, p. 1-5, 8 ago. 2021. Hindawi Limited. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34395008/>. Acesso em: 01 out. 2021.
- DHANDAPANI, Manju; JOSE, Sinu; CYRIAC, Maneesha C. Health Problems and Skin Damages Caused by Personal Protective Equipment: experience of frontline nurses caring for critical covid-19 patients in intensive care units. **Indian Journal Of Critical Care Medicine**, Chandigarh, v. 25, n. 2, p. 134-139, 2021. Disponível em: <https://www.ijccm.org/doi/pdf/10.5005/jp-journals-10071-23713>. Acesso em: 01 jun. 2021.
- DUAN, Xiaoqin *et al.* Personal Protective Equipment in COVID-19: impacts on health performance, work-related injuries, and measures for prevention. **Journal Of Occupational & Environmental Medicine**, Alberta, v. 63, n. 3, p. 221-225, 23 dez. 2020. Disponível em: https://journals.lww.com/joem/Fulltext/2021/03000/Personal_Protective_Equipment_in_COVID_19_Impacts.5.aspx. Acesso em: 05 abr. 2021.
- EASA. **COVID-19 Aviation Health Safety Protocol**. [S.l.]. 2021. Disponível em: <https://www.easa.europa.eu/document-library/general-publications/covid-19-aviation-health-safety-protocol#group-easa-downloads>. Acesso em: 054 ago. 2021
- EDWARDS, Elwyn. (1972) Man and Machine: Systems for Safety. **Proceedings of British Airline Pilots Association Technical Symposium**, British Airline Pilots Association, London, 21-36.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **HUMAN FACTORS POLICY**. [S.l.]. 1993. Disponível em: <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Order/9550.8.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2021.

- FIGURELLA, Maria Luisa et al. Voice Differences When Wearing and Not Wearing a Surgical Mask. **Journal Of Voice**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 1-6, mar. 2021. Elsevier BV. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892199721000709?via%3Dihub>. Acesso em: 04 ago. 2021.
- GIBB, Randy; ERCOLINE, Bill; SCHARFF, Lauren. Spatial Disorientation: decades of pilot fatalities. **Aviation, Space, And Environmental Medicine**, [S.l.], v. 82, n. 7, p. 717-724, 1 jul. 2011. Aerospace Medical Association. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3357/asem.3048.2011>. Acesso em: 30 ago. 2021.
- GIVEN, Lisa M. **The SAGE Encyclopedia of Qualitative Research Methods**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2008.
- GREEN, Roger G *et al.* **Human Factors for Pilots**. 2. ed. Londres: Routledge, 1996.
- HAN, Hye Sung *et al.* Changes in skin characteristics after using respiratory protective equipment (medical masks and respirators) in the COVID-19 pandemic among healthcare workers. **Contact Dermatitis**. Seoul, p. 1-8. abr. 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cod.13855>. Acesso em: 04 jun. 2021.
- HARRIS, Don. **Human Performance on the Flight Deck**. Londres: CRC Press, 2016
- HAWKINS, Frank H. **Human Factors in Flight**. Londres: Routledge, 2000.
- HELMREICH, Robert L; FOUSHEE, H Clayton. Why CRM? Empirical and Theoretical Bases of Human Factors Training. In: KANKI, Barbara G; HELMREICH, Robert L; ANCA, José. **Crew Resource Management**. [S.l.]: Academic Press, 2010. p. 3-57.
- HOWARD, Jeremy *et al.* An evidence review of face masks against COVID-19. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.l.], v. 118, n. 4, p. 1-12, 11 jan. 2021. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/118/4/e2014564118>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- IATA. **Guidance for Cabin Operations During and Post Pandemic**. [S.l.] 2020. Disponível em: <https://www.iata.org/contentassets/df216feeb8bb4d52a3e16befe9671033/iata-guidance-cabin-operations-during-post-pandemic.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2021.
- ICAO. **Doc 9859 Safety Management Manual (SMM)**. [S.l.] 2017. Disponível em: https://www.aex.ru/imgupl/files/ICAO%20Doc%209859%20-%20SMM_Edition%204%20-%20Peer%20Review.pdf. Acesso em: 29 set. 2021.
- ICAO. **Doc 10151 Manual on Human Performance (HP) for Regulators**. [S.l.] 2021. Disponível em: <https://www.icao.int/safety/OPS/OPS-Section/Documents/Advance-unedited.Doc.10151.alltext.en.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2021.
- IFALPA. **Use of Masks in the Cockpit**. Safety Bulletin. [S.l.] 2020. Disponível em: <https://www.ifalpa.org/publications/library/use-of-masks-in-the-cockpit--3401>. Acesso em: 04 ago. 2021.
- İPEK, Sevcan *et al.* Is N95 face mask linked to dizziness and headache? **International Archives Of Occupational And Environmental Health**. [S.l.], p. 1-10. mar. 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00420-021-01665-3>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- KAL, Elmar C; YOUNG, William R; ELLMERS, Toby J. Face masks, vision, and risk of falls. **Bmj**, [S.l.], p. 1-2, 28 out. 2020. BMJ. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/371/bmj.m4133>. Acesso em: 27 jul. 2021.
- KAUR, Kirandeep; GURNANI, Bharat. Contemporary measures to combat mask-induced fogging during the COVID-19 pandemic. **Indian Journal Of Ophthalmology**, [S.l.], v. 69, n. 7, p. 1964, 2021. Medknow. Disponível em: http://dx.doi.org/10.4103/ijo.ijo_818_21. Acesso em: 08 set. 2021.
- KISIELINSKI, Kai *et al.* Is a Mask That Covers the Mouth and Nose Free from Undesirable Side Effects in Everyday Use and Free of Potential Hazards? **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.l.], v. 18, n. 8, p. 4344, 20 abr. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/8/4344>. Acesso em: 04 jun. 2021.
- KRAJEWSKI, Piotr K. *et al.* Increased Prevalence of Face Mask—Induced Itch in Health Care Workers. **Biology**, [S.l.], v. 9, n. 12, p. 451, 7 dez. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-7737/9/12/451>. Acesso em: 04 jun. 2021.
- LAST, John M. **A Dictionary of Epidemiology**: fourth edition. 4. ed. New York: Oxford University Press, 2001.
- LAUXMANN, Martin Alexander; SANTUCCI, Natalia Estefanía; AUTRÁN-GÓMEZ, Ana María. The SARS-CoV-2 Coronavirus and the COVID-19 Outbreak. **International Braz J Urol**, [S.l.], v. 46, n. 1, p. 6-18, jul. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ibju/a/y mkTGVgBVd3ZhQLdVgMVQsQ/?lang=en>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- LAVRAKAS, Paul J (ed.). **Encyclopedia of Survey Research Methods**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2008.
- LEE, Jimmy *et al.* Heat Stress and Thermal Perception amongst Healthcare Workers during the COVID-19 Pandemic in India and Singapore. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.l.], v. 17, n. 21, p. 1-12, 3 nov. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/21/8100>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- LI, Y. *et al.* Effects of wearing N95 and surgical facemasks on heart rate, thermal stress and subjective sensations. **International Archives Of Occupational And Environmental Health**, [S.l.], v. 78, n. 6, p. 501-509, 26 maio 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00420-004-0584-4>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- LUZE, Hanna et al. Personal protective equipment in the COVID-19 pandemic and the use of cooling-wear as alleviator of thermal stress. **Wiener Klinische Wochenschrift**, [S.L.], v. 133, n. 7-8, p. 312-320, 10 dez. 2020. Springer Science and

- Business Media LLC. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00508-020-01775-x>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- LYNTERIS, Christos. Plague Masks: the visual emergence of anti-epidemic personal protection equipment. **Medical Anthropology**, [S.l.], v. 37, n. 6, p. 442-457, 18 ago. 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01459740.2017.1423072>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- MARTINUSSEN, Monica; HUNTER, David R. **Aviation Psychology and Human Factors**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2018.
- MEYEROWITZ, Eric A. *et al.* Transmission of SARS-CoV-2: a review of viral, host, and environmental factors. **Annals Of Internal Medicine**, [S.l.], v. 174, n. 1, p. 69-79, jan. 2021. Disponível em: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/M20-5008>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- MHEIDL, Nour *et al.* Effect of Face Masks on Interpersonal Communication During the COVID-19 Pandemic. **Frontiers In Public Health**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 1-6, 9 dez. 2020. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2020.582191>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2020.582191/full>. Acesso em: 06 jun. 2021.
- MUZZI, Enrico *et al.* Short report on the effects of SARS-CoV-2 face protective equipment on verbal communication. **European Archives Of Oto-Rhino-Laryngology**. [S.l.], p. 1-6. jan. 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00405-020-06535-1>. Acesso em: 04 jun. 2021.
- NEVID, Jeffrey S. **Essential of Psychology: concept and applications**. Boston: Cengage Learning, 2018.
- NGUYEN, Duy Duong *et al.* Acoustic voice characteristics with and without wearing a facemask. **Scientific Reports**, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 1-12, 11 mar. 2021. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-85130-8>. Acesso em: 05 ago. 2021.
- O'HARE, David. **Flightdeck performance: the human factor**. Ames: Iowa State University, 1994.
- ONG, Jonathan J.y. *et al.* Headaches Associated With Personal Protective Equipment – A Cross-Sectional Study Among Frontline Healthcare Workers During COVID-19. **Headache: The Journal of Head and Face Pain**, [S.l.], v. 60, n. 5, p. 864-877, 12 abr. 2020. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/head.13811>. Acesso em: 10 jun. 2021.
- ORAN, Daniel P.; TOPOL, Eric J. Prevalence of Asymptomatic SARS-CoV-2 Infection. **Annals Of Internal Medicine**, La Jolla, v. 173, n. 5, p. 362-367, 1 set. 2020. Disponível em: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/M20-3012>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- PÖRSCHMANN, Christoph; LÜBECK, Tim; AREND, Johannes M. Impact of face masks on voice radiation. **The Journal Of The Acoustical Society Of America**, [S.l.], v. 148, n. 6, p. 3663-3670, dez. 2020. Acoustical Society of America (ASA). Disponível em: <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/10.0002853>. Acesso em: 03 out. 2021.
- RAMAMOORTHY, Karthikganesh. Anti-fogging techniques as part of personal protective equipment (PPE). **Indian Journal Of Anaesthesia**, [S.l.], v. 64, n. 12, p. 1085, 2020. Medknow. Disponível em: http://dx.doi.org/10.4103/ija.ija_687_20. Acesso em: 13 ago. 2021.
- RAPISARDA, Laura *et al.* Facemask headache: a new nosographic entity among healthcare providers in covid-19 era. **Neurological Sciences**, [S.l.], v. 42, n. 4, p. 1-10, 27 jan. 2021. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10072-021-05075-8>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- REASON, J. Understanding adverse events: human factors. **Quality And Safety In Health Care**, Manchester, v. 4, n. 2, p. 80-89, 1 jun. 1995. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10151618/>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- REBMANN, Terri; CARRICO, Ruth; WANG, Jing. Physiologic and other effects and compliance with long-term respirator use among medical intensive care unit nurses. **American Journal Of Infection Control**, [S.l.], v. 41, n. 12, p. 1218-1223, dez. 2013. Elsevier BV. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196655313005920?via%3Dihub>. Acesso em: 11 jun. 2021.
- RIDLEY, Diana. **The Literature Review: a step-by-step guide for students**. 2. ed. Londres: SAGE Publications, 2012.
- ROUND, Matthew; ISHERWOOD, Peter. Speech intelligibility in respiratory protective equipment - Implications for verbal communication in critical care. **Trends In Anaesthesia And Critical Care**, [S.l.], v. 36, p. 23-29, fev. 2021. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tacc.2020.08.006>. Acesso em: 07 ago. 2021.
- RUSKIN, Keith J. *et al.* COVID-19, Personal Protective Equipment, and Human Performance. **Anesthesiology**, [S.l.], v. 134, n. 4, p. 518-525, 6 jan. 2021. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/aln.0000000000003684>. Disponível em: <https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article/134/4/518/115063/COVID-19-Personal-Protective-Equipment-and-Human>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- RUSSOMANO, Thaís. **Fisiologia aeroespacial: conhecimentos essenciais para voar com segurança**. Porto Alegre: Edipucrs, 2012.
- SAUNDERS, Gabrielle H; JACKSON, Iain R; VISRAM, Anisa S. Impacts of face coverings on communication: an indirect impact of covid-19. **International Journal Of Audiology**. Manchester, p. 1-12. nov. 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14992027.2020.1851401>. Acesso em: 05 abr. 2021.

- SCHEID, Jennifer L. et al. Commentary: physiological and psychological impact of face mask usage during the covid-19 pandemic. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.l.], v. 17, n. 18, p. 6655, 12 set. 2020. MDPI AG. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/18/6655>. Acesso em: 29 mar. 2021.
- SHUBHANSHU, Kumar; SINGH, Avaneesh. Prolonged Use of n95 Mask a Boon or Bane to Healthcare Workers During Covid-19 Pandemic. **Indian Journal Of Otolaryngology And Head & Neck Surgery**. [S.l.], p. 1-4. jan. 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12070-021-02396-0>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- STRASSER, Bruno J; SCHLICH, Thomas. A history of the medical mask and the rise of throwaway culture. **The Lancet**, [S.l.], v. 396, n. 10243, p. 19-20, jul. 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673620312071>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- TANG, Jieying et al. Risk factors for facial pressure sore of healthcare workers during the outbreak of COVID -19. **International Wound Journal**, [S.l.], v. 17, n. 6, p. 2028-2030, 27 jun. 2020. Wiley. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iwj.13434>. Acesso em: 09 abr. 2021.
- TECHASATIAN, Leelawadee *et al.* The Effects of the Face Mask on the Skin Underneath: a prospective survey during the covid-19 pandemic. **Journal Of Primary Care & Community Health**. [S.l.], p. 1-7. Janeiro-dezembro 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33084483/>. Acesso em: 04 jun. 2021.
- VIDULICH, Michael A. TSANG, Pamela S. (ed.). **Advances in Aviation Psychology: Improving Aviation Performance through Applying Engineering Psychology**. V. 3. Boca Raton: CRC Press, 2019.
- VERMA, Siddhartha; DHANAK, Manhar; FRANKENFIELD, John. Visualizing the effectiveness of face masks in obstructing respiratory jets. **Physics Of Fluids**, [S.l.], v. 32, n. 6, p. 1-8, 1 jun. 2020. Disponível em: <https://aip.scitation.org/doi/10.1063/5.0016018>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- WANG, Yu *et al.* Reduction of secondary transmission of SARS-CoV-2 in households by face mask use, disinfection and social distancing: a cohort study in beijing, china. **Bmj Global Health**, [S.l.], v. 5, n. 5, p. 1-9, maio 2020. Disponível em: <https://gh.bmj.com/content/5/5/e002794>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- WICKENS, Christopher D. Aviation psychology. In: BÄCKMAN, Lars; HOFSTEN, Claes V. (ed.). **Psychology At The Turn Of The Millennium**. Hove: Psychology Press, 2002. p. 516-541.
- WISE, John A; HOPKIN, V. David; GARLAND, Daniel J. **Handbook of Aviation Human Factors**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2010.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Mask use in the context of COVID-19: interim guidance, 1 December 2020**. 2020a. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/337199>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Novel Coronavirus – China**. 2020b. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-new/item/2020-DON233>. Acesso em: 03 maio 2021.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard**. 2021. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 31 out. 2021.
- WU, Zunyou; MCGOOGAN, Jennifer M. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China. **Jama**, Beijing, v. 323, n. 13, p. 1239-1242, 7 abr. 2020. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2762130>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- YANG, Yongshi *et al.* The deadly coronaviruses: the 2003 sars pandemic and the 2020 novel coronavirus epidemic in china. **Journal Of Autoimmunity**, [S.l.], v. 109, p. 1-16, maio 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0896841120300470?via%3Dihub>. Acesso em: 03 jun. 2021.
- YOUNG, Su Ling; SMITH, Margaret L.; TATHAM, Andrew J. Visual Field Artifacts From Face Mask Use. **Journal Of Glaucoma**, [S.l.], v. 29, n. 10, p. 989-991, 14 jul. 2020. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1097/ijg.0000000000001605>. Acesso em: 15 ago. 2021.