

ANÁLISIS DE ACCIDENTES DESDE LA PERSPECTIVA DE LA ERGONOMÍA: EL CASO DEL VUELO TAM JJ-3054

ANALYSIS OF ACCIDENTS FROM THE ERGONOMICS POINTS OF VIEW: THE CASE OF
TAM JJ-3054 FLIGHT

Cecília Isabel de Queiroz-Henrique*

Gabriela Maria Queiroz-Limeira**

Raquel Martins-Ferreira***

Felipe Mujica****

Ivan Bolis*****

Resumen: El análisis del accidente del vuelo TAM JJ-3054 tiene como objetivo entender la influencia del error humano y el factor organizativo en un accidente laboral. Desde el punto de vista de la ergonomía, el error humano es visto como consecuencia de diversos factores organizativos, mecánicos y estructurales cometidos por la gestión de las organizaciones, lo que se traduce en eventos de gran magnitud. El artículo presenta un estudio dedicado a describir el accidente, considerando varios puntos de vista, documentos e informaciones. La posición de la empresa, fue de negar cualquier falla relacionada con la aeronave, y no se quería hacer responsable por el evento. Así, se analizaron las causas del accidente a partir de la investigación explicativa, con el fin de identificar las causas y efectos, donde existen dos hipótesis, que serían una falla en el sistema de parada por reversión, y un procedimiento diferente al previsto por el piloto. Se concluye que la imposición de normas, junto con fallas organizativas, estructurales y mecánicas influyen en el error humano. Así, una serie de errores cometidos por la dirección de la organización derivaron en un accidente aeronáutico.

Palabras clave: Accidentes, ergonomía, factores humanos, errores, aviación.

Abstract: The analysis of the TAM JJ-3054 flight accident aims to understand the influence of human error and the organizational factors in a work accident. From an ergonomics point of view, human error is seen as a consequence of various organizational, mechanical and structural factors committed by the management of organizations, which translates into events of great magnitude. The article presents a study dedicated to describing the accident, considering various points of view, documents and information. The company's position was to deny any failure related to the aircraft, and it would

*Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Brasil. Correo electrónico: cecilia.isabel@academico.ufpb.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1004-7449>. Autor de correspondencia.

**Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Brasil. Correo electrónico: queirozlimeira@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6426-9100>

***Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Brasil. Correo electrónico: raquelmf_@outlook.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7030-9690>

****Programa de Pós-Graduação em Turismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. Correo electrónico: fmujica@alumni.usp.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8508-8758>

*****Departamento de Psicologia, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Brasil. Correo electrónico: bolis.ivan@alumni.usp.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0688-0742>

not want to be held responsible for the event. Thus, the causes of the accident were analyzed from the explanatory investigation, in order to identify the causes and effects, where there are two hypotheses, which would be a failure in the reversal shutdown system, and a different procedure from that foreseen by the pilot. It is concluded that the imposition of norms, together with organizational, structural and mechanical failures influence human error. Thus, a series of mistakes made by the organization's management led to an aeronautical accident.

Keywords: Accidents, ergonomics, human factors, errors, aviation.

Recepción: 29.11.2021 / Revisión: 22.03.2022 / Aceptación: 28.04.2022

Introducción

Entre septiembre de 2006 y julio de 2007 Brasil experimentó el llamado "apagón aéreo", es decir, una crisis en el sector aeronáutico brasileño, que se caracterizó por dos accidentes graves, retrasos, overbooking, y sobrecarga general de aeropuertos y sistemas de monitoreo del flujo de aeronaves. Vino a público de forma más evidente luego del accidente del vuelo Gol 1907, y llamó más aún la atención con el accidente del vuelo TAM JJ-3054, que reveló una población de trabajadores y pasajeros enojados e insatisfechos con respecto a los problemas aéreos brasileños, ya que en menos de un año hubo dos accidentes aéreos importantes, sin supervivientes (Heloani, 2008; Luiza & Schmidt, 2017; McKinsey & Company, 2010; Pohlmann et al., 2009). Esto solo confirma el hecho de que si bien la aviación es considerada una industria ultrasegura (Amalberti, 2001), también se considera una industria con potencial de consecuencias graves, porque cuando ocurre un accidente, los impactos resultantes son enormes (Perrow, 1984).

Este artículo centra su análisis en el segundo accidente mencionado, que ocurrió el 17 de julio de 2007, y cumplió 14 años en julio de 2021. El Airbus A-320, del vuelo JJ-3054, salió de Porto Alegre con destino al aeropuerto de Congonhas, São Paulo, tuvo su fin cuando cruzó la Avenida Washington Luís y colisionó con el edificio del servicio de carga exprés de TAM y una gasolinera cercana, luego de patinar en la pista mojada del aeropuerto, provocando la muerte de 199 personas, de las cuales 12 murieron en tierra según documento de investigación presentado por el Centro de Investigación y Prevención de Accidentes Aeronáuticos (CENIPA, 2009).

El avión, en ese momento, operaba con solamente uno de sus dos inversores, y hasta el momento del aterrizaje, el vuelo se desarrollaba con normalidad. Al aterrizar, el avión comenzó a acelerar en lugar de desacelerar normalmente. Después de las investigaciones, se encontró que las palancas que controlan la potencia de los motores de la aeronave estaban en diferentes posiciones, dando así comandos opuestos a la aeronave. Las causas del accidente fueron investigadas por la Policía Civil, la Policía Federal y la Fuerza Aérea Brasileña. El informe final de la Policía Federal señaló que el accidente fue provocado por error del piloto (G1, 2009), mientras que el CENIPA presentó dos posibles hipótesis para explicar lo sucedido en su informe final (CENIPA, 2009).

Los autores Kanki et al. (2010) argumentan que el error humano no es la causa de

problemas en un sistema que sería seguro, en realidad es un síntoma. Es el subproducto de los individuos que trabajan en equipo tratando de tener éxito en un sistema imperfecto, restringido y con recursos limitados. Según Areosa (2020), “los accidentes solo ocurren porque hay riesgos que los preceden y que en algún momento se materializan o materializan (los riesgos laborales son esencialmente producto del funcionamiento interno de las organizaciones)”. Así, la propuesta es ir más allá del juicio de que el error humano fue la causa esencial del accidente, buscando factores humanos y organizativos que en realidad fueron las causas fundamentales de lo sucedido (Daniellou et al., 2010).

El objetivo general de este artículo es realizar una investigación sobre las causas del accidente en el vuelo TAM JJ-3054, así como analizar la influencia de factores humanos y organizacionales involucrados en el accidente. Además de exponer la información y eventualidades ocurridas en este caso, el artículo tiene como objetivo discutir la transición de una visión de accidentes centrada en "errores humanos" a una visión que incorpora la combinación de factores humanos y organizacionales que efectivamente causaron el accidente y que podrían inducir a tener un defecto humano.

Materiales y métodos

Para desarrollar esta investigación, se eligió un método que permitiera describir y analizar el accidente. Por lo tanto, el estudio de caso fue elegido, visto que permite entender en profundidad un objeto, de forma amplia y detallada, que sería prácticamente imposible a través de otros métodos de investigación, afirman Goode y Hatt (1973). Para Leonard-Baxton (1990), el estudio de caso es la historia de un fenómeno, pasado o actual, extraído de múltiples fuentes de evidencia, que incluyen datos obtenidos tanto de observaciones directas y entrevistas sistemáticas, como de archivos públicos o privados.

Según Tellis (1997), los estudios de caso son análisis que incorporan varias perspectivas simultáneamente. A partir de este concepto, el objetivo específico fue el análisis de un accidente laboral, investigado a la luz de la ergonomía organizacional. Según Triviños (1987), el enfoque cualitativo trabaja con los datos buscando su significado, a partir de la percepción del fenómeno dentro de su contexto. Esta investigación tiene un enfoque cualitativo, donde se realizó una investigación a través de un relevamiento de documentos (informes, encuestas, entre otros), entrevistas en profundidad y observaciones de profesionales del área, con el fin de analizar la influencia del factor humano en el accidente del vuelo TAM JJ-3054 e identificar la relación de precedentes y su repercusión entre los hechos que llevaron al desastre aéreo.

En el primer momento, se retrató y detalló cómo ocurrió el accidente. Posteriormente, se analizaron el factor humano y el factor material para verificar sus aportes al evento. Y finalmente, se realizó un análisis a través de la investigación explicativa, según Gil (1999), la investigación explicativa tiene como objetivo básico la identificación de factores que determinan o contribuyen a la ocurrencia de un fenómeno. Este método explica las relaciones de causa y efecto de los eventos.

Resultados y discusión

Como se mencionó anteriormente, el accidente ocurrió el 17 de julio de 2007. A las 17:19 horas, la aeronave Airbus modelo A-320, con matrícula PR-MBK, despegó de Porto Alegre hacia el aeropuerto de Congonhas, São Paulo, en ruta operada por la compañía aérea TAM, vuelo JJ-3054. Había un total de 187 personas a bordo de la aeronave, incluidos seis miembros activos de la tripulación y 181 pasajeros. Las condiciones meteorológicas imperantes en la ruta y en el destino fueron adversas, lo que llevó a la tripulación a realizar algunos desvíos. Es relevante mencionar que hasta el momento del aterrizaje, el vuelo se había desarrollado con normalidad. La aeronave operaba con el inversor del motor número 2 desactivado. Según información proporcionada a la TWR (Aerodrome Control Tower) por tripulaciones que habían aterrizado previamente, la pista en uso en Congonhas estaba mojada y resbaladiza (CENIPA, 2009).

El aeropuerto de Congonhas, lugar que inició el accidente, tuvo problemas de derrape, lo que provocó que al menos cuatro aeronaves tuvieran complicaciones en 2006, lo que llevó a Infraero, el organismo administrador, a repavimentar las pistas, procedimiento hecho en dos fases: la primera se completó el 30 de junio, menos de un mes antes del accidente y la segunda fase solo se llevaría a cabo a los 30 días, en la que se aplicarían los surcos de la vía (ranurado).

A los 40 minutos de vuelo y con mitad de la distancia recorrida, la tripulación había recibido una alerta sobre la pista resbaladiza de Congonhas. Lo más lógico, dadas las condiciones, sería desviar al aeropuerto de Cumbica, en Guarulhos, a 31 kilómetros del plan original. Pero las molestias para los pasajeros y la tripulación durante un apagón aéreo, y especialmente la presión de la compañía para evitar otros aeródromos para no causar confusión en la red aérea, hizo que los pilotos Lima y Di Sacco siguieran el cronograma original (BBC Brasil, 2017).

La variabilidad en el ambiente de trabajo hace parte de las cuestiones consideradas por la ergonomía, tomando como referencia la distinción entre tarea (lo prescrito por la empresa, normas y reglas) y actividad (lo que realmente hace el trabajador). O sea, la regulación de las acciones asociadas al reconocimiento de la competencia de los trabajadores debe siempre ser llevada en cuenta al estudiar el mundo del trabajo con los objetivos de proporcionar mejores condiciones de salud, seguridad, confort y rendimiento (Abrahão et al., 2009). En el caso específico del vuelo analizado, los planes y metas (tareas) fueron creados por TAM para que los pilotos los siguieran estrictamente, sin mucho margen para la variabilidad y su realización como actividad.

Si se lleva en cuenta que la tarea abarca la estructura física, mobiliario, equipamiento, procedimientos, y todo aquello que la organización ordena que sea hecho, así como lo que es ofrecido por la empresa para permitir que el trabajador haga lo que se ordena. Puede entenderse como un medio para controlar el trabajo, eliminar la mala conducta, minimizar el trabajo improductivo, maximizar lo productivo, definir qué gestos se deben hacer y los tiempos de ejecución (Abrahão, 2000). A través de informes de los empleados de TAM, fue posible constatar que la empresa ejerció presión informal para que se cumplieran estrictamente los planes de vuelo. Y también se animó a los pilotos a no volar a aeropuertos

alternativos, por el costo y el efecto dominó que esto generaba en la red aérea (BBC Brasil, 2017). Sin embargo, muchas empresas no prestan atención al costo humano que cobran por sus trabajadores.

Durante el aterrizaje, a las 6:48 pm, la tripulación observó que los spoilers no se habían activado y la aeronave, que no desaceleró como lo previsto - spoilers son superficies móviles en el ala que se abren para hacer resistencia al aire y disminuir la velocidad del avión. Además, con un motor dando velocidad extra hacia adelante y otro con el reverso auxiliando al sistema de frenos, luego de intentos de los pilotos de detener el avión en espacio diminuto, el JJ 3054 se desvió a la izquierda, dejando la pista de lado y cruzando la Avenida Washington Luís. Al salir de la zona del aeropuerto y atravesar la avenida chocó con una gasolinera y el edificio TAM Express (servicio de carga de la misma compañía). Desde el momento del aterrizaje hasta la colisión fueron solo 24 segundos. Todas las personas a bordo murieron y, además de estas, también otras doce personas que se encontraban en el edificio con el que chocó la aeronave. El Airbus quedó totalmente destruido como consecuencia del impacto y del gran incendio, que duró muchas horas (CENIPA, 2009).

Dichos eventos descritos en el párrafo anterior se pueden observar en la figura 1, que ilustra todo el trayecto recorrido por la aeronave al aterrizar en la pista 35L, que acababa de completar la primera etapa de aplicación de ranurado (grooving). Además, se describen algunos discursos de la caja negra del avión durante la tragedia que se conoce como el mayor accidente aéreo de Brasil.

Figura 1. Trayectoria detallada del accidente.



Fuente. Epoca (2009).

Sobre el edificio de carga de TAM, con el que chocó el avión. Con el impacto, la única salida de emergencia del edificio fue destruida, lo que provocó que las personas quedaran atrapadas dentro del edificio, y no pudieran escapar.

Un factor importante para contener el incidente fue el trabajo de planificación de los bomberos. Por una curiosa coincidencia, habían realizado unos meses antes una gran simulación donde el escenario idealizado era un accidente de características similares al ocurrido el 17 de julio. La simulación fue parte del programa de capacitación anual del Curso Básico de Seguridad en Plataforma, del Cuerpo de Bomberos de São Paulo (CBSP), también conocido como Curso de Salvamento (NFPA, 2021).

Por tanto, desde el punto de vista de las investigaciones realizadas por el CENIPA, son aplicables dos hipótesis para tratar de explicar cómo y cuál fue el motivo probable que provocó el accidente estudiado, a saber:

- La primera hipótesis dice que habría habido una falla en el sistema de control de potencia y uno de los motores habría proporcionado al motor número 2 la información de que su respectiva palanca de potencia estaría en la posición "CL" (posición de aceleración), independientemente de cualquiera que sea el verdadero posicionamiento determinado por el piloto. Considerando esta hipótesis como la correcta, tenemos una falla en el diseño de la aeronave.
- La segunda hipótesis asume que el piloto habría realizado un procedimiento diferente al previsto en el MMEL (lista principal de equipos mínimos). Siguiendo esta línea de razonamiento, se puede imaginar que el PIC (Piloto al Mando) estaba dispuesto a realizar intencionalmente el antiguo procedimiento, considerando que la pista de Congonhas podría estar contaminada (mojada), con el fin de obtener un mejor desempeño en la desaceleración del aeronave luego de aterrizar en Congonhas, evitando el incremento de 55 metros determinado en el MEL. Entonces, dada toda la presión causada por las circunstancias, es posible que haya canalizado su atención a la necesidad de mover solo la palanca del motor # 1 a la posición "REV" (Reversa) (evitando el aumento de pista requerido) y, en un lapso perceptivo, puede haber mandado solo esa palanca a la posición "IDLE" (posición neutral), dejando la otra palanca en "CL". Considerando esta hipótesis como la correcta, tenemos un error humano. Landman et al. (2017) destacan que en la práctica operativa, la mera formación teórica puede resultar insuficiente durante un evento inesperado, requiriendo el encuadre de habilidades para afrontar con tales situaciones.

El significado de cada sigla en inglés y sus representaciones gráficas se puede ver en la figura 2.

Figura 2. Explicación de la posición de las palancas de un avión A320.

Fuente. Epoca (2009).

Según el informe CENIPA (2009), otros factores importantes a analizar son que el diseño de la aeronave no incluyó una parte que advirtiera que las palancas estaban en la posición incorrecta para el aterrizaje, dicha parte ya existía, pero no se requería su uso, hasta que sucediera este accidente. El sistema de control de potencia del A-320, incluso con la aeronave en tierra, con la palanca de potencia del motor #1 en la posición “REV”, con los “spoilers de tierra” armados, con el freno automático seleccionado y con aplicación de presión máxima de frenado en los pedales, dio prioridad al posicionamiento de una palanca en “CL”. Finalmente, el aviso sonoro "RETARD", durante el vuelo JJ 3054, no cumplió con la función para la que fue diseñado, ya que dejó de sonar cuando una palanca estaba en "REV" y la otra en "CL". También, la falta de regulación específica de la norma temporal vigente en ese momento, como que el aterrizaje en Congonhas solo debería permitirse en pistas mojadas de aeronaves que tuvieran ambas operaciones de retroceso, debido a la falta de ranuras en la pista.

Los factores humanos forman el área de abordaje de la seguridad operacional, que se refiere al complejo biológico del ser humano, y comprende los aspectos médicos, psicológicos y operacionales (Daniellou et al., 2010). Así, con base en el análisis del accidente, el CENIPA (2009) concluyó que los siguientes aspectos fueron los que, de alguna manera, influyeron en su ocurrencia.

- Aspectos psicológicos:

Falta de percepción: Si se deja de considerar la hipótesis de que hubo un olvido de la palanca del motor # 2 en la posición "CL" al intentar realizar un procedimiento, las características del sistema "autothrust", que mantiene las palancas inmóviles, incluso durante las variaciones de potencia, sumadas al tamaño y color de esas palancas de control, apenas observables en un vuelo nocturno, no eran lo suficientemente evidentes para permitir la percepción por parte de los pilotos. Esta situación se vio agravada por la falta de un dispositivo de advertencia sobre el posicionamiento conflictivo de las palancas de potencia.

Pérdida de conciencia situacional: Independientemente de la hipótesis considerada, la pérdida de conciencia situacional surgió como consecuencia de la propia falta de conciencia de los pilotos. En este sentido, la automatización de la aeronave, a pesar de ser compleja, no fue capaz de ofrecer a los pilotos estímulos suficientemente claros y precisos hasta el punto de favorecer su comprensión de lo

que estaba sucediendo en los momentos que siguieron al aterrizaje en Congonhas.

- Los factores materiales representan el área de enfoque de seguridad operacional que se refiere a la aeronave, incluidos sus componentes, y los equipos y sistemas de tecnología de la información utilizados en el control del espacio aéreo, en sus aspectos de diseño, fabricación, manejo de materiales y fallas no relacionadas con el servicio de mantenimiento. Por tanto, según el informe final, el siguiente aspecto fue concluido por la agencia como un factor que de alguna manera influyó en la ocurrencia del accidente:

Proyecto: En la aeronave A-320 era posible, durante el aterrizaje, colocar una de las palancas de potencia en la posición "REV" y la otra en la posición "CL" sin que ningún dispositivo alertara eficientemente los pilotos. Esta situación colocó a la aeronave en una condición crítica y, sin tiempo para que la tripulación identificara esta configuración y los parámetros de la pista, se produjo la situación catastrófica.

En resumen, el informe final del accidente que fue liberado por CENIPA en septiembre de 2009 señala como principales causas del accidente:

- Error del piloto, al fijar las palancas de forma irregular.
- La falta de infraestructura aeroportuaria brasileña adecuada - la falta de ranuras (grooving) en la pista de Congonhas.
- La excesiva autonomía aplicada a las computadoras de la aeronave.

Según BBC Brasil (2017), a pesar de todos los hallazgos concluidos por los informes e investigaciones de CENIPA, Policía Civil y Policía Federal Brasileña, la Latam (unión entre las empresas LAN y TAM), prefirió expresarse en una nota, cuando se solicitó un informe. La empresa se solidariza con todos los afectados por el accidente y asegura que ha firmado acuerdos de indemnización con parte de los familiares de las víctimas de la tragedia. Asimismo, a través de una nota, Airbus se solidarizó con los familiares de las víctimas del accidente. La empresa confirma que tenía un acuerdo con las familias, pero destaca que el accidente no se debió a ningún daño relacionado con la aeronave. Además, declara que el acuerdo no implica en modo alguno un reconocimiento de culpabilidad por parte de Airbus (Agencia Brasil, 2017).

Conclusiones

En la aviación el Factor Humano es la parte más valiosa, ya que es flexible a las nuevas circunstancias, presenta gran influencia en toma de decisiones y otros procesos cognitivos, software de comunicaciones y sistemas, checklist, entre otros. Además, es la parte más susceptible a influencias, que pueden afectar negativamente su desempeño, especialmente en medio de una situación desconocida. El punto crítico del factor humano radica en que, en una organización del trabajo, todo está en constante interacción, imposibilitando cambiar un

aspecto del sistema sin considerar los impactos en otros segmentos.

El presente trabajo abordó el análisis del caso del vuelo TAM JJ-3054, así como los diversos factores que contribuyeron a la eventualidad de un error humano, el cual fue deliberado como la principal causa del accidente. En este estudio, se puede observar que las presiones más productivas y organizativas se encuentran entre los mayores contribuyentes a un episodio de accidente.

Los aportes de múltiples áreas del conocimiento son factores importantes para el avance significativo del campo de estudios de los Factores Humanos en la aviación, ya que su complejidad no se justifica solo por la naturaleza del ser, sino por las condiciones a las que está expuesto el individuo. Es decir, los accidentes laborales no se pueden resumir como la principal causa de los propios trabajadores, en función de sus actos inseguros. En primer lugar, se debe analizar la organización del trabajo y sus condiciones para encontrar fallas organizativas que provoquen defectos en la seguridad, tanto para los trabajadores como para la propia empresa (Daniellou et al., 2010).

Así, a lo largo de este estudio, es posible observar que los propios empleados de TAM se quejaron de las presiones informales que practicaba la empresa para que se cumplieran los planes de vuelo. Antes del accidente, la torre de control autorizó algunos slots (movimientos de aterrizaje y despegue) cuando existía un intervalo entre operaciones. La organización también cobraba a los pilotos por no ir a aeropuertos alternativos. Como se mostró anteriormente en el texto, la crisis del "apagón aéreo" provocó retrasos y cancelaciones de vuelos, lo que agotó a los empleados física y psicológicamente.

Además, existían muchas fallas estructurales: falta de ranuras en la pista (ranuras que ayudan a evitar derrapes), el aeropuerto de Congonhas debería tener un área de escape (RESA – Runway End Safety Area); falta de segunda salida de emergencia, puesto que los edificios deberían tener más de una salida de emergencia, según la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA, 2021), un requisito exigía una vía de escape alternativa si una de las salidas estaba bloqueada por cualquier motivo, como fue el caso del edificio TAM Express que fue impactado, y que tenía una sola salida de emergencia, que fue obstruida después del choque; fallos mecánicos, ya que la aeronave volaba sin uno de los inversores.

Hubo también fallas de carácter organizacional y de gestión: la contratación de ex comandantes para el cargo de copilotos, por su escasez en el mercado, con poca experiencia en operar ese tipo de aeronaves; la tensión organizacional para que las metas y planes se cumplieran con rigor.

También hubo factores meteorológicos; lluvia intensa que hacía más difícil la tarea de frenar el aeronave, contribuyendo al fracaso de los pilotos, que operaron el modelo Airbus A320 de manera inadecuada.

Por tanto, se concluye que los errores humanos son en realidad el resultado de una serie de errores más profundos a nivel de la organización del trabajo. Por tanto, a pesar de haberse cometido estos errores, no son la causa principal del accidente, sino una consecuencia de determinadas formas de gestión organizativa. Como señalan Daniellou et al.

(2010), las organizaciones siempre deben pensar en el costo humano causado por determinadas decisiones organizacionales, que pueden derivar en accidentes fatales.

Referencias

- Abrahão, J. I. (2000). Reestruturação produtiva e variabilidade do trabalho: Uma abordagem da ergonomia. *Psicologia: Teoria e pesquisa*, 16(1), 49-54. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722000000100007>
- Abrahão, J., Sznelwar, L. I., Silvino, A., Sarmet, M., & Pinho, D. (2009). *Introdução à ergonomia: Da prática à teoria*. Blucher. <https://doi.org/10.1590/s1413-294x2002000300006>
- Agencia Brasil. (2017). *Parentes de mortos em acidente da TAM fecham acordo de R\$ 30 milhões com Airbus*. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-12/parentes-de-mortos-em-acidente-da-tam-fecham-acordo-de-r-30-milhoes-com-airbus>
- Amalberti, R. (2001). The paradoxes of almost totally safe transportation systems. *Safety Science*, 37(2-3), 109-126. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00045-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00045-X)
- Areosa, J. (2020). Acidentes de trabalho: o erro humano como “fim da história”. En F. Sousa-Duarte, A. M. Mendes & E. P. Facas (eds.), *Psicopolítica e psicopatologia do trabalho* (pp. 158-178). Editora Fi.
- Asociación Nacional de Protección contra Incendios. (2021). *Vôo 3054: Uma tragédia anunciada*. <https://www.nfpajla.org/pt/arquivos/bomberos-socorristas/679-vuelo-3054-una-tragedia-anunciada>
- BBC Brasil. (2017). *Voo JJ 3054: As lições da maior tragédia da aviação brasileira*. <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-40539541>
- Centro de Investigación y Prevención de Accidentes Aeronáuticos. (2009). *Relatório final A – Nº 67/CENIPA/2009*. <https://www2.anac.gov.br/arquivos/RF3054.pdf>
- Daniellou, F., Simard, M., & Boissières, I. (2010). *Facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle: Un état de l'art*. FONCSI: Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle.
- Epoca. (2009). *Os fatos e as dúvidas sobre o voo 3054 da TAM*. <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/O.,EMI57747-15223.00-OS+FATOS+E+AS+DUVIDAS+SOBRE+O+VOO+DA+TAM.html>
- G1. (2009). *Relatório da PF sobre acidente da TAM provoca protesto entre pilotos*. <https://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/o.,MUL1360298-5605.00-RELATORIO+DA+PF+SOBRE+ACIDENTE+DA+TAM+PROVOCA+PROTESTO+ENTRE+PILOTOS.html>
- Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. Atlas.
- Goode, W., & Hatt, P. (1973). *Métodos em pesquisa social*. Nacional.
- Heloani, R. (2008). Sob a ótica dos pilotos: Uma refl exão política sobre condições e organização do trabalho dos controladores de vôo. *Revista Psicologia Política*, 8(16), 205-230. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-549X2008000200003
- Kanki, B., Anca, J., & Helmreich, R. (2010). *Crew resource management*. Academic Press.
- Landman, A., Groen, E. L., Van Paassen, M. M., Bronkhorst, A. W., & Mulder, M. (2017). Dealing with unexpected events on the flight deck: A conceptual model of startle and surprise. *Human Factors*, 59(8), 1161-1172. <https://doi.org/10.1177/0018720817723428>
- Leonard-Baxton, D. (1990). A dual methodology for case studies: Synergistic use of a longitudinal single site with replicated multiple sites. *Organization Science*, 1(3), 248-266. <https://doi.org/10.1287/orsc.1.3.248>
- Luiza, M., & Schmidt, G. (2017). Entrevista com Edith Seligmann-Silva: Saúde mental relacionada ao trabalho - concepções e estratégias para prevenção. *Revista Laborativa*, 6(2), 103-109. <https://ojs.unesp.br/index.php/rlaborativa/article/view/1849>

- McKinsey & Company. (2010). *Estudo do setor de transporte aéreo do Brasil: Relatório consolidado*. BNDES.
- Perrow, C. (1984). *Normal accidents: Living with high risk technologies-Updated edition*. Princeton university press.
- Pohlmann, C. R., Camargo, F. R., & Rodrigues, L. H. (2009). Uma compreensão sistêmica da crise aérea brasileira. En *XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Anais Do Enegep.
- Tellis, W. M. (1997). Introduction to case study. *The Qualitative Report*, 3(2), 1-14. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/1997.2024>
- Triviños, A. N. S. (1987) *Introdução à pesquisa em ciências sociais: A pesquisa qualitativa em educação*. Atlas.