

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA

Tatiana Lícia da Silva Rangel

**Os impactos na tripulação de voo com a implantação
do sistema de gravação de imagem aerotransportados
(*Airborne Image Recorder System* – AIRs) na cabine de
comando.**

**São Paulo
2020**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Instituto de Psicologia

Tatiana Lícia da Silva Rangel

**Os impactos na tripulação de voo com a implantação
do sistema de gravação de imagem aerotransportados
(*Airborne Image Recorder System – AIRs*) na cabine de
comando.**

Projeto de Pesquisa do Mestrado em
Psicologia Experimental em 2020 pelo
Instituto de Psicologia da Universidade
de São Paulo

Linha de Pesquisa: Sensação, Percepção
e Cognição

Orientador: Marcelo Fernandes da Costa

São Paulo
2022

Ficha catalográfica

RANGEL, Tatiana Lícia da Silva. Os impactos na tripulação de voo com a implantação do sistema de gravação de imagem aerotransportados (*Airborne Image Recorder System – AIRs*) na cabine de comando. 2022. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Aprovada em:

Banca Examinadora

Profa. Dra.

Instituição:

Julgamento

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Norma e Rogério pelo incentivo e apoio permanente a vida acadêmica e amor.

Ao meu irmão Rogério pelo estímulo e

Às minhas amigas Lilian Moraes, Dâmares Teixeira, Aline Alencastro pelo incentivo e intensa colaboração.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Livre-Docente Dr. Marcelo Fernandes da Costa, que desde o início soube dos desafios da temática e me acolheu, orientando na superação dos desafios durante a trajetória da pesquisa e compartilhou de forma

À Profa. Dra. Raphaela Carvalho Machado, da UNESP, pelo incentivo e apoio constantes.

RESUMO

RANGEL, Tatiana Lícia da Silva. Os impactos na tripulação de voo com a implantação do sistema de gravação de imagem aerotransportados (Airborne Image Recorder System – AIRs) na cabine de comando. 2022. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Os recursos tecnológicos utilizados na aviação são amplamente utilizados nesse processo de investigação de ocorrências. No entanto, apresentam limitações técnico-operacionais, principalmente no que diz respeito à reprodução confiável das informações que a tripulação de voo realmente possui. Apesar de reconhecer que os erros humanos são relevantes para os eventos aeronáuticos, as condições latentes que induzem as falhas humanas não foram completamente exploradas. A proposta de implantação do Airborne Image Recording System (AIRs) surgiu para superar esses limites técnicos apresentados por outras tecnologias. Assim, este projeto teve como objetivo verificar se a implantação de AIRs no cockpit de aeronaves comerciais acarreta impactos na percepção, comportamento e desempenho do piloto durante o voo. Este estudo foi realizado com 10 pilotos comerciais, homens e mulheres, em um centro de treinamento em simulador de voo disponível em uma companhia aérea. Nesse ambiente simulado, o piloto controla uma aeronave em uma cabine idêntica à real, com uma experiência próxima à realidade dos voos. Utilizou-se o método da psicofísica em um paradigma da Teoria da Detecção de Sinais, em que os critérios de discriminabilidade e resposta dos participantes foram medidos de forma independente.

Palavras-chave: Psicofísica, Fatores Humanos, Desempenho humano, pilotos, AIRs e segurança.

ABSTRACT

RANGEL, Tatiana Lícia da Silva. Os impactos na tripulação de voo com a implantação do sistema de gravação de imagem aerotransportados (Airborne Image Recorder System – AIRs) na cabine de comando. 2022. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

The technological resources used in aviation are widely used in such occurrence investigations process. However, they present technical-operational limitations, mainly regarding the reliable reproduction of the information that the flight crew really has.

Despite acknowledging that human errors are relevant to aeronautical events, latent conditions that induce human failures have not been thoroughly explored.

The implantation proposal of the Airborne Image Recording System (AIRs) arose to overcome these technical limits presented by other technologies. Thus, this project aimed to verify if the implantation of AIRs in the cockpit of commercial aircraft leads to impacts on the pilot's perception, behavior, and performance during flight.

This study was carried out with 10 commercial pilots, male and female, in a flight simulator-training center available at an airline company. In this simulated environment, the pilot controls an aircraft in a cabin identical to the real one, with an experience close to the reality of flights.

We used the method of psychophysics in a paradigm of Signal Detection Theory, in which the discriminability and response criteria of the participants were independently measured.

Keywords: Psychophysics, Human Factors, Human performance, pilots, AIRs and safety.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - AIRs no *Cockpit*

Figura 2 - Panorama Estatísticos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Brasileira

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critério

Tabela 2 - Discriminabilidade

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIRS – Airborne Image Recorde System
CEP/CONEP – Comitê de Ética em Pesquisa
CENIPA – Centro de Prevenção e Investigação de Acidentes Aeronáuticos
CRM – Crew Resource Management
CVR – Cockpit Voice Recorders
FDR – Flight Data Record
ICAO - International Civil Aviation Organization
TDS – Teoria da Detecção de Sinais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E JUSTIFICATIVA	17
3 OBJETIVO	22
3.1 OBJETIVO PRIMÁRIO.....	
3.2 OBJETIVO SECUNDÁRIO.....	
4 MÉTODOLOGIA	22
4.1 MEDIDA PSICOFÍSICA	22
4.2 ÁREA DE ESTUDO	25
4.3 PARTICIPANTES.....	26
5 RISCOS E BENEFÍCIOS	27
6 COLETA DOS DADOS	27
7 PROCEDIMENTO	28
8 ANÁLISE DOS DADOS	30
9 RESULTADOS	30
10 CONCLUSÃO	30

1. INTRODUÇÃO

A aviação conta atualmente com recursos tecnológicos orientados ao registro de dados de voo, quais sejam os gravadores de voz (*Cockpit Voice Recorders – CVR*) e os gravadores de dados (*Flight Data Recorders – FDR*), sendo essas tecnologias já amplamente utilizadas no processo de investigação de ocorrências aeronáuticas.

No entanto, nem sempre as ferramentas de gravação de voz e dados guardam a fidedignidade suficiente e necessária ao esclarecimento dos fatores contribuintes às ocorrências aeronáuticas. Tais ferramentas possuem limitações técnicos-operacionais, sobretudo quanto à sua capacidade de reprodução fiel, das informações que são realmente exibidas à tripulação de voo.

A *International Civil Aviation Organization (ICAO)* possui uma proposta de instalação do sistema de gravação de imagem aerotransportados na cabine de comando (*Airborne Image Recorder System – AIRs*) em aeronaves certificadas.

O gravador de imagens aerotransportado(AIR) e o sistema de gravação de imagens aerotransportado (AIRS), capturam a área total da cabine de comando

(*cockpit*) gravando a interface entre a tripulação de voo e a máquina. Esse sistema realiza gravações de operações nos interruptores (*switches*) e seletores além das informações exibidas para a tripulação de voo.



Figura 1: AIR no *Cockpit*.

Essas gravações incluem os interruptores (*switches*) e seletores que possam interferir na operação e na navegação da aeronave e incluem informações dos visores, das telas de monitoramento do sistema da aeronave, dos displays de indicação do motor, dentre outras.

Compreende-se que a proposta de instalação de câmeras de registro de imagem da cabine de comando surgiu como uma possível resposta à necessidade de superação dos limites técnicos-operacionais apresentados pelos CVR e FDR, sendo uma alternativa para o fornecimento de dados complementares aos referidos gravadores de dados de voo. Essas câmeras, que, em tese, recuperariam apenas imagens de braços e mãos dos pilotos, representariam a prova fiel das ações e reações físicas executadas pelos pilotos em cabine e suas interações com botões e switches nos painéis de instrumentos. Além disso, possibilitariam a verificação das condições de funcionalidade e operacionalidade desses seletores. (ICAO, 2016).

A um primeiro olhar, essa proposta apresenta uma importante ferramenta para auxiliar ao processo de investigação de acidentes aeronáuticos, porém é preciso precaução quando nos referimos a desempenho humano e impactos na segurança operacional.

Analisado isoladamente, a captação de imagens do *cockpit* ofereceria a possibilidade do resgate, do cenário real de operação dos pilotos em cabine. Além da gravação dos diálogos e dos dados, seriam captadas as ações e as reações motoras dos pilotos (movimentos de braços e mãos), bem como as condições operacionais a que estariam expostos, permitindo a captação das preocupações das autênticas ações em voo. Com a captação da execução de uma tarefa prescrita, a recuperação das imagens do *cockpit* possibilitariam a observação de parte da dinâmica da atividade real de trabalho do piloto.

As condições latentes são condições são falhas incorporadas no sistema, que influenciam as falhas humanas, ainda têm sido pouco exploradas, o que pode ser visto quando avaliamos o panorama estatísticos no atual cenário de investigação de ocorrências aeronáuticas da aviação brasileira (CENIPA, 2019), conforme mostrado na Figura 2.

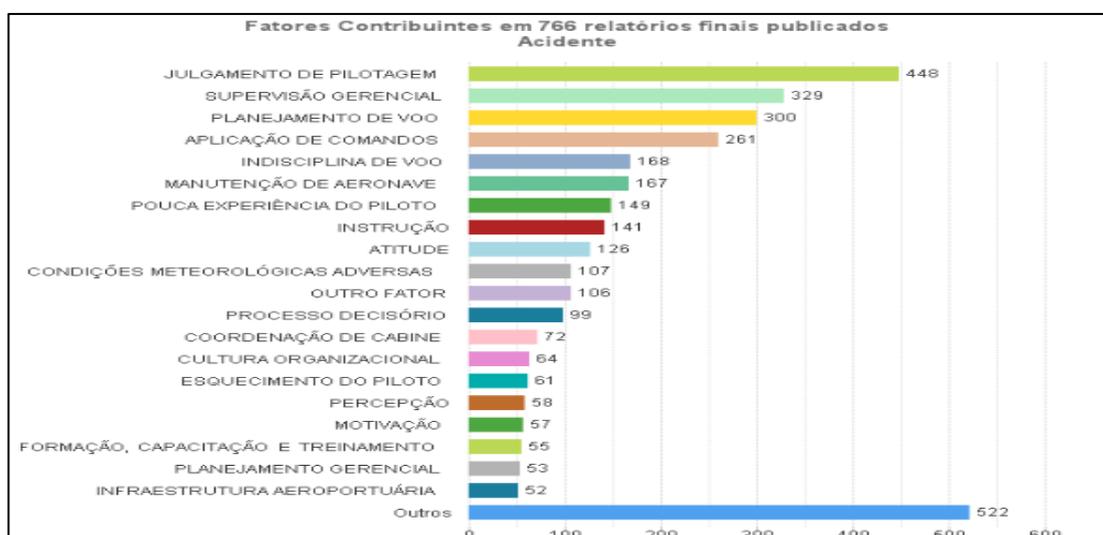


Figura 1: Incidência dos fatores contribuintes em acidentes nos últimos 10 anos.

Observa-se que os aspectos individuais se destacam como principais fatores contribuintes nas ocorrências investigadas no referido período. Apesar do reconhecimento de que erros e falhas humanas cometidas apresentam relevante contribuição para a produção de acidentes, deve-se avaliar que incide sobre o profissional a última possibilidade de gerenciamento de uma situação crítica, que tem suas origens em outras falhas do sistema.

Apesar do atual período histórico em que o confronto científico, teórico e conceitual tem sido considerado insuficiente para o convencimento e a conjectura de mudanças no mundo do trabalho (Vilela et al., 2012), não se pode furtar a apresentação de importantes evidências empíricas encontradas na literatura, que convoca os importantes personagens desse contexto a uma reflexão profissional acerca do tema.

Os conceitos de tarefa e atividade sustentam diferenças entre si. Diferente da pura análise da tarefa prescrita, a atividade diz respeito à “forma como o trabalho acontece de fato, como se dá a realização do objetivo proposto, com os meios disponíveis e nas condições dadas” (Oliveira, 2011).

De acordo com os pressupostos da Ergonomia da Atividade (Guérin et al., 2001; Ombredane & Faverge, 1955), com seus arcabouços teóricos e metodológicos da investigação de acidentes aeronáuticos no âmbito dos fatores humanos, permite a verificação das estratégias de mediação e adaptação dos pilotos às condições reais do trabalho, de forma a garantir a eficácia do procedimento operacional aplicado. Permitindo, por exemplo, investigar como ocorreu a sequência de ações em voo pelos pilotos, quando do gerenciamento de uma determinada emergência.

Essa análise é importante na medida em que, na presença de diferentes ameaças, o piloto é forçado a escolher entre modalidades de execução de determinada tarefa, entre formas de se relacionar com o ambiente e com os demais, estruturando temporalmente seu trabalho. Sem dúvida, essa dinâmica repercutiria no treinamento de CRM em cabine e nas habilidades técnicas e não-técnicas dos pilotos para o gerenciamento dos riscos e da condição anormal apresentada.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E JUSTIFICATIVA

Um olhar circunstanciado sobre a proposta da instalação das câmeras de gravação de imagens no *cockpit* provoca constatações também no âmbito dos fatores humanos, devendo-se dar importância a algumas considerações científicas atuais que dialogam com a perspectiva do tema em tela, analisando-as e problematizando sob o ponto de vista dos possíveis impactos no desempenho dos pilotos em cabine com a instalação das câmeras de gravação de imagens aerotransportadas.

A presença de câmeras para registro de imagens do profissional em situação de trabalho, ainda que estas recuperem apenas parte do corpo desse profissional, simboliza tecnicamente uma forma de monitoramento e vigilância do contexto de trabalho. Em estudos relacionados à vigilância no contexto de trabalho, os efeitos desse monitoramento nas atitudes relacionadas ao trabalho ainda são pouco enfocados.

No contexto da aviação, seria razoável supor o aparecimento de argumentos que defendessem a inclusão das câmeras como apenas mais uma ferramenta de monitoramento, visto que a cabine de comando já se configura como um ambiente monitorado pelo CVR e FDR.

Ressalta-se que o processo evolutivo da aviação tem sido marcado pela inserção de recursos tecnológicos que visam melhorar o desempenho das aeronaves e elevar o nível de segurança das operações. Essas mudanças têm sido bem aceitas pela comunidade aeronáutica. Tal aceitação e a familiaridade desses profissionais com recursos tecnológicos que permitem o monitoramento dos parâmetros da aeronave e de alguns resultados das ações da tripulação pode ser considerado um aspecto facilitador para a adaptação às câmeras em cabine. Ainda é incerto se a aceitação geral da tecnologia pode favorecer a tolerância à vigilância (Deranek, Richards, Tworoger, & Schmidt, 2015).

Contudo, aspectos culturais podem influenciar essa questão. Níveis mais elevados de tolerância à vigilância podem resultar da familiaridade das pessoas com a exposição em uma chamada “era da televisão”, na qual assistir e ser assistido pode ser considerado a norma. Essa aceitação pode ser especialmente válida para gerações mais novas, cujas pessoas estão habituadas a manter a conectividade e interação com pares por meio de mídias sociais (Meyrowitz’s citado por Deranek, Richards, Tworoger, & Schmidt, 2015).

Ainda assim, essa questão não é tão simples. Quando as condições de monitoramento envolvem câmeras de vídeo para captação das imagens do profissional e, portanto, condiciona a exposição de sua identidade por meio de prova visual, coloca-se em jogo reflexões de natureza ética, relacionadas ao direito à privacidade e à violação dos princípios à intimidade (Silva & Oliveira, 2007). Vale aqui ressaltar, mais uma vez, que o fato de as provas visuais exibirem apenas parte do corpo do profissional, guardando sua identidade facial, não interfere na crença individual de que, nessas circunstâncias, ocorre a exposição [imprópria] de sua imagem.

Somado a isso, no contexto corrente onde a recuperação das imagens seriam utilizadas para a investigação de acidentes aeronáuticos, para a desconfiança sobre a dimensão de culpabilidade que poderia ser erroneamente associada às imagens, frente ao cometimento de um erro humano. Essa apreensão resulta do fato de que a imagem se restringe à exibição do personagem último que atua na trajetória do acidente, revelando-se por meio da falha ativa, ou, em outras palavras, por meio do erro humano.

Entretanto, esse acesso aos dados registrados pelo dispositivo em questão também podem ofertar uma dimensão positiva da ferramenta. À medida que as imagens recuperadas sugerem um caráter comprobatório em relação ao comportamento emitido e a imagem gravada, a câmera pode viabilizar, ao contrário do caráter punitivo, uma proteção ao profissional. Em circunstância em que haja dúvidas quanto à sua atuação, o uso dessa ferramenta poderá ser um diferencial em favor do profissional.

Nesse sentido, para o piloto, a câmera de vídeo significa muito mais do que a simples adição de uma ferramenta de monitoramento do voo. Ao contrário, por meio da exposição a câmeras para registro de imagens da cabine de comando, o conceito de monitoramento ganha novo significado e, portanto, a presença dela emite mensagens que vão interferir no seu comportamento e no seu desempenho em voo.

Pesquisadores do Laboratório de Neurobiologia da Cognição da Aix-Marseille Université, na França, publicaram pesquisa associada à performance individual quando sob mecanismos de monitoramento (Belletier et al., 2015).

O estudo apresentou evidências de que os efeitos do monitoramento da performance do indivíduo pode reduzir a sua capacidade de atenção. A existência de um instrumento de observação da performance gera a expectativa de

reprodução de ações artificiais, levando indivíduos a exibirem uma performance abaixo de suas potenciais habilidades.

Na Austrália, pesquisadores da Monash University e University of Tasmania (Holland, Cooper &, Hecker, 2014) também examinaram o impacto das práticas de monitoramento e vigilância dos trabalhadores no ambiente de trabalho, enfocando os níveis de confiança organizacional com relação aos empregadores. Tal ponto é sensível na medida em que a confiança no gerenciamento ao qual o profissional se submete é a base para a qualidade das relações estabelecidas, cooperação e estabilidade no contexto de trabalho.

A referida pesquisa concluiu que as práticas de monitoramento e vigilância impactam nas relações de trabalho. Segundo os autores, a confiança pode ser definida como uma crença de que uma parte da relação não irá explorar as vulnerabilidades do outro. Nesse caso, o monitoramento constante refletiria uma desconfiança de como as pessoas estão agindo e o que elas estão fazendo em sua situação de trabalho.

A pesquisa apontou que, embora equipamentos de monitoramento e vigilância permitam à organização identificar padrões laborais, de comunicação e de movimentos e ações no posto de trabalho, o alcance dessas ações de monitoramento pode afetar o equilíbrio da confiança depositada pelo profissional em sua organização.

Esse efeito pode ser potencializado pelo fato de as técnicas de monitoramento eletrônico apresentarem um caráter impessoal, o qual pode transmitir ao profissional a mensagem de que o emprego desse recurso está relacionado a uma falta de confiança, por parte da organização, sobre seu desempenho.

Embora o monitoramento eletrônico possa ser considerado uma versão moderna do papel de gerenciamento antes executado por supervisores, a imposição de múltiplas camadas de tecnologia pode gerar tensão e estresse na relação entre a organização e seus profissionais. Esse cenário promove uma degradação no nível de autonomia por parte do profissional (Holland, Cooper, & Hecker, 2014).

Além disso, a pesquisa citada também indicou que o impacto das práticas de monitoramento pode variar conforme a natureza da atividade exercida. Em atividades manuais, o aumento da vigilância esteve correlacionado a indicadores negativos de confiança. Nesse caso, tendo em vista que as câmeras instaladas na cabine de comando captariam as ações manuais dos pilotos na sua interação com botões e switches do painel, overhead painel e outros equipamentos em cabine, seria lógico supor, à luz dos achados da citada pesquisa, que a confiança dos pilotos em relação à organização à qual pertencem estaria ameaçada.

Possíveis consequências dessa desconfiança poderiam refletir em desmotivação para o trabalho; falta de autonomia; rigidez excessiva na realização das ações em voo; e a preocupação extremada com a filmagem, desviando o foco das atividades necessárias em voo. Em última instância, numa condição de emergência real, a preocupação para não cometer erros por estar sendo filmado poderia significar uma condição de estresse adicional, interferindo na concentração da tripulação para a resolução do problema.

Ao se implantar uma câmera para registro das imagens das ações dos pilotos em voo, acrescenta-se um fator com potencial de reduzir a margem de manobra desses profissionais, podendo assim, impactar na percepção de autonomia dos pilotos.

A possibilidade do erro é inerente à condição humana, contudo para o piloto, a extensão da possibilidade de culpabilização ocasionada pela recuperação de sua imagem, suscita a ansiedade com a possibilidade de interpretações equivocadas de suas ações em voo, impedindo assim, uma postura autônoma e gerando um custo afetivo (Ferreira, 2012) capazes de impactar no desempenho do piloto em voo.

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo primário:

Analisou-se sob a ótica dos impactos na percepção, comportamentos e no desempenho do piloto em voo, a implantação do sistema de gravação de imagens aerotransportadas no *cockpit* das aeronaves, questionando a possibilidade do surgimento de ameaça à percepção de autonomia e margem de manobra do piloto.

3.2 Objetivo secundário:

Foi analisado se tal realidade (sistema de gravação de imagens no *cockpit* das aeronaves - AIRs) exporia a um rígido contexto de operação devido a sensação de vigilância e ao medo do erro com o potencial de interferir nos padrões de resposta cognitiva e psicomotora do piloto em voo e desta forma impactar na segurança de voo.

4. METODOLOGIA

4.1 MEDIDA PSICOFÍSICA

A psicofísica é a ciência da percepção sensorial humana. É o estudo da relação entre estímulos e sensações e percepções evocadas por esses estímulos, investigando quantitativamente o quanto de um estímulo podemos detectar e como detectamos as diferenças entre estímulos no ambiente.

A psicofísica tem se preocupado tradicionalmente com a investigação das relações entre as sensações no campo psicológico e os estímulos no domínio físico, abrangendo quatro problemas perceptuais gerais: detecção, discriminação, reconhecimento e escalonamento.

Os dois primeiros problemas, detecção e discriminabilidade, envolvem a medição dos limiares sensoriais, ou dos limites perceptuais dos órgãos dos sentidos humanos. A detecção é o problema de determinar se um sinal ou estímulo está presente ou não, e se está relacionado com a sensibilidade absoluta dos sistemas sensoriais, o limiar absoluto de detecção é a intensidade de um estímulo que é perceptível por um observador. Discriminabilidade é o problema de decidir se dois estímulos são idênticos ou não.

A Teoria de Detecção de Sinais (TDS) utiliza como base a discriminabilidade sensorial considerando a variabilidade nas respostas em medidas psicofísicas, assim, a TDS procura proporcionar uma linguagem precisa em termos estatísticos, matemáticos e gráficos, que descreva e analise a tomada de decisão na presença de incerteza.

A TDS considera a resposta do observador frente a um estímulo através de dois componentes: a habilidade de detecção ou sensibilidade e o processo de decisão. Reconhecendo que a detecção de um estímulo depende também de fatores não-sensoriais, que interferem diretamente no critério da tomada de decisão. Esse estímulo a ser detectado e/ou discriminado é chamado de sinal e para que ocorra é utilizado no experimento sim/não que consiste na apresentação ou não de um ponto luminoso (sinal) ao observador e esse deverá indicar se o sinal foi apresentado(sim) ou não. Por vezes a incerteza leva o observador a responder sim, mesmo quando o sinal não esteve presente.

A matriz de resposta, em cada coluna, descreve completamente o comportamento do observador (Costa, 2020). Utilizando-se os Acertos e Alarmes Falsos para os cálculos dos parâmetros descritivos da discriminabilidade subjetiva.

		Resposta	
		Sim	Ilão
Estímulo	Presente	acerto	omissão
	Ausente	falso alarme	rejeição correta

Tabela 1: Critério

Além do critério e da discriminabilidade, há a possibilidade a partir da TDS da identificação do viés de resposta que auxilia na identificação ou percepção de que o observador (piloto) apresentava alguma tendência de resposta, que é a análise e caso presente, se esta resposta tendia a serem mais para respostas sim do que não ou vice e versa.

O viés é calculado utilizando-se valores referentes aos acertos e alarmes falsos.

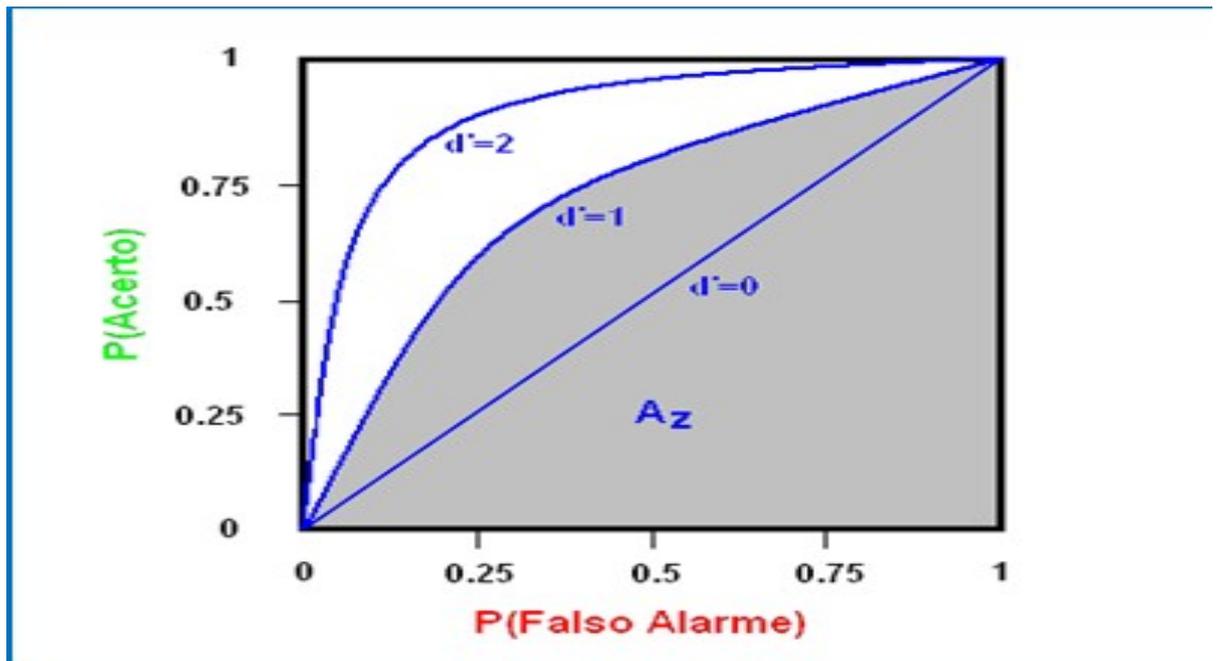


Tabela 2. Discriminabilidade

4.2 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo será realizado em centro de treinamento em simuladores de voo disponíveis no Estado de São Paulo.

O investimento em treinamento tem sido um crescente observado no ambiente corporativo, e quando direcionamos para a aviação, as companhias aéreas tem proporcionado aos seus colaboradores, centros de treinamentos modernos, visando a garantia de níveis de transferências de treinamentos alinhados com as operações e missões da Cia Aérea.

Treinamento, segundo Borges-Andrade e Oliveira-Castro(1996) se caracteriza pelos esforços dispendidos pelas organizações para propiciar oportunidades de aprendizagem aos seus integrantes. Entre os propósitos mais tradicionais do treinamento estão aqueles relacionados à identificação e à superação de deficiências no desempenho do colaborador, à preparação dos colaboradores para novas funções e ao treinamento para adaptação ao trabalho por introdução de novas tecnologias, buscando sempre a mudança de um determinado comportamento no profissional(Swezey e Andrews, 2000).

Uma das tecnologias empregadas para o treinamento e desenvolvimento dos pilotos e tripulação é o simulador de voo que consiste em um sistema integrado de equipamentos e softwares que recriam artificialmente a cabine de comando de aeronaves e cenários de voos reais, dentre outras funções.

A fidelidade dos simuladores tem um papel muito importante, e está estreitamente ligada ao processo do treinamento pois com a capacidade de representação das condições reais de voo da aeronave é possível verificar a influencia de forma direta na efetividade e nos métodos de treinamento utilizados.

Em treinamento em simuladores é possível o direcionamento de uma manobra ou procedimento específico, nele situações potencialmente perigosas podem ser ensaiadas sem risco de vida ou de perda de equipamento.

Nesse ambiente simulado o piloto comanda uma aeronave em cabine idêntica a real, com uma experiência mais próxima da realidade dos voos. Alguns dos modelos de aeronaves que estão disponíveis são os do Airbus A320neo, A320ceo, A321neo, A330-200, A330-900neo e ATR 72-600, Boeing 737-400F, além dos Embraer E-190, E-195 e E-195-E2.

4.3 PARTICIPANTES

O universo estudado foi o de 10 tripulantes de voo (pilotos) da Aviação Comercial, com certificado válido de piloto comercial, emitido pela Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, homem e mulher, com idades entre 25 e 60 anos. Caso o piloto não possuísse certificado de piloto privado válido, o mesmo não poderá participar como voluntário na pesquisa.

O treinamento em simulador usualmente ocorre por aproximadamente 4 (quatro) horas/dia, sendo essas quatro horas divididas em:

1h e 30min para o *briefing*;

2h para a primeira etapa da sessão no treinamento em simulador;

5 a 15 min para Intervalo;

2h para a segunda etapa da sessão no treinamento em simulador;

30 min para o *debriefing*.

Foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido: os pilotos foram informados sobre os objetivos do estudo e sobre a forma de participação, e os que concordarem assinarão antes do início da pesquisa um termo de consentimento.

5 RISCOS E BENEFÍCIOS:

Riscos:

O pesquisador responsável, ao perceber qualquer risco ou dano significativos ao participante da pesquisa, previstos, ou não, no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, comunicaria o fato, imediatamente, ao Sistema CEP/CONEP, e avaliaria, em caráter emergencial, a necessidade de adequar ou suspender o estudo.

Os riscos classificados como mínimo ao voluntário decorrente da participação na pesquisa foram: constrangimento, timidez e nervosismo no momento do treinamento em simulador. Porém para evitar tais desconfortos ao participante, antes de iniciar o teste, foram informado que a qualquer momento o mesmo poderia solicitar qualquer esclarecimento, auxílio e poderia ainda solicitar seu desligamento da pesquisa.

Benefícios:

Obtenção de medidas objetivas das habilidades e desempenhos dos pilotos em detecção, identificação e reação a estímulos nas condições com e sem filmagem que contribuirão para a segurança do piloto em operação. Além da possibilidade de realizarem treinamento em simuladores de última geração.

6 COLETA DOS DADOS

A coleta de dados ocorreu da seguinte forma:

Os dados comportamentais foram obtidos através da avaliação do tempo de resposta em ambiente sem sistema de gravação de imagem aerotransportados(AIRs) e do tempo de resposta do piloto com esse novo equipamento implantado, durante o treinamento em simulador de voo, que abrangeu pouso e decolagem e simulação de emergências em voo.

7 PROCEDIMENTOS

Utilizamos o método psicofísico de resposta/não resposta, num paradigma de Teoria de Detecção de Sinal, no qual foram medidas a discriminabilidade, que é a capacidade de detectar ou não o estímulo, assim como o critério de resposta dos participantes de forma independentes (Link, 1994).

Durante os períodos de atividade no simulador de voo, luzes indicadoras de pane sinalizaram alertas de panes na aeronave, entre outras sinalizações de aviso. Desta forma, podemos obter uma medida de respostas corretas e alarmes falsos, para o cálculo da discriminabilidade e do critério de resposta do piloto.

A discriminabilidade é a medida que indica o limite perceptual para a detecção do estímulo, enquanto que o critério mede o padrão comportamental de resposta, podendo nos dar um perfil de como o piloto responde a estímulos de sinalização de cabine. Esta medida foi utilizada como o fator de impacto da

câmera no comportamento do piloto nas condições com e sem filmagem, enquanto que a discriminabilidade é a medida da habilidade perceptual em perceber o estímulo (Ehrnstein & Ehrnstein, 2012).

As medidas de porcentagem de respostas acertadas e de alarmes falsos (reação sem a luz ter sido acionada) foram convertidas em valores de escore Z para uma mudança dimencional de frequência para distância relativa do ponto médio, em unidades de desvio-padrão. Estes valores foram utilizados para o cálculo de discriminabilidade com base na equação abaixo:

$$d' = (\textit{score Z acertos} - \textit{score Z alarmes falsos})$$

O critério analisou o perfil de resposta comportamental entre as frequências dos mesmos parâmetros de acertos e alarmes falsos, permitindo a classificação em um contínuo comportamental entre altamente conservador (poucos acertos mas nenhum erro) a comportamento liberal (muitos acertos mas muitos erros). Esta medida seguiu a equação:

$$c = -0,5 * (\textit{score Z acertos} + \textit{score Z alarmes falsos})$$

O tempo de reação entre o aparecimento do estímulo e a resposta do piloto em 30 milissegundos foi utilizado como medida de prontidão comportamental, sendo utilizada também, para sinalizar fadiga e outras condições de interferência.

Dentre as 4 horas totais do treinamento em simulador, as duas primeiras horas foram alocadas para análise do comportamento inicial do treinamento em simulador e a filmagem abrangeu as 2 horas finais do treinamento em simulador, por dupla de profissional, totalizando 20 horas de filmagem de todos os indivíduos da amostragem da pesquisa.

8 ANÁLISE DOS DADOS

Os comportamentos observados nas filmagens, tais como os acertos e os erros cometidos foram inseridos no programa estatístico Statistica 12 e utilizados para as medidas de discriminabilidade e de critério de resposta dos pilotos. O tempo de respostas (tempo de reação) para o desempenho da tarefa durante as filmagens, foi avaliado na perspectiva da previsibilidade no treinamento versus tempo de reação.

9 RESULTADOS

O Alcance de medidas objetivas das habilidades e desempenhos em detecção, identificação e reação a estímulos nas condições com e sem filmagem. Desta forma, apresentamos uma medida dos impactos da filmagem no comportamento de pilotos durante condições de voo. Ainda, foi possível levantar informações que permitiu identificar o tipo de percepção dos pilotos em relação a implantação das sistema de gravação de imagem aerotransportados(AIRs) no *cockpit*, e os impactos no comportamento dos pilotos e na segurança operacional, tais como - Rigidez de procedimento, improvisação, esquecimento.

10 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que durante a implantação do AIRs no cockpit, impactos significativos ocorreram no comportamento, na percepção e no desempenho dos pilotos em treinamento de simuladores de voo

11 REFERÊNCIA

- Belletier, C., Davranche, K., Tellier, I.S., Dumas, F., Vidal, F., Hasbroucq, T., & (2015). Choking under monitoring pressure. Being watched by the experimenter reduces executive attention. *Psychon Bull*, 22, 1410-1416. doi: 10.3758/s13423-015-0804-9
- Blake, R., Sekuler, R. Behavioral Methods for Studying Perception. Perception, 5th edition, 553 -568.
- Brasil. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. (2016). Folheto do Comando da Aeronáutica N° 51. Ocorrências aeronáuticas: Panorama estatístico da aviação brasileira. Recuperado de http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/panorama_2016.pdf
- Brasil. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. (2019). Panorama dos acidentes dos últimos 10 anos. Disponível em http://painelsipaer.cenipa.aer.mil.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SIGAER%2Fgia%2Fqvw%2Fpainel_sipaer.qvw&host=QVS%40cirros31-37&anonymous=true
- Costa, M.F 2011. A clínica da psicofísica. *Revista Psicologia USP*, 22(1),15-44.
- Costa, M.F 2020. *Psicofísica e Métricas de Subjetividade*. São Paulo, Agbook.
- Cury, A.J. (2008). O código da inteligência. A formação de mentes brilhantes e a busca pela excelência emocional e profissional. Rio de Janeiro: Ediouro.
- Deranek, K., Richards, G., Thoroger, T., & Schmidt, E. (2015). Resistance or acquiescence: student perception of software surveillance during a team-based simulation. *Journal of legal, ethical and regulatory issues*,18(3), 15-29.
- Ehrenstein, W. H. & Ehrenstein, A. (2012) Psychophysical Methods. Chapter 43 in *Modern Techniques in Neuroscience Research*, ed. Windhorst, U., & Johansson, H. Springer-Verlag, New York, USA. doi: 10.1007/978-3-642-58-552-4.
- Ferreira, M.C. (2012). *Qualidade de vida no trabalho. Uma abordagem centrada no olhar dos trabalhadores*. (2ª edição). Brasília: Paralelo 15.

Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., & Kerguelen, A. (2001). *Comprender o trabalho para transformá-lo. A prática da ergonomia*. Tradução Giliane M. J. I. & Marcos, M. São Paulo: Blucher.

Holland, P.J., Cooper, B., & Hecker, R. (2015). Electronic monitoring and surveillance in the workplace. The effects on trust in management, and the moderating role of occupational type. *Personel Review*, 44, 161-175. doi: 10.1108/PR-11-2013-0211

Holland, P.J., & Spence I. (2001). The Discrimination of Graphical Elements. *Applied Cognitive Psychology*, 15, 413 – 431.

Internacional Civil Aviation Organization, Assembly – 36th Session – Agenda Item 35: Aviation Safety and air navigation standardization, in https://www.icao.int/Meetings/a39/Documents/WP/wp_307_en.pdf.

Link, S. W. Rediscovering the Past: Gustav Fechner and Signal Detection Theory. *Psychological Science*, 5(6), 335-340.

Oliveira, L.J., Daguer, C.E., & Bodnar, L. (2006). O monitoramento do empregado no ambiente de trabalho. *Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais*, 7(1), 69-80.

Oliveira, P.A.B. (2011). Trabalho prescrito e trabalho real. In A.D. Cattani & L. Holzmann (Orgs.), *Dicionário de trabalho e tecnologia* (pp. 462). Porto Alegre - RS: Zouk.

Ombredane, A., & Faverge, J.M. (1955). *L'analyse du travail*. Paris: PUF.

Silva, C. J., & Oliveira, L. J. (2007). Do monitoramento no ambiente de trabalho com a instalação de câmeras. *Revista de Direito Público*, 2(2), 91-114.

Vergheese, P., Visual Search and Attention: A Signal Detection Theory Approach. *Neuron*, Vol. 31, 523–535.

Vilela, R.A.G. et. al (2012). Social network for the surveillance and prevention of workplace accidents. *Work*, 41, pp-pp. doi: 10.3233/WOR-2012-0572-3123

Woods, D.D., Dekker, S., Cook, R., Johannsen, L., & Sarter, N. (2010). *Behind human error*. Burlington: Editora Ashgate.