

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DO
CAMPUS - SOROCABA

UBIRAJARA BARREDA DE CAMPOS

**VIABILIDADE DO “*CREW RESOURCE MANAGEMENT (CRM)*” NA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO**

Sorocaba

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DO
CAMPUS - SOROCABA

UBIRAJARA BARREDA DE CAMPOS

**VIABILIDADE DO “*CREW RESOURCE MANAGEMENT (CRM)*” NA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Campus - Sorocaba para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientação: Prof. Dr. Murilo Aparecido Voltarelli

Coorientação: Prof. Dr. João Eduardo Azevedo Ramos da Silva

Sorocaba

2024

Barreda de Campos, Ubirajara

Viabilidade do "Crew Resource Management (CRM)" na indústria de transformação / Ubirajara Barreda de Campos -- 2024.
66f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Murilo Aparecido Voltarelli

Banca Examinadora: Jonathan Gazzola, André Luís Helleno

Bibliografia

1. Gestão de Operações. 2. Crew Resource Management.
3. Indústria de Transformação. I. Barreda de Campos, Ubirajara. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Ubirajara Barreda de Campos, realizada em 12/04/2024.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Murilo Aparecido Voltarelli (UFSCar)

Prof. Dr. André Luis Helleno (Mackenzie)

Prof. Dr. Jonathan Gazzola (UFSCar)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

DEDICATÓRIA

Não poderia deixar de dedicar este trabalho aos que forjaram em minha família, com suor e lágrimas, o pensamento de que a obtenção do conhecimento é a melhor e, talvez, a única forma de garantir uma vida mais próspera e sem ter que nos submeter aos desejos de terceiros cujos interesses são diferentes dos nossos. Estas pessoas foram meus avós, Angel Barreda Sánchez, Joviana Gomes Barreda, Luiz Raphael de Campos e Antônia Bueno de Campos (todos *in memoriam*), pois através deles, tais ímpetos chegaram aos meus pais, Ubirajara de Campos e Maria Aldeni Barreda de Campos, que os transmitiram a mim e também aqui são homenageados. Dedico também, este trabalho, à minha esposa, Elaine Aparecida de Campos e a meus filhos, Felipe Angel de Campos e Gabriel Marcos de Campos, pelo apoio dado durante todo o processo e para que sirva de alguma inspiração para que se dediquem aos estudos e que, em suas respectivas futuras áreas de atuação, possam sempre basear suas decisões em evidências e na boa ciência.

AGRADECIMENTO

Esta dissertação pôde ser realizada somente pela Graça de Deus e da Santíssima Trindade, que sempre me concederam o dom da Ciência e saúde para meus estudos, trabalho e pesquisa. Agradeço também a meus pais, Ubirajara e Maria Aldeni, que com muito sacrifício, me proporcionaram oportunidades que, infelizmente, poucos seres humanos podem ter. Agradeço também a SEW-EURODRIVE Brasil Ltda., empresa com qual compartilho valores, conhecimentos e conquistas há quase 24 anos, em especial na figura de meu gestor Eng. Hiram Andreazza de Freitas, que sempre me apoiou e incentivou neste trabalho. Acrescento aqui o agradecimento a todos os meus professores, que ao longo de toda minha vida estudantil e acadêmica me inspiraram e incentivaram, em especial meu orientador Prof. Dr. Murilo Aparecido Voltarelli e meu coorientador, Prof. Dr. João Eduardo Silva, os quais sempre responderam prontamente meus anseios e dúvidas para a realização deste trabalho. Um outro agradecimento especial vai para o Sr. Daniel Nobre Júnior, profissional experiente da aviação, que prontamente nos ajudou nesta pesquisa, estando sempre disposto a responder nossas dúvidas. Agradeço também a todos que responderam à pesquisa aqui detalhada, e que por motivos éticos não posso revelar os nomes, mas que sabem que foram de suma importância para este trabalho de pesquisa. E, por último e não menos importante, agradeço à minha esposa Elaine, que por vezes me cobrou uma maior presença durante a realização desta dissertação, mas que sempre foi compreensiva, incentivando e entendendo a importância deste trabalho para minha carreira, bem como, compreendendo a importância desta pequena contribuição que estou dando à ciência brasileira. Além dela, agradeço também aos meus filhos, Felipe e Gabriel, que com todo o amor que sinto por eles, me incentivaram a deixar algum legado para eles e para a ciência, além de apenas poucos bens materiais.

RESUMO

BARREDA de CAMPOS, Ubirajara. Viabilidade do “*Crew Resource Management (CRM)*” na Indústria de Transformação. Dissertação de Mestrado em Nome do Programa de Engenharia de Produção – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2024.

Antes da década de 1980, pesquisas e investigações de acidentes aéreos identificavam os erros humanos como a principal causa de acidentes aeronáuticos. Essas falhas ocorriam principalmente nas comunicações interpessoais, na tomada de decisões e na liderança. A solução dada pela indústria, governo e órgãos aeroespaciais foi aplicar um conjunto de treinamentos e práticas baseadas em aspectos psicológicos e simulações que foram denominadas *Crew Resource Management (CRM)* e que tem trazido até hoje cada vez mais segurança às operações das aeronaves. Outros tipos de indústrias viram as vantagens do CRM e começaram a aplicá-lo em suas próprias operações, especialmente em indústrias de alto risco. A indústria de transformação, apesar de muitos avanços e da utilização de alta tecnologia, enfrenta desafios ligados a problemas de qualidade e segurança das operações, de seus funcionários e equipamentos, e pode encontrar no CRM uma ferramenta que possa mitigar consequências negativas relacionadas a estes desafios. Este trabalho buscou resumir através de uma Revisão Sistemática da Literatura, utilizando-se o método PRISMA, as formas como o CRM é aplicado em algumas indústrias, principalmente as de transformação e transporte (não-aviação civil) e também entender, utilizando-se de uma pesquisa de campo em uma montadora de automóveis na região sudeste do Brasil, se a cultura de segurança já existe, e se esta seria uma facilitadora para a implementação de programas e treinamentos de CRM na indústria de transformação, bem como suas congruências e discrepâncias em comparação com a Revisão Sistemática. Os resultados mostraram que, com algumas adaptações bem elaboradas, os treinamentos de CRM podem ser aplicados em diversas indústrias com o objetivo de trazer mais segurança às operações, mais produtividade e mais qualidade aos produtos e serviços.

Palavras-chave: Gerenciamento dos Recursos da Tripulação, Corporativo, CRM, Trabalho em equipe, Fatores Humanos, Indústria, Produção Enxuta, Manutenção.

ABSTRACT

BARREDA de CAMPOS, Ubirajara. Feasibility of “Crew Resource Management (CRM)” in the Converter Industries. Master's Dissertation on behalf of the Production Engineering Program – Federal University of São Carlos, Sorocaba, 2024.

Before the 1980s, research and investigations into aircraft accidents identified human errors as the main cause of aeronautical accidents. These failures primarily occurred in interpersonal communications, decision-making, and leadership. The solution provided by the industry, government, and aerospace agencies was to apply a set of training and practices based on psychological aspects and simulations, which were termed Crew Resource Management (CRM) and have since increasingly enhanced aircraft operations' safety. Other industries recognized the advantages of CRM and began applying it to their own operations, especially in high-risk industries. Despite numerous advancements and the use of high technology, the manufacturing industry faces challenges related to operational quality and safety, including those of employees and equipment. CRM could be a tool to mitigate negative consequences related to these challenges. This work aimed to summarize, through a Systematic Literature Review using the PRISMA method, how CRM is applied in various industries, particularly in manufacturing and non-civil aviation transportation. It also aimed to understand, using field research at an automotive manufacturer in south-eastern Brazil, whether a safety culture already exists and whether it could facilitate the implementation of CRM programs and training in the manufacturing industry. It also aimed to assess its congruences and discrepancies compared to the Systematic Literature Review. The results showed that, with well-crafted adaptations, CRM training can be applied across industries to enhance operational safety, productivity, and the quality of products and services.

Keywords: Crew Resource Management, Corporate, CRM, Teamwork, Human Factors, Industry, Lean Manufacturing, Maintenance.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

UFSCar: Universidade Federal de São Carlos

CRM: Crew Resource Management

IATA: International Air Transport Association

LM: Lean Manufacturing

IMVP: International Motor Vehicle Program

MIT: Massachusetts Institute of Technology

TPS: Toyota Production System

JIT: Just-in-time

TPM: Total Production Maintenance

NASA: National Aeronautics and Space Administration

CENIPA: Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

BEA: Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile

EASA: European Union Aviation Safety Agency

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

BAI: Big Automotive Industry (Nome fictício da empresa onde foi feita a pesquisa)

LGPD: Lei Geral de Proteção de Dados

ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil

HFE: Human Factors and Ergonomics

RAF: Royal Air Force

ATC: Air Traffic Control

TRM: Team Resource Management

NOTHECS+ ou NTS: No Technical Skills

HEMS: Helicopter Emergency Medical Services

GEMS: Ground Emergency Medical Service

NTSB: National Transportation Safety Board

TFOs: Tactical Flight Officers

NPAS: National Police Air Service

ACRM: Aeromedical CRM

BRM: Bridge Resource Management

LDPs: Large Display Panels

ARTCC: Seattle Air Route Traffic Control Center

FRS: Fire and Rescue Service

THINCS: The Incident Command Skills

FAA: Federal Aviation Administration

COVID-19: Coronavirus disease 2019

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS	
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3. REVISÃO DA LITERATURA	
3.1 CRM (CREW RESOURCE MANAGEMENT).....	16
3.2 A EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA.....	17
3.3 O LEAN MANUFACTURING.....	19
3.4 O USO DO CRM ALÉM DO SETOR AÉREO.....	21
4. METODOLOGIA	
4.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	23
4.2 UTILIZAÇÃO DO CRM NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO – PESQUISA DE CAMPO.....	26
4.3 ANÁLISE DE DADOS.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	
5.1. REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	32
5.1.1 TRABALHOS RELACIONADOS A MEIOS DE TRANSPORTE.....	40
5.1.2 TRABALHOS RELACIONADOS A INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO E A GERAÇÃO DE ENERGIA.....	46
5.2 TRABALHOS RELACIONADOS À MEDICINA.....	49
5.3. UTILIZAÇÃO DO CRM NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO – PESQUISA DE CAMPO.....	44
5.4. DISCUSSÕES.....	55
5.4.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	55
5.4.2 PESQUISA DE CAMPO.....	57
5.4.3 CORRELAÇÕES ENTRE A REVISÃO SISTEMÁTICA E A PESQUISA DE CAMPO.....	59
6. CONCLUSÕES.....	61

1. INTRODUÇÃO

No atual desenvolvimento da indústria de manufatura ao redor do mundo, em especial nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, ocorreram diversas e gratificantes evoluções e conquistas de equipes de produção, desenvolvimento de produtos, de processos, equipes de manutenção e de segurança do trabalho. E, com o advento e a aplicação de estratégias de negócios que marcam revoluções no setor, como o *Lean Manufacturing* e as tecnologias que proporcionam a Quarta e a Quinta Revoluções Industriais (Indústria 4.0 / Indústria 5.0), tais avanços se tornam ainda mais evidentes.

Por outro lado, ao se aprofundar na realidade desta mesma indústria, vários problemas relacionados à qualidade, prazos de entrega e acidentes de vários níveis de gravidades, ficam também evidentes, afetando trabalhadores e equipamentos, levando as empresas a enfrentar processos trabalhistas, prejuízos financeiros, *recalls*, atrasos, reclamações, entre outros desafios nem sempre simples de superar.

Outro tipo de indústria que é essencial para a economia atual é a da aviação comercial, que, de acordo com Poll (2017) é de extrema importância na vida moderna. Conforme o *site* da *International Air Transport Association* (IATA, [s.d.]), mais de 3 bilhões de pessoas utilizam este meio de transporte por ano, com fins diversos e, 35% do transporte de carga comercial, em especial mercadorias de alto valor e perecíveis em alta velocidade e em lugares, muitas vezes, remotos, que não poderiam ser acessados por outro meio. Tornando-a um dos pilares do mundo comercial como conhecemos. Além disso, a aviação civil, proporciona melhor qualidade de vida de milhões de pessoas, gerando riqueza, conectividade social, turismo e recreação. E, apresentando um número muito pequeno de acidentes quando comparado a quantidade de operações e pessoas e cargas transportadas, sendo por muitos, denominado de “o meio de transporte mais seguro que existe”.

Claro que, em se tratando de segurança, a criticidade e o cuidado com os procedimentos são muito mais impactantes para a aviação comercial do que para a indústria, porém dados a importância que alguns tipos de indústria têm para a economia e até mesmo o impacto ambiental e social que eventuais acidentes em suas plantas podem causar, além de possíveis ocorrências causadas por peças ou produtos defeituosos fabricados por determinados tipos de indústria, alguns questionamentos podem vir à tona, tais como: seria possível aplicar esta “quase infalibilidade” da indústria da aviação comercial na indústria de transformação? Será que a indústria de aviação comercial estaria sobrevivendo por mais de um século se tivesse a mesma quantidade de falhas, acidentes e incidentes que ocorrem na indústria de

transformação? Será que ao menos algo do que torna a aviação tão segura já não é aplicado de alguma forma na indústria de transformação?

Reportagens sobre a segurança da aviação são constantes nas diversas mídias modernas. E, mesmo quando há incidentes, as investigações concluem que estes não se tornaram graves acidentes devido à tripulação técnica, como pilotos e primeiros oficiais e a tripulação de cabine, como os comissários, seguirem procedimentos padronizados e treinados exaustivamente, sobre ferramentas que levam ao sucesso da segurança da aviação comercial atual. Uma destas ferramentas é conhecida como CRM, sigla em inglês para *Crew Resource Management*, que em português seria Gerenciamento dos Recursos da Tripulação.

O CRM proporciona aos pilotos e a todos os membros da tripulação as habilidades e a confiança necessárias para direcionar os melhores recursos para um voo seguro e eficiente. Neste sentido, o CRM utiliza aspectos da teoria da atenção plena (LANGER, 1989), melhorando as habilidades de escuta, observacionais, de planejamento, de coordenação, de liderança e de trabalho em equipe. Além de encorajar a criatividade da tripulação, no que se refere a novas ideias, questionamentos e inovação, e promover o ceticismo metódico e o criticismo construtivos. Tudo isso gera sinergia e o todo se torna maior do que a soma das partes (BENNETT, 2019b).

O CRM também pode ser entendido como um complexo conjunto de práticas, técnicas e treinamentos da tripulação baseado em simulação, que se concentra na otimização das habilidades não técnicas que contribuem para o desempenho das tarefas de forma segura e eficiente (DE SCHEPPER *et al.*, 2021).

Assim, atualmente, o objetivo da metodologia CRM não é somente eliminar, estancar ou mitigar os erros, mas sim, identificar e gerenciar as “armadilhas” e ameaças sistêmicas à segurança que surgem no complexo meio aeronáutico. O considerável salto qualitativo ocorrido ao longo da evolução do CRM se dá pela consciência desenvolvida nos envolvidos sobre ameaças externas que apresentam novos desafios para a psicologia e ciência aplicada à aviação (MUÑOZ-MARRÓN, 2018). Desta maneira, o CRM pode ser entendido não somente como *Crew Resource Management*, mas sim como *Corporate Resource Management*, que em português seria Gerenciamento dos Recursos Corporativos.

Após a disseminação do CRM na aviação comercial, algumas outras indústrias perceberam os efeitos positivos de treinamentos em segurança. A medicina reconheceu que muitos problemas interpessoais que levavam a acidentes e erros em procedimentos médicos eram semelhantes aos da aviação e logo começaram a utilizar o CRM. Segundo Buljac-

Samardzic; Doekhie; Van Wilgaeerden (2020), o CRM é comumente citado como um treinamento de intervenção que abrange principalmente habilidades não técnicas como consciência situacional, tomada de decisão, trabalho em equipe, liderança, enfrentamento do estresse e gerenciamento da fadiga, essenciais em situações que envolvem o paciente e sua condição de saúde.

Além da saúde, treinamentos de fatores humanos começaram a ser transferidos para o combate a incêndios, navegação, indústria de óleo e gás, plantas de geração de energia nuclear e indústria automotiva. Sendo que, ao contrário da aviação, o CRM em outras indústrias não é compulsório (SCHUERMANN; MARQUARDT, 2016).

A indústria também pode otimizar seus recursos humanos para evitar falhas que, em menor escala, também podem ser fatais, podendo trazer prejuízos financeiros e reputacionais milionários para a empresa, e uma possibilidade de mitigação de falhas humanas pode ser um programa de CRM bem adaptado e bem feito para aplicação nestas indústrias.

Dada esta visão mais abrangente, empregada na aviação e em outras indústrias, por que não aplicar a metodologia CRM, ainda de forma mais universal, na indústria de transformação que muitas vezes sofre prejuízos com atrasos, acidentes e *recalls*? Ou ainda, será que ao menos parte desta metodologia já não é aplicada, talvez empiricamente, pelos agentes da indústria para mitigar os erros e suas consequências?

Existem evidências, provenientes de várias indústrias de alto risco e alta confiabilidade, que não apenas ilustram a diversidade de opiniões, atitudes e crenças dos funcionários, mas também indicam que conflitos de opinião podem causar, muitas vezes, acidentes e incidentes (MEARNS; FLIN; O'CONNOR, 2001). Exemplos podem ser vistos em muitos aspectos culturais e hierárquicos dentro das indústrias, como, por exemplo, o quão aberto um gestor pode ser para ser alertado por sua equipe sobre um eventual erro que esteja cometendo? Ou ainda, existe a possibilidade de um funcionário menos experiente e mais jovem aconselhar um trabalhador mais experiente e mais velho sobre a melhor forma de lidar ou executar uma tarefa? Assim, o CRM pode ser uma ferramenta importante para quebrar barreiras culturais e hierárquicas dentro das empresas, otimizando os resultados e mitigando falhas que podem prejudicar a imagem e a saúde financeira das empresas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Esta pesquisa tem o objetivo de confirmar se o CRM pode ser uma das ferramentas para a indústria de transformação atingir um nível de excelência em qualidade e segurança equivalente ao da aviação comercial, e até mesmo encontrar indícios se ele já é utilizado nesta indústria, buscando reunir as informações e dados que possam indicar o que já é aplicado de CRM e o que já foi pesquisado e escrito a respeito da utilização e da viabilidade desta ferramenta em atividades diversas, que podem ou não estar ligadas a aviação, mas que ocorrem fora das cabines de comando de aviões comerciais. Buscando evidências se o CRM pode auxiliar a Indústria de Transformação a obter mais segurança e qualidade em produtos e serviços fornecidos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para se chegar a evidências da viabilidade do CRM em indústrias não relacionadas à aviação comercial, este trabalho é composto por dois tipos de pesquisa, (i) uma revisão sistemática da literatura sobre a utilização e a viabilidade do CRM fora das cabines de voo, que busca em estudos e pesquisas disponíveis sobre a utilização e a viabilidade do CRM fora da aviação. E, (ii) por uma pesquisa de campo com uma equipe de manutenção, em uma grande indústria automotiva de origem japonesa, localizada no sudeste do Brasil. Esta última, por sua vez, procura entender a utilização, no trabalho do dia-a-dia, de recursos utilizados no CRM, que já estão presentes e aumentam a segurança e a confiabilidade das atividades diárias desta equipe.

Com os dados levantados em ambas as pesquisas, espera-se responder as questões:

1. A Indústria de Transformação possui um ambiente propício a receber a aplicação do CRM, de forma a obter mais segurança e qualidade em produtos e serviços fornecidos?
2. Caso a resposta seja positiva, isso traria benefícios para as operações industriais?
3. Tendo como base o caso aqui estudado, a indústria já aplica, mesmo sem saber e/ou de maneira empírica, práticas de CRM?

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. CRM (*CREW RESOURCE MANAGEMENT*)

Uma das atividades econômicas fundamentais para o mundo moderno e que se preocupa muito com qualidade, eficiência e, principalmente, segurança, é a aviação comercial. Ao longo de sua história, foi aprendido que um acidente ou incidente aeronáutico ocorre por o alinhamento de vários fatores contribuintes. Sendo que a atual segurança da aviação também se deve a diversos fatores, inclusive, de certo modo, estando ligada aos acidentes, pois investigações destes servem como método de prevenção, por envolver técnicas que se tornaram pilares da segurança que tem sido de vital importância na prevenção de acidentes na indústria de transporte aéreo, criando e promovendo melhorias no projeto e fabricação de aeronaves, treinamento de pessoal, protocolos e no desenvolvimento de extensa legislação (BARROSO; MUÑOZ-MARRÓN, 2023).

Na década de 1970, a NASA (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço, dos EUA), identificou como causa de 70% dos acidentes aéreos, a deficiência do fator humano na área de comunicação, tomada de decisão e liderança. Ela concluiu que mesmo o piloto mais bem treinado - o comandante - pode se encontrar em situações em que erros podem ser cometidos devido às imperfeições do corpo e da psicologia humana, bem como aos fatores negativos relacionados às relações entre os membros da tripulação na cabine. Assim, o treinamento de CRM foi introduzido na aviação comercial para se reduzir a possibilidade da tripulação cometer erros o fazer o melhor uso possível dos recursos humanos disponíveis na cabine (KUŁAKOWSKI; NOWAKOWSKI, 2019).

O objetivo principal do treinamento em CRM é fornecer aos integrantes da equipe uma gama de habilidades não técnicas necessárias para alcançar um bom desempenho da equipe e uma interação adequada, integrada e suave de todo o time. Além de dotá-los de boas habilidades de comunicação, que incluem receptividade e habilidades de influência (SAUER *et al.*, 2010).

O CRM pode também ser definido como uma filosofia de formação que tem o objetivo de adaptar o comportamento adequado e eficaz do piloto através do reforço da sua capacidade de gerenciar todo o conjunto de recursos disponíveis, tanto os técnicos quanto os relacionados com o relacionamento entre os tripulantes. Os conceitos de CRM e a filosofia de treinamento foram desenvolvidos ao longo dos anos e em muitas etapas, começando com o conceito de Gestão de Recursos de Cockpit, depois Gestão de Recursos de Tripulação e, atualmente, Gestão de Recursos da Empresa (*Corporate Resource Management*) (DE CARVALHO *et al.*, 2016).

Na aviação, eventuais deficiências na comunicação e no trabalho em equipe, não são apenas situações embaraçosas e que causam mal estar entre as pessoas. Tais deficiências, podem gerar tragédias. Salas *et al.* (2001) exemplificam com o caso do voo 401 da Eastern Airlines, que caiu em Everglades, Flórida (EUA), em dezembro de 1972, porque a tripulação permitiu que seu Lockheed L-1011, totalmente operacional, voasse para o solo. Os resultados da investigação revelaram que toda a tripulação estava preocupada com o farol de pouso, localizado no trem de pouso, que não havia acendido, e não perceberam que o piloto automático havia sido desconectado.

O acidente mais fatal da aviação brasileira, ocorrido em solo nacional, teve como um dos seus principais fatores contribuintes a falta ou a má utilização do CRM. Trata-se do voo TAM 3054, que voava de Porto Alegre para São Paulo (Congonhas) em 17/07/2007. No relatório final (CENIPA, 2009) consta a seguinte recomendação:

“Reestruturar a instrução de CRM, com a finalidade de elevar a percepção quanto à influência da cultura organizacional no desempenho do tripulante e de tê-la como um elemento permanentemente favorável para a segurança das operações.”

Outro acidente importante e de grande repercussão nacional e internacional, fortemente influenciado pelo mal uso do CRM foi o voo Air France 447, que partiu do Rio de Janeiro em direção a Paris (França) em 01/06/2009 e nunca chegou ao seu destino. Uma das recomendações do relatório final foi (BEA, 2012):

“A EASA deve garantir que os operadores reforcem a formação em CRM para permitir a aquisição e a manutenção de comportamento automático adequado e respostas em situações inesperadas e incomuns com uma alta carga emocional e de trabalho.”

E tantas outras e diversas investigações de acidentes e incidentes corroboram pra isso, fazendo do CRM, um treinamento onipresente nas melhores companhias de aviação civil do mundo. E, por tratar fatores humanos, que estão presentes em qualquer atividade humana, sem envolver complexas técnicas relacionadas a operação de aeronaves, é possível que haja alguma associação com a indústria de transformação.

3.2. A EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA

Para se entender e justificar a utilização de um método oriundo de uma atividade tão diferenciada como é a aviação, na indústria de transformação, se faz necessário resgatar a evolução da desta última desde os primórdios até às modernas indústrias onde longos tempos

de parada, acidentes internos ou consequentes de produtos de qualidade abaixo da esperada, podem resultar em prejuízos milionários e em perdas humanas irreparáveis.

A evolução das atividades industriais humanas, podem ser divididas em 4 grandes revoluções que mudaram o modo que a humanidade passou a produzir e consumir (YIN; STECKE; LI, 2018). Os autores ainda enumeram estas revoluções conforme abaixo:

- a) Indústria 1.0: foi a que alterou e proporcionou a mudança do foco das atividades humanas da agricultura para a indústria. Naquele momento, a maior importância era o volume. Nela, as ofertas eram menores que as demandas, resultando na não satisfação das exigências da sociedade. A variedade de produtos era muito baixa e a maioria dos produtos eram agrícolas, por isso o ajuste automático dos preços, regulado pela oferta e pela demanda, era um uma ferramenta útil para equilibrar o descompasso entre oferta e demanda naquele momento.
- b) Indústria 2.0: nela os produtos industriais floresceram tanto em volume quanto em variedade. As principais inovações tecnológicas incluíram eletricidade, eletrônica e mecânica dos dispositivos e carros. Dois inovadores, Henry Ford e Taiichi Ohno, praticaram e estenderam os princípios de Taylor, o gerenciamento científico. Ford abordou a escassez de oferta em volumes de produtos usando linhas de montagem de produção em massa. Ohno focou sua produção no ponto de vista dos clientes, ou seja, regulado pela demanda e em variedades de produtos, desenvolvendo o Sistema Toyota de Produção (TPS), o precursor do *Lean*.
- c) Indústria 3.0: caracterizada pela mudança do analógico para o digital e pela automação dos processos produtivos. Houve também grande impacto na indústria de produtos eletrônicos, que se alterou de integral para modular, diminuindo drasticamente o ciclo de vida dos produtos. Aqui, a demanda se tornou “tridimensional”, com apreço por volume, variedade e prazo de entrega.
- d) Indústria 4.0: é a revolução pela qual estamos passando atualmente, marcada por grandes inovações tecnológicas tais como, Internet das Coisas (IoT), *big data*, veículos elétricos (EV), manufatura aditiva, impressão 3D, computação em nuvem, inteligência artificial e sistemas ciberfísicos.

Ainda há um novo conceito recentemente proposto pela Comissão Europeia, a Indústria 5.0, a fim de se alcançar uma indústria centrada no ser humano, sustentável e resiliente, sendo frequentemente proposta como a solução que precisaremos para alcançar a prosperidade, como uma forma sustentável de aumentar a produtividade sem remover os

trabalhadores humanos do domínio da indústria de transformação (BREQUE; DE NUL; PETRIDIS, 2021).

A Indústria 5.0 traz o conceito de combinar ações humanas com inteligência das máquinas e treinar robôs colaborativos para se adaptarem às intenções dos humanos quando trabalham em conjunto (LENG *et al.*, 2024). Tais interações em enfoque na importância dos trabalhadores, traz ainda mais importância para os fatores humanos nas atividades da indústria de manufatura.

3.3. O LEAN MANUFACTURING

Uma das estratégias de gestão da produção mais usadas na indústria de transformação é o *Lean Manufacturing*, pois elas estão há muito tempo na vanguarda da mudança nas relações sociais e tecnológicas de produção. Tais mudanças incluem a eliminação do desperdício por meio da orientação de "qualidade", eliminando processos e insumos que não agregam valor, desintegração vertical e produção *just-in-time* (ROBERTS; CULLINANE, 2023). E, se ocorrerem falhas, mesmo com uma manutenção preventiva eficaz, o que pode acontecer, estas podem afetar gravemente o sistema devido à forte interação entre todos os seus elementos (ALBINO; CARELLA; GEOFFREY OKOGBAA, 1992).

O termo '*Lean Manufacturing*' (LM) apareceu pela primeira vez no Programa Internacional de Veículos Motorizados (IMVP) do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), da década de 1980. Ele surgiu para descrever as fábricas e os sistemas de produção das montadoras japonesas de automóveis. Podendo ser traduzido para Manufatura (ou Produção) Enxuta, o LM é baseado no Sistema Toyota de Produção (TPS), que surgiu no pós-Segunda Guerra Mundial na Toyota e ficou conhecido também por "*Just-in-time*" (JIT). O principal objetivo do JIT é melhorar a eficiência operacional através do desenvolvimento de operações com custo mínimo, muito importante naquela época para o castigado Japão (CHEN *et al.*, 2019).

Estes mesmos autores, explicam também a prática do *Total Productive Maintenance* (TPM), que vem do inglês, Manutenção Produtiva Total, como sendo uma das técnicas de melhoria contínua, usada por empresas que aplicam o LM, baseada em trabalho em equipe e manutenção autônoma, que garante o bom funcionamento e o aumento da vida útil das máquinas.

Desta forma, pode-se entender a criticidade das operações de manutenção em uma empresa que aplica o Lean Manufacturing, como estratégia de negócio e otimização da

produtividade, pois os estoques, que podem suprir linhas de produção durante uma parada, tendem sempre a ser baixos ou até nulos.

De acordo com Mostafa; Dumrak; Soltan (2015), devido às máquinas estarem se tornando cada vez mais automatizadas e mais complexas, espera-se que os custos de manutenção se tornem mais elevados e tais custos, são proporcionais aos tempos de máquinas paradas, que por sua vez aumentam as atividades que não agregam valor ao produto que está sendo produzido e desperdícios nas operações de manutenção. Eles acrescentam que, o gerenciamento da manutenção é crucial dentro das atividades de gestão de uma empresa de manufatura. Assim, para se ter um desempenho de alta performance, as estratégias de manutenção, devem estar ligadas às estratégias de fabricação, tais como o LM. Se esta seleção de estratégia for bem sucedida, um alto grau de utilização, confiabilidade e disponibilidade das instalações de fabricação será alcançado e mantido. E isso também leva à redução do desperdício de materiais, peças, ferramentas e equipamentos.

A resolução de uma emergência operacional, por um time de manutenção, é decisivamente influenciada pela necessidade de coordenação rápida entre os membros do mesmo, que devem ter um claro objetivo em mente: restaurar a funcionalidade do equipamento ou processo. Assim, a equipe é orientada para o desempenho e a ambiguidade decisória deve ser a mínima possível. Deve estar claro a todos que o objetivo é trazer o processo de volta à plena funcionalidade, o mais rápido possível, e discussões excessivas atrasariam uma solução, mesmo que temporária. Além disso, a necessidade de coordenação é muito importante e deve haver um grande incentivo para solucionar qualquer problema de comunicação e, ser escolhido um tipo de mídia, se necessário, que ofereça os benefícios mais esperados do ponto de vista da coordenação. O time não tem folgas significativas e precisam ter certeza de que a maior parte de suas ações agregam valor, para que não se perca tempo e não aumente os custos da operação (COLAZO, 2022).

Outra ferramenta importante da filosofia LM, que é utilizada para melhorar a qualidade do local de trabalho, e que, portanto, cria as bases para tantas outras melhorias, é o sistema 5S. Este sistema é reconhecido nas indústrias manufatureiras como uma ferramenta primária de gestão *Lean* e é comum ser o primeiro passo na implantação de um sistema LM em uma empresa (MISIUREK; MISIUREK, 2020). Os autores ainda definem o nome 5S, que deriva das seguintes expressões originadas na língua japonesa:

- (1) S – *Seiri* – Senso de Utilização;
- (2) S – *Seiton* – Senso de Organização;

- (3) S – *Seiso* – Senso de Limpeza;
- (4) S – *Seiketsu* – Senso de Saúde e Higiene
- (5) S – *Shitsuke* – Senso de Autodisciplina

A segurança ocupacional é a prioridade número 1 para a maior parte das indústrias de transformação e, assim, o termo “sistema 6S”, tem sido cada vez mais utilizado, sendo o sexto “S” o da Segurança.

Os autores estudaram as melhorias da segurança ocupacional na indústria da construção civil com a utilização do 6S e defendem que sistema 5S é uma das abordagens mais populares para a melhoria da organização num determinado ambiente de trabalho. Tais métodos, podem ser utilizados em qualquer processo que envolva pessoas. O “S” a mais, que é de segurança, que forma o 6S, enriquece o sistema como um todo e não se limita apenas na melhoria da qualidade de um local de trabalho, mas também no que é mais caro para as organizações – a segurança no trabalho. Portanto, o sistema 6S é uma abordagem abrangente para proporcionar um local de trabalho de alta qualidade, mantendo a segurança como elemento chave e fundamental.

Devido a esta ênfase na segurança e na interligação entre os processos, ferramentas que otimizam a comunicação e minimizam o impacto de fatores humanos, como o CRM, podem trazer mais confiabilidade nas operações das indústrias de transformação, ainda mais com processo interligados e cujas eventuais paradas, trazem grandes impactos para a produtividade e para as entregas das células de produção.

3.4. O USO DO CRM ALÉM DO SETOR AÉREO

Dada a importância da segurança, na produtividade das operações e na qualidade total dos produtos hoje produzidos na indústria de transformação, a baixa taxa de falhas na indústria de transporte aéreo de cargas e passageiros tem chamado a atenção de diversos pesquisadores e autores que têm buscado entender aplicações de ferramentas utilizadas na aviação, como o CRM, para serem utilizadas em diversos ramos da indústria.

Alguns autores, como Havinga *et al.* (2017), pesquisaram na indústria de Transporte Marítimo, Energia Nuclear, Petróleo e Gás e Controle de Tráfego Aéreo e realizaram uma revisão sistemática de aplicação de CRM neste tipo de empresas. Outros, como Silva-Martinez (2015) escreveu sobre a aplicação do CRM na indústria de peças aeroespaciais, percebendo que essas técnicas são cruciais para a detecção prévia e melhor gerenciamento de erros.

É importante lembrar, no entanto, que o CRM não é, e nunca será o único e infalível mecanismo para eliminar o erro e garantir a segurança em um empreendimento de alto, médio ou baixo risco. Devido à limitação natural do desempenho humano e do funcionamento de sistemas complexos, os erros são inevitáveis, o CRM é apenas uma das ferramentas que temos para mitigar e gerir o erro (HELMREICH; MERRITT; WILHELM, 1999).

Na aviação comercial, o CRM desempenha um papel além do bom atendimento dos passageiros pelos comissários, assegurando-se, por exemplo, que haja café suficiente na *galley*, ou, no caso de voos espaciais, de se assegurar que os astronautas têm oxigênio suficiente em sua nave ou cápsula. Ele trata da otimização da interface homem-máquina e a obtenção de informações pertinentes para se promover a segurança e melhorar eficiência da operação. Além disso, o CRM aborda o relacionamento interpessoal nos aspectos que estão incorporados nas operações de voo e nos treinamentos técnicos (SILVA-MARTINEZ, 2015).

Para se implantar o CRM em qualquer tipo de indústria, se faz necessário seguir alguns passos, sendo importante se estabelecer uma parceria com alguma instituição e/ou profissionais proficientes no tema, de preferência com, ao menos alguns deles, oriundos da aviação.

Os profissionais contratados devem seguir algumas etapas, tais como;

1. Observação dos procedimentos correntes;
2. Planejamento baseado nas informações coletadas, onde são escolhidas as áreas a receber o treinamento em ordem de prioridade;
3. Treinamento da alta direção e dos líderes da organização, conforme as áreas priorizadas no planejamento;
4. Treinamento dos funcionários, conforme as áreas priorizadas no planejamento;
5. Formação de multiplicadores e facilitadores de CRM dentro da organização.

Esta abordagem abrangente ao treinamento em CRM auxilia na manutenção do foco organizacional na melhoria das práticas de segurança e reforça a mentalidade de fornecer produtos e serviços de alta qualidade e centrados no cliente (MOFFATT-BRUCE *et al.*, 2019).

É claro que para tudo isso há um custo e, se ele é alto ou não, depende da realidade de cada organização e onde cada uma delas pretende chegar ao nível padrão de excelência na qualidade e na segurança de suas operações. Assim, é importante se fazer um estudo de viabilidade financeira e de retorno do investimento em treinamento e da implantação do CRM, colocando na contrapartida a diminuição de refugos, *recalls* e acidentes de trabalho por exemplo. Como descrito no artigo já citado de Moffatt-Bruce *et al.* (2019), onde descrevem a medição do impacto financeiro da implantação do programa de CRM no *Ohio State University*

Wexner Medical Center, onde concluíram que qualquer melhoria de qualidade e segurança impactam positivamente as finanças não somente por melhorar a percepção dos clientes, mas para toda a organização e seus funcionários. Em última análise, considerando o retorno do investimento positivo e tendo em conta tanto a redução de eventos evitáveis de segurança do paciente como economias geradas pela utilização do CRM, os investigadores concluem que a implementação deste programa em todo o sistema de saúde pode ser uma boa forma de investimento.

No entanto, existem poucos estudos e pesquisas sobre a aplicação de CRM nas firmas que realizam transformação de matéria-prima. Contudo, há evidências de que é viável a utilização desta ferramenta, que tão bem trata fatores humanos na aviação, na indústria de transformação.

4. METODOLOGIA

Para se ter uma abrangência o mais adequada possível para uma pesquisa deste porte, os métodos aplicados são divididos em dois, (a) Revisão Sistemática da Literatura sobre a utilização do CRM fora das cabines de comando da aviação comercial, e, (b) Pesquisa de Campo que busca entender se e o que do CRM é utilizado por uma equipe de manutenção em uma determinada firma que utiliza o *Lean Manufacturing* e suas ferramentas.

Assim, com ambos os resultados, que indicam em quais tipos de indústria o CRM já é aplicado fora da aviação e complementado com um estudo de aplicação de CRM que faz uma avaliação exploratória do em uma empresa de manufatura para se analisar se algumas práticas desta ferramenta já são utilizadas.

4.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

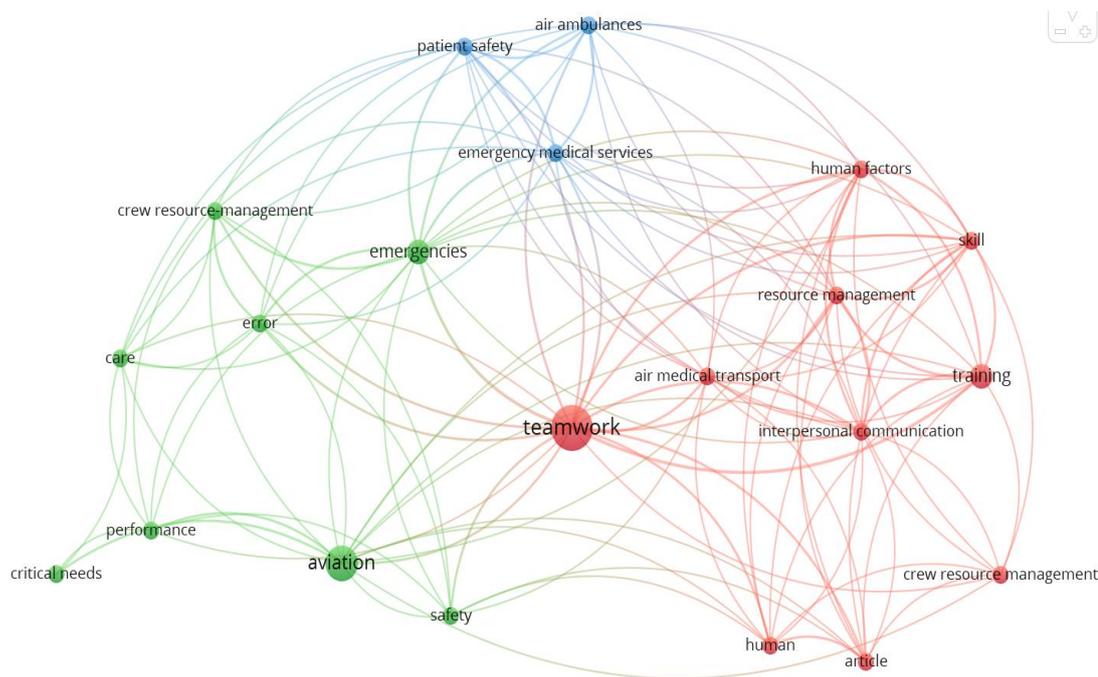
Segundo Tranfield; Denyer; Smart (2003) nas pesquisas na área de gerenciamento e administração, o processo de revisão de literatura é uma ferramenta importante para gerenciar a diversidade de conhecimento para uma investigação acadêmica específica, por isso uma Revisão Sistemática exploratória foi escolhida para encontrar possíveis respostas para as perguntas elencadas nesta pesquisa. Os autores citados também argumentam que a revisão da literatura geralmente dá ao pesquisador a oportunidade de mapear e avaliar o território intelectual atual e de especificar uma questão de pesquisa para desenvolver ainda mais o corpo de conhecimento existente. Além disso, os autores também defendem que as Revisões

Sistemáticas possuem um processo transparente, replicável e científico, e identificam contribuições científicas importantes para uma questão ou um campo de estudo.

Para esta Revisão Sistemática, algumas das mais confiáveis e utilizadas bases de pesquisa de artigos acadêmicos e científicos foram utilizadas, *Web of Science*, *Scopus*, *Redalyc* e *IEEE-Xplore*. Outro aspecto importante que foi levado em consideração foi a confiabilidade das informações coletadas, por isso foram escolhidos apenas artigos, revisões e acesso antecipado.

Quanto às palavras-chave, foram utilizadas “*crew resource management*” e “*teamwork*”, na língua inglesa, após análise no aplicativo VOSviewer nas palavras-chave utilizadas pelos autores das referências utilizadas nos artigos selecionados, como se pode ver na Figura 1. Esta, que foi gerada pelo aplicativo VOSviewer, e mostra as palavras-chave utilizadas pelos autores dos 17 artigos que foram revisados, demonstrando que as palavras-chave utilizadas na revisão de literatura, estão coerentes com a literatura existente e disponíveis nas bases pesquisadas.

Figura 1: Palavras-chave dos autores conforme o aplicativo VOSviewer



Na Tabela 1 estão as *strings* de busca, os resultados e os filtros, que podem ser usados por outros autores para tornar esta revisão o mais transparente e replicável possível:

Tabela 1: *Strings* de busca em cada uma das plataformas pesquisadas

Base	Sequência de pesquisa	Resultados	Filtros	Resultados
Web of Science	TS =(“ <i>crew resource management</i> ”) AND TS=(<i>teamwork</i>)	206 publicações	Somente artigos, revisões e acesso antecipado	194 publicações
SCOPUS	(TITLE -ABS-KEY (" <i>crew resource management</i> ") AND TITLE-ABS-KEY (<i>teamwork</i>))	235 publicações	Apenas artigos e revisões	186 publicações
Redalyc	"Crew Resource Management" AND "Teamwork"	13 publicações	Artigos	13 publicações
IEEE Xplore	("Full Text Only": "crew resource management") AND ("Full Text Only": <i>teamwork</i>)	52 publicações	Somente <i>Journals e Magazines</i>	5 publicações

Pesquisa realizada entre 29 de dezembro de 2023 e 16 de março de 2024.

Para guiar esta Revisão Sistemática, foi utilizado o checklist PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (LIBERATI et al., 2009). Conforme resultado mostrado na figura 2.

Um dos fatores que mais consomem tempo em uma revisão sistemática é a filtragem preliminar ou análise das citações nos artigos buscados. O aplicativo *web* Rayyan (OUZZANI et al., 2016) foi desenvolvido especificamente para agilizar a triagem inicial de resumos, *abstracts* e títulos usando um processo semiautomático, mas com um objetivo claro de incorporar um nível de usabilidade que seria compatível com o conjunto de habilidades de um amplo espectro de usuários em potencial. Por esses motivos, Rayyan foi o aplicativo web escolhido para triagem dos estudos que fazem parte ou não desta Revisão Sistemática, com base nos seguintes critérios de exclusão, justificados em cada um deles:

I. Quando, no artigo, CRM tem outro significado

Este critério de exclusão, foi utilizado quando a sigla CRM possui outro significado. No caso, *Crisis Resource Management*, e foram filtrados por também estarem ligados a outra palavra chave “*Teamwork*”.

II. Quando, no artigo, o CRM estiver relacionado à aviação comercial;

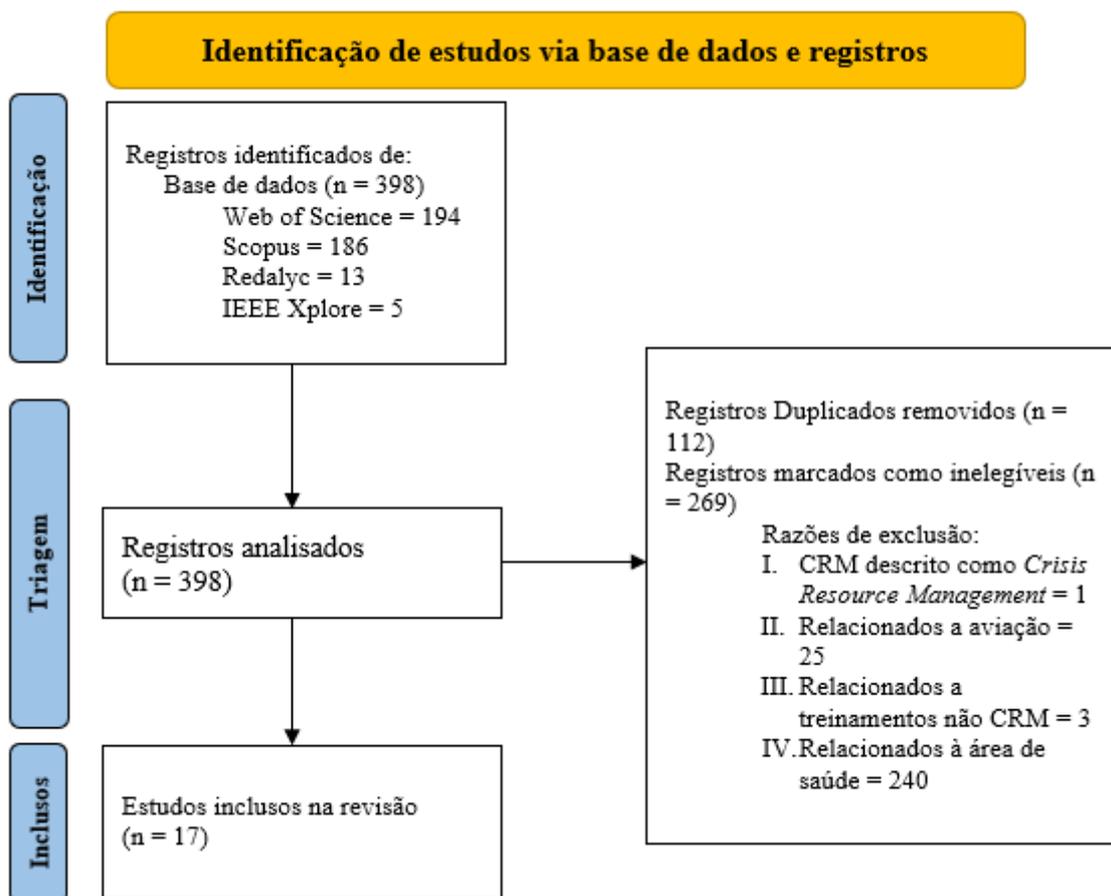
Em alinhamento com o objetivo da pesquisa, o foco não é estudar CRM quando aplicado na operação de aeronaves comerciais de transporte de passageiros e/ou cargas.

III. Quando o artigo é relacionado a treinamento de equipes, mas não são baseados em CRM;

IV. Quando o artigo é relacionado apenas à área de saúde.

Os artigos são sobre a utilização de CRM em uma área fora da aviação, no caso eles tratam da utilização do CRM na área de saúde e dentro de hospitais, principalmente em cirurgias e recepção de paciente em emergência, cujo o foco diverge da indústria de transformação aqui estudada.

Figura 2: Análise PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) com os filtros e critérios de exclusão



4.2 UTILIZAÇÃO DE CRM NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO

Para a pesquisa de campo, a indústria automotiva foi escolhida, pois a qualidade, os prazos e a segurança são pilares importantes para o sucesso e para a sobrevivência em um mercado extremamente competitivo.

Assim, foi realizado um levantamento de dados e informações sobre a rotina de trabalho de uma equipe de manutenção de uma grande indústria automotiva localizada na região sudeste do Brasil, que por motivos éticos e para não expor atividades e características

corporativas e competitivas da mesma, foi nomeada BAI e seus funcionários que eventualmente foram citados e denominados F1, F2, F3, etc., pelos motivos supra citados e para que não venhamos a correr risco relacionados ao não cumprimento da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) (“L13709”, 2018).

A BAI é uma das pioneiras na utilização do LM na gestão da produção e de suas entregas e está presente no Brasil há 66 anos, possuindo atualmente, três unidades produtivas que empregam mais de 6.000 pessoas no país. Mundialmente, a BAI construiu, ao longo de mais de 80 anos, um modelo de negócio reconhecido por suas bases de eficiência e busca contínua da produtividade, e busca oferecer soluções de mobilidade cada vez melhores às pessoas.

4.2.1 QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA COLETA DE DADOS

Para tanto, foi elaborado um formulário com 17 afirmações auto descritivas onde foi utilizada a escala de Likert (LIKERT, 1932), de 1 a 5, conforme tabela 2, indo de Discordo Totalmente a Concordo Totalmente. Devendo os respondentes escolher conforme sua opinião a respeito de seu dia-a-dia de trabalho e suas atividades. As perguntas foram enviadas individualmente, por e-mail, para 14 funcionários da BAI, independente dos cargos ocupados e do tempo de experiência na empresa.

Tabela 2: Intensidade da escala de Likert utilizada na pesquisa

Intensidade	Opinião do Funcionário
1.	Discordo Totalmente
2.	Não Concordo
3.	Neutro
4.	Concordo
5.	Concordo Totalmente

A escala de Likert é um dos formatos mais utilizados em pesquisas acadêmicas e mercadológicas para se mensurar e entender atitudes e comportamentos dos agentes de determinada atividade ou consumidores de determinado seguimento. Com esta escala mensura-se os níveis de intensidade que cada trabalhador pesquisado atribui a cada tópico abordado nesta pesquisa, ajudando-o a refletir como consideram cada assunto abordado. Para o pesquisador as respostas apontam uma tendência central que traz dados qualitativos importantes para entender se o CRM foi aplicado na BAI.

Além destas afirmações, outras 8 perguntas foram feitas aos entrevistados que deveriam descrever sucintamente, conforme suas experiências profissionais e pessoais. Para coletar as respostas, foi criado um formulário Google, que foi enviado e respondido pelos participantes nos meses de julho e agosto de 2023.

As afirmações e perguntas foram embasadas em textos já mencionados e também em outros, como escrevem Stolzer; Halford; Goglia (2008) sobre os passos que envolvem o controle do perigo e dividem tais passos em:

1. Assegurar que o perigo é reconhecido e identificado;
2. Determinar e selecionar as formas de controle do perigo;
3. Atribuir responsabilidades para a implementação dos controles;
4. Medir e monitorar a efetividade de cada controle implementado.

A ANAC (2020), Agência Nacional de Aviação Civil, em seu Treinamento de CRM, entre outras coisas, detalha o processo de tomada de decisão dividindo-os em 2:

- a) Explicitando a influência de vieses e outros fatores cognitivos na qualidade de uma decisão e demonstrando técnicas eficazes de busca e avaliação de informações. O papel que técnicas de *briefing* (verificação entre os tripulantes técnicos para se estabelecer previamente os procedimentos e as manobras do voo) e *debriefing* (ao final do voo, os tripulantes comentam os erros e acertos ocorridos, utilizado principalmente em voos de instrução) exercem nos processos de comunicação e tomada de decisão.
- b) O processo de tomada de decisão em grupo, através da demonstração de modelos operacionais relacionados. As equipes podem se referir a esses modelos para fazerem boas escolhas em situações em que a informação é incompleta ou contraditória. Além do estudo da assertividade e a relação entre nível de risco e grau de assertividade.

Barroso; Muños-Marrón (2023), em um estudo sobre investigação de acidentes aéreos, concluem que é necessário estudar isoladamente ambas as conclusões de um relatório de investigação, de um lado, as causas e, de outro, as recomendações, pois, ao tratar ambas em conjunto, corre-se o risco de se distorcer o resultado em termos de fatores humanos, que em geral predominam nas causas dos relatos analisados. Já os fatores organizacionais são predominantes nas recomendações de melhorias ao longo do período, por eles estudado. Por outro lado, os fatores técnicos são cada vez menos relevantes, tanto nas causas como nas recomendações.

Outras fontes que também podem ser citadas, são profissionais da aviação que puderam ser consultados antes da elaboração da pesquisa e, tais como, um instrutor de CRM, um comandante de Airbus A320 e uma Técnica de Manutenção Internacional, dos quais muitos relatos e diversas e valiosas informações e experiências puderam ser coletados.

Desta forma, o questionário foi elaborado, buscando-se conectar conceitos do CRM com o dia-a-dia da equipe pesquisada, com o intuito de se verificar se alguns destes procedimentos já são por eles utilizados, até de forma empírica.

Antecipando-se ao questionário, a tabela 3 foi apresentada aos respondentes e se trata de um glossário, com palavras que eventualmente podem não fazer parte do vocabulário diário dos mesmos. A tabela 4 apresenta o questionário aplicado utilizando-se a ferramenta *Google Forms*. E, para facilitar a compreensão foi colocada uma observação informando que no contexto da pesquisa, a aviação seria citada somente como referência para embasar a análise e respostas dos participantes.

Tabela 3: Glossário para garantir o entendimento dos termos utilizados com os pesquisados

<p>Se necessário, utilize o glossário abaixo para compreender adequadamente as afirmações.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procedimentos Padronizados: procedimento descrito em manuais de operações ou documentos similares e que devem ser sempre feitos da mesma maneira. - Fraseologia Padrão: utilização de palavras e frases padronizadas a fim de se ter o mesmo entendimento em todas as ocasiões em que são empregadas. - Checklist: uma lista de tarefas nas quais se deve pensar a respeito e/ou que devem ser executadas. - Crosschecks: verificar uma informação ou cálculos utilizando diferentes fontes e/ou diferentes métodos. - Cotejamento: Procedimento pelo qual o receptor repete uma mensagem recebida ou parte dela ao transmissor, com o fim de obter confirmação de que a recepção foi correta.

Tabela 4: Afirmações auto descritivas do questionário aplicado na pesquisa: Aplicação de CRM (*Corporate Resource Management*) na Indústria de Transformação

<p>Afirmações Auto Descritivas (Nas afirmações de 1 a 17, escolha uma nota em uma escala de 1 a 5)</p> <p>Obs.: Nas afirmações 1 e 2, a aviação, bem como seus métodos e procedimentos, são citados apenas para referenciar o contexto da pesquisa e embasar a análise dos respondentes para as demais afirmações e perguntas.</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. A aviação é um dos meios de transporte mais seguros que existe. 2. Alguns métodos e procedimentos que tornam a aviação segura podem ser levados para as operações das indústrias de transformação. 3. A comunicação entre os funcionários é importante para a segurança das operações de manutenção na indústria de transformação.

4. A comunicação entre os funcionários é importante para o **sucesso** de uma operação de manutenção na indústria de transformação.
5. Nem sempre o funcionário alocado em uma posição hierárquica mais alta é o que irá propor a melhor solução para um determinado problema.
6. Nem sempre o funcionário com mais tempo de experiência, independentemente de sua posição hierárquica, é o que irá propor a melhor solução para um determinado problema.
7. Procedimentos padronizados são importantes para o bom andamento dos procedimentos de manutenção dentro da indústria de transformação.
8. A adoção de fraseologia padrão é importante para o bom andamento dos procedimentos de manutenção dentro da indústria de transformação.
9. Treinamentos em procedimentos de manutenção são importantes para a **segurança** das operações de manutenção na indústria de transformação.
10. Treinamentos em procedimentos de manutenção são importantes para o **sucesso** das operações de manutenção na indústria de transformação.
11. A realização de treinamentos baseados em simulação é importante para a **segurança** das operações de manutenção na indústria de transformação.
12. A realização de treinamentos baseados em simulação é importante para o **sucesso** das operações de manutenção na indústria de transformação.
13. A realização de checklists de procedimentos contribuí positivamente para a **segurança** das operações de manutenção na indústria de transformação.
14. A realização de checklists de procedimentos contribuí positivamente para o **sucesso** das operações de manutenção na indústria de transformação.
15. A realização de crosschecks e cotejamento de procedimentos contribuí positivamente para a **segurança** das operações de manutenção na indústria de transformação.
16. A realização de crosschecks e cotejamento de procedimentos contribuí positivamente para o sucesso das operações de manutenção na indústria de transformação.
17. Em uma indústria, um funcionário deve ter autonomia para interromper uma operação de manutenção e/ou processo produtivo, em favor da segurança das pessoas e equipamentos envolvidos, independentemente de seu tempo de experiência e posição hierárquica

Na tabela 5, se encontram 8 perguntas dissertativas, para as quais os pesquisados receberam a seguinte orientação:

Tabela 5: Questionário dissertativo complementar à pesquisa: Aplicação de CRM (Corporate Resource Management) na Indústria de Transformação

Questionário Dissertativo: Para as perguntas de 18 a 25, descreva sucintamente e com suas palavras se e como os procedimentos descritos são aplicados em seu trabalho.

18. Você tem abertura para propor para seu superior hierárquico, uma solução para um determinado problema, que você entende ser melhor do que a solução eventualmente proposta por ele?

19. Você tem abertura para propor para alguém com mais experiência que você, uma solução para um determinado problema, que você entende ser melhor do que a solução eventualmente proposta por ele?

20. Você utiliza procedimentos padronizados para realizações de tarefas dos eu dia-a-dia? Se possível, dê algum exemplo!

21. Você utiliza procedimentos padronizados para realizações de tarefas mais específicas e que podem trazer algum risco a sua segurança e/ou a segurança de outros funcionários e dos equipamentos envolvidos?

22. Há algum tipo de fraseologia padrão utilizada em sua área de atuação profissional? Ela é utilizada em suas tarefas? Se possível, dê algum exemplo!

23. Você realiza treinamentos baseados em simulação dos procedimentos que você faz no seu trabalho em tarefas mais específicas e que podem trazer algum risco a sua segurança e/ou a segurança dos equipamentos envolvidos?

24. Você realiza checklists para a realização de procedimentos que você faz no seu trabalho em tarefas mais específicas e que podem trazer algum risco a sua segurança e/ou a segurança dos equipamentos envolvidos?

25. Você realiza crosschecks para a realização de procedimentos que você faz no seu trabalho em tarefas mais específicas e que podem trazer algum risco a sua segurança e/ou a segurança dos equipamentos envolvidos?

4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Dados o tamanho da amostragem de funcionários da BAI que foram convidados a responder a pesquisa e dada a possibilidade de nem todos os convidados responderem, foi aplicado um método analítico para a avaliação dos dados obtidos, o qual busca uma correlação entre o nível de concordâncias com as afirmações apresentadas, os dados levantados nas respostas ao questionário dissertativo e aos dados levantados na Revisão Sistemática de Literatura, com informações que mutualmente dão suporte e robustez umas às outras.

Tal análise se dá por meio da mediana das pontuações que cada funcionário da BAI deu para cada afirmação exposta e a mediana da concordância de cada funcionário com as afirmações propostas. O valor da mediana traz de forma clara a informação sobre a

concordância geral da população pesquisada a respeito de cada tópico apresentado, representando assim, a percepção da equipe em cada indicador avaliado, além disso a avaliação é menos influenciada por possíveis respostas irrelevantes e pelas posições extremas, minimizando eventuais distorções (DE MATTOS FERNANDES et al., 2013), podendo fornecer um valor típico do conjunto de dados. A mediana também é chamada de segundo quartil e é o valor que deixa 50% da amostra abaixo e 50% da amostra acima. Já o primeiro quartil é o valor que deixa 25% da amostra abaixo e 75% da amostra acima dele. E o terceiro quartil é o valor que deixa 75% da amostra abaixo e 25% da amostra acima do mesmo.

Com isso, frases e informações correlatas a estas concordâncias foram buscadas nas respostas dissertativas e nos resultados da Revisão Sistemática.

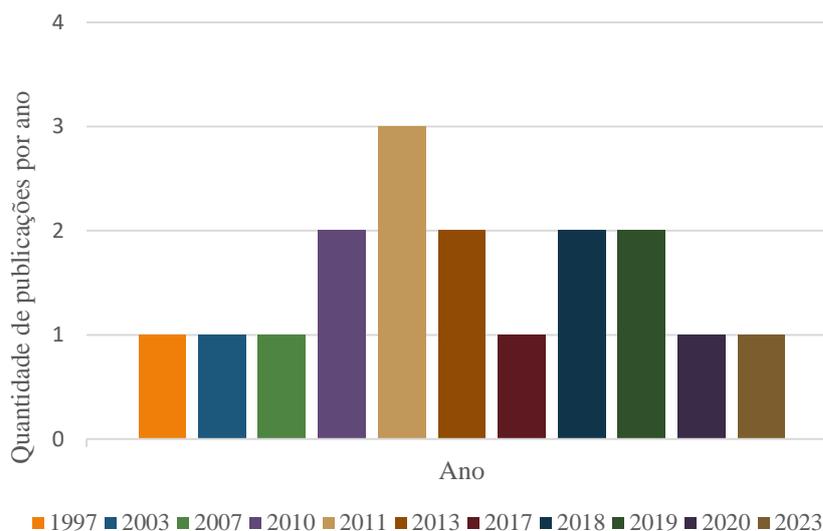
Além destas medianas, a porcentagem de respostas da escala de Likert que cada afirmação recebeu, também é analisada, buscando uma concordância maior ou menor em relação às afirmações propostas e embasadas em conceitos de CRM.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Os artigos selecionados segundo os critérios da metodologia já detalhada, foram, em sua maioria, escritos na segunda década deste século, como pode ser visto na Figura 3.

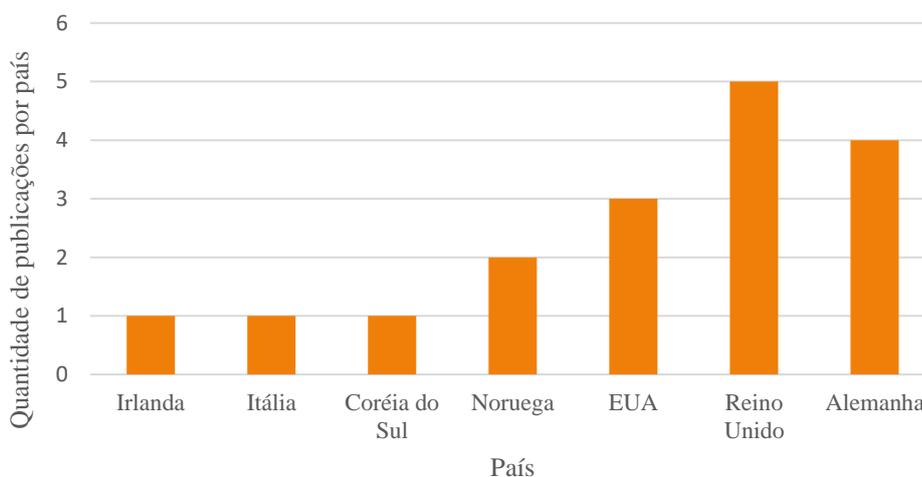
Figura 3: Distribuição das publicações ao longo dos anos



Outra informação relevante diz respeito ao país de origem dos artigos que se preocupam em entender a aplicação do CRM em outras áreas além da aviação comercial,

principalmente outros meios de transporte e indústrias de transformação. Conforme mostra a Figura 4, considerando apenas esses trabalhos e os critérios de seleção utilizados, os europeus são os mais preocupados em entender essas aplicações e os norte-americanos também possuem uma quantidade relevante de estudos relacionados à aplicação de CRM em outras áreas, além da aviação comercial.

Figura 4: Quantidade de publicações por país



Na pesquisa realizada para se chegar a estes resultados, como pode ser visto nas análises do PRISMA descritas na metodologia, a maioria dos trabalhos relacionados à utilização do CRM em outras indústrias além da aviação está relacionada à saúde, principalmente no que diz respeito a cirurgias e centros de emergência e trauma. Como mencionado, o objetivo deste trabalho não está relacionado à esta área de formação e administração hospitalar e dos cuidados com a saúde que são muito bem estudadas, principalmente pelos pesquisadores, profissionais e gestores experientes da mesma, mas devido ao grande número de pesquisas sobre o assunto e sua importância para a aplicação de CRM, foram selecionados, de forma aleatória, e colocados na seção 5.2, três trabalhos com o intuito de se enfatizar a relevância que o CRM tem tido dentro de hospitais ao redor do mundo, pois o treinamento em CRM tem se tornado cada vez mais objeto de pesquisa, principalmente em departamentos e centros cirúrgicos (VAN GREVENSTEIN *et al.*, 2021). Estes trabalhos, no entanto, não fazem parte da revisão sistemática aqui descrita

Assim, os resultados estão divididos em 2 partes, sendo a primeira tratando com mais profundidade a literatura relacionada a utilização de CRM em meios de transportes, exceto na operação de aviões comerciais, mas incluindo algumas áreas relacionadas a aviação e medicina, tais como controle de tráfego aéreo e transporte médico de emergência, e a segunda relacionada à utilização do CRM em indústrias de transformação e manufatura, além de indústrias relacionadas a geração de energia e de alto risco.

Na tabela número 6, se trata de um resumo dos artigos revisados e mais detalhados nos itens 5.1.1 e 5.1.2.

Tabela 6: Tabela resumo da Revisão Sistemática de Literatura (RSL)

Ordem na RSL	Título do Artigo	Autores	Periódico	Resumo	Idioma	País de Origem	Ano
1	<i>Understanding teamwork errors in royal air force air traffic control</i>	Kate Read, Rebecca Charles	Safety Science	Aplicação do CRM em equipes de controle de tráfego aéreo da Real Força Aérea, levando a melhorias e diminuição de erros na operações.	Inglês	Reino Unido	2018
2	<i>The NOTECHS+: A Short Scale Designed for Assessing the Non-technical Skills (and more) in the Aviation and the Emergency Personnel</i>	Andrea Ceschi, Arianna Costantini, Vivian Zagarese, Eleonora Avi and Riccardo Sartori	Frontiers in Psychology	Apresentação de uma escala para medir competências não técnicas (cooperação, liderança, consciência situacional, tomada de decisão, resiliência e regulação emocional) no Serviço Médico de Emergência por Helicóptero. Tal escala auxilia na avaliação desta competências.	Inglês	Itália	2019
3	<i>A comparative study on the frequency of simulation-based training and assessment of non-technical skills in the Norwegian ground ambulance services and helicopter emergency medical services</i>	Henrik Langdalen, Eirik B. Abrahamsen, Stephen J. M. Sollid, Leif Inge K. Sørskår and Håkon B. Abrahamsen	BMC Health Services Research	Comparação da frequência de treinamento e avaliação de habilidades não técnicas básicas (NTS) dentro do Serviço Médico de Emergência por Helicóptero Norueguês e do Serviço Médico de Emergência de Solo, demonstrando que a equipe do serviço aéreo desenvolve melhor as NTS, por receberem mais treinamentos baseados em simulação	Inglês	Noruega	2018
4	<i>On the Move: Simulation to Improve and Assure Transport Team Performance</i>	Mary D. Patterson, Gary L. Geis	Clinical Pediatric Emergency Medicine	Demonstração da importância de treinamentos de simulação baseado em CRM e em habilidades não técnicas para equipes de transporte pediátrico, porém há pouca ou nenhuma evidência da eficácia do treinamento baseado em simulação e avaliação de equipes de transporte, o que leva a concluir que os responsáveis pela formação dos trabalhadores, identificando os desafios que estes têm de enfrentar e superar.	Inglês	EUA	2013

Ordem na RSL	Título do Artigo	Autores	Periódico	Resumo	Idioma	País de Origem	Ano
5	<i>Crew resource management's contribution to flight safety and operational effectiveness at the UK National Police Air Service, as understood by flight-crew</i>	Simon A. Bennett	International Journal Human Factors and Ergonomics	Exploração da importância das práticas de CRM para pilotos e oficiais de voo do Serviço Aéreo da Polícia Nacional do Reino Unido, levando a conclusão que as práticas de CRM podem trazer segurança e assertividade às operações.	Inglês	Reino Unido	2019
6	<i>Teamtraining in der Luftrettung Aeromedical Crew Resource Management – Ein europäisches Trainingsprogramm zur Optimierung der Flug- und Patientensicherheit in der Luftrettung</i>	B. Lang, M. Ruppert, W. Schneibel, B. Urban	Notfall + Rettungsmedizin	Demonstração de que para serviço aéreo médico funcionar com eficiência e segurança todos os tripulantes devem desenvolver habilidades não técnicas e serem capazes de se entender e tomar decisões corretas, concluindo-se que a cultura de segurança deve vir da alta gestão e que os treinamentos devem ser reciclados de tempos em tempos.	Alemão	Alemanha	2010
7	<i>Development of a behavioural marker system for incident command in the UK fire and rescue service: THINCS</i>	Philip C. Butler, Robert C. Honey, Sabrina R. Cohen-Hatton	Cognition, Technology and Work	As competências não técnicas têm sido observadas e treinadas por profissionais em várias indústrias de alta confiabilidade, e levam ao contexto da performance dos comandantes do <i>Fire and Rescue Service (FRS)</i> do Reino Unido, dando origem ao sistema THINCS (<i>THE INcident Command Skills</i>), que auxilia o FRS a estar mais preparado para situações de tragédias e desastres e monitorar e determinar a influência das habilidades de comando nos resultados finais.	Inglês	Reino Unido	2020
8	<i>Development and Pilot Testing of Crew Resource Management Training Program for Railroad Industry</i>	Curtis A. Morgan, Leslie E. Olson, and Tobin B. Kyte	Journal of the Transportation Research Board	NTSB recomenda a criação de um programa “train CRM”, para a indústria de transporte ferroviária dos EUA, baseados no sucesso do CRM da aviação. Após caracterizarem o setor e de discutirem sobre equipes e práticas de treinamento no mesmo, os autores mostram o desenvolvimento do curso, que foi considerado em geral por seus participantes, como muito positivo e aplicável em seus trabalhos.	Inglês	EUA	2007

Ordem na RSL	Título do Artigo	Autores	Periódico	Resumo	Idioma	País de Origem	Ano
9	<i>Exploring the core of crew resource management course: speak up or stay silent</i>	Roar Espevik, Evelyn Rose Saus, Olav Kjellvold Olsen	International Maritime Health	Exploração das experiências relacionadas à comunicação e riscos na navegação costeira norueguesa, concluindo que o ponto de partida e o cerne do treinamento de CRM é fazer com que todos os membros da equipe se expressem quando tiverem informações vitais. descrevem um modelo de treinamento para CRM, que foi muito bem avaliado por seus participantes, de todas as posições hierárquicas. Indicando que os oficiais superiores estão abertos a ouvir seus subordinados.	Inglês	Noruega	2017
10	<i>Ship Management Attitudes and Their Relation to Behavior and Performance</i>	Stefan Röttger, Saskia Vetter and Jens T. Kowalski	Human Factors	Adaptação de um questionário usado para avaliar as atitudes de gestão de navios por oficiais subalternos da marinha. Com esses dados, foi testada a hipótese de que há uma correlação positiva dessas atitudes com o desempenho e o comportamento dos oficiais navais enquanto estão no comando de uma embarcação, levando a conclusão de que treinamentos de CRM podem ser adaptados, considerando as diferenças entre o meio marítimo e aéreo.	Inglês	Alemanha	2013
11	<i>Assessing the Effectiveness of Bridge Resource Management Training</i>	Paul O'Connor	The International Journal of Aviation Psucology	Conceituação do BRM (<i>Bridge Resource Management</i>), relatando os resultados de dois estudos que avaliam a eficácia do programa BRM, alertando que adaptar um programa de CRM desenvolvido em um domínio e aplicá-lo em outro corre o risco de se tornar um treinamento ineficaz.	Inglês	Irlanda	2011

Ordem na RSL	Título do Artigo	Autores	Periódico	Resumo	Idioma	País de Origem	Ano
11	<i>Assessing the Effectiveness of Bridge Resource Management Training</i>	Paul O'Connor	The International Journal of Aviation Psucology	Conceituação do BRM (<i>Bridge Resource Management</i>), relatando os resultados de dois estudos que avaliam a eficácia do programa BRM, alertando que adaptar um programa de CRM desenvolvido em um domínio e aplicá-lo em outro corre o risco de se tornar um treinamento ineficaz.	Inglês	Irlanda	2011
12	<i>Crew Resource Management Training Within the Automotive Industry: Does It Work?</i>	Nicki Marquardt, Swantje Robelski and Rainer Hoeger	Human Factors	O 2º artigo é uma evolução do 1º e estudam a implementação do treinamento de CRM na indústria automotiva. Concluindo que tal aplicação é possível e os resultados poderiam ser usados para pesquisas futuras. Mas, destacam que alguma preparação é necessária, como a coleta de dados pré-treinamento, que permite a especificação de fatores importantes que devem ser ensinados. Além de se levar em conta a cultura organizacional.	Inglês	Alemanha	2010
13	<i>Designing and Evaluating a Crew Resource Management Training for Manufacturing Industries</i>	Nicki Marquardt, Swantje Robelski and Gwendolen Gwyneth Jenkins	Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries	A indústria de energia nuclear reconheceu a necessidade de integrar treinamentos não técnicos e de habilidades de equipe aos seus treinamentos técnicos. Com a utilização de novos equipamentos, equipes diferentes tinham desempenhos diferentes nestas máquinas devido a fatores humanos, e concluíram que o desempenho da equipe é afetado pelo programa de CRM, mas os efeitos no desempenho individual ainda eram incertos.	Inglês	Alemanha	2011
14	<i>Effects of Crew Resource Management Training on the Team Performance of Operators in an Advanced Nuclear Power Plant</i>	Sa Kil Kim and Seong Nam Byun	Journal of Nuclear Science and Technology	A indústria de energia nuclear reconheceu a necessidade de integrar treinamentos não técnicos e de habilidades de equipe aos seus treinamentos técnicos. Com a utilização de novos equipamentos, equipes diferentes tinham desempenhos diferentes nestas máquinas devido a fatores humanos, e concluíram que o desempenho da equipe é afetado pelo programa de CRM, mas os efeitos no desempenho individual ainda eram incertos.	Inglês	Coréia do Sul	2011

Ordem na RSL	Título do Artigo	Autores	Periódico	Resumo	Idioma	País de Origem	Ano
15	<i>Crew Resource Management training for offshore oil production teams</i>	Paul O'Connor and Rhona Flin	Safety Science	Argumentação que o treinamento em CRM é relevante para a indústria <i>offshore</i> de produção de petróleo e gás, propondo um estudo cujo objetivo é projetar, implementar e avaliar um programa de treinamento em CRM para as equipes deste setor. Concluindo que o estudo foi aprovado pelos participantes e que suas atitudes, relacionadas às habilidades não técnicas, sofreram alterações e que o treinamento de CRM deve ser adaptado ao setor no qual se pretenda aplicá-lo.	Inglês	Reino Unido	2003
16	<i>Crew resource management for teams in the offshore oil industry</i>	Rhona H. Flin	Team Performance Management	Após adaptações dos cursos de CRM das companhias aéreas, é concebido o primeiro treinamento de CRM para a indústria de óleo e gás, com os seguintes módulos: Tomada de Decisão, Comunicação, Assertividade e Estresse. Após colaborações do setor aeroespacial, chegou-se aos principais elementos que devem ser destacados em treinamentos de CRM para tripulações <i>offshore</i> de petróleo, são eles, atitudes de equipe, papéis e responsabilidades, assertividade e tomada de decisão em equipe.	Inglês	Reino Unido	1997
17	<i>The science and practice of team training: Historical progress and a research agenda</i>	Rylee M. Linhardt, Tiffany M. Bisbey and Eduardo Salas	Consulting Psychology Journal	Descrição de forma cronológica a evolução do treinamento de equipes, ressaltando a importância da pesquisa e da evolução deste tipo de treinamento, destacando os ganhos que o CRM trouxe para o mesmo.	Inglês	EUA	2023

5.1.1 TRABALHOS RELACIONADOS A MEIOS DE TRANSPORTE

Por se tratar de transporte, a aviação está presente nesta parte da revisão sistemática de literatura, mas, nunca nas operações da aviação comercial, aparecendo apenas como a expansão dos conceitos de CRM para o Controle de Tráfego Aéreo e Transporte Médico de Emergência, corroborando para o conceito de CRM como *Corporate Resource Management*.

Read; Charles (2018) estudaram os erros no controle de tráfego da Força Aérea Real (RAF) e descobriram em suas pesquisas que o erro humano contribui para até 75% dos incidentes de Controle de Tráfego Aéreo (ATC). Os erros do operador podem incluir erros de atenção, julgamento ou comunicação pelos controladores ou seus supervisores ou, como no caso de confusão de modo ou exibição, podem ser causados por design inadequado ou treinamento insuficiente. A pressão na RAF é menor em relação ao ATC do que em operação semelhante no tráfego aéreo comercial, embora existam outros tipos de pressões operacionais, relacionadas ao treinamento de voo militar e metas orçamentárias que utilizam análises dos ATCs para otimizações e melhorias.

Os autores citados utilizaram o conceito de TRM (*Team Resource Management*), desenvolvido pelo *Seattle Air Route Traffic Control Center (ARTCC)*, em 1988, e que trata da aplicação do CRM em equipes de controle de tráfego aéreo. Os autores concluem que os erros de trabalho em equipe do ATC relatados após suas investigações estão relacionados a áreas cognitivas, portanto o treinamento específico do TRM do ATC deve ser concentrado na promoção da compreensão dos processos cognitivos que permitem que as equipes desenvolvam planos mais eficazes com base em modelos mentais compartilhados e consciência situacional da equipe, e como cada um e suas ações e comportamentos individuais podem afetar isso.

Ceschi *et al.* (2019), apresentam a “NOTHECS+”, como uma escala para medir competências não técnicas no Serviço Médico de Emergência por Helicóptero (HEMS) como um tipo psicometria e permite uma medição rápida das “Competências NÃO TÉCNICAS” acrescentando algumas novas competências. E essa escala é replicável para diferentes perfis do setor de aviação, técnicos e equipes de emergência. Os profissionais envolvidos na aviação e nos setores de emergência possuem, com o sistema NOTECHS+, uma abordagem sistemática para a avaliação de competências não técnicas. Bem como, este desenvolvimento fornecido por este estudo, poderia ser usado para medir a linha de base e os efeitos da intervenção, onde esta pode ser usada para entender os pontos fortes e limites das habilidades cognitivas, sociais e emocionais e, em seguida, fornecer treinamentos para fortalecer os componentes não técnicos necessários para lidar com ambientes de alto estresse. Além disso, a formação poderia ser

reorganizada de acordo com esta estrutura tripartite de competências, que seriam as cognitivas, as emocionais e as sociais. Otimizando os treinamentos em CRM, que são fornecidos há anos, sendo agora um treinamento sistemático em NOTECHS+.

Os resultados foram validados através de um modelo em que os seis componentes da NOTECHS+, ou seja, cooperação, liderança, consciência situacional, tomada de decisão, resiliência e regulação emocional, eram explicados pela estrutura tripartite. Este resultado é relevante, pois contribui com algumas implicações práticas em relação à avaliação e à formação destas competências, que podem ser organizadas seguindo esta estrutura.

Langdalen *et al* (2018) fazem um estudo comparativo cujo objetivo é comparar a frequência de treinamento e avaliação de um conjunto genérico de habilidades não técnicas básicas (NTS) dentro do HEMS Norueguês e do Serviço Médico de Emergência de Solo (GEMS). São feitas 2 hipóteses, a 1ª comparando os funcionários do serviço de saúde aos funcionários de operação de voo e que faltava treinamento baseado em simulação e avaliação de NTSs, e a 2ª hipótese é que os médicos que trabalham no HEMS vivenciaram treinamentos e avaliações com mais frequência do que os demais funcionários de saúde. Esses treinamentos normalmente são baseados e adaptados de treinamentos de CRM e práticas feitas na aviação comercial.

Os resultados mostram muitas comparações entre os profissionais envolvidos e os dois serviços de emergência, HEMS e GEMS. Os autores mencionados observaram diferenças na frequência de treinamento baseado em simulação e avaliação de NTSs no HEMS, que é maior do que no GEMS, o que é de certa forma compreensível, devido ao ambiente de voo que já está inserido no HEMS. E em ambos os serviços de emergência a frequência de avaliação foi significativamente menor do que no treinamento baseado em simulação. É recomendável para ambos os serviços uma ênfase especial em como aumentar a frequência da avaliação para aumentar os benefícios do treinamento baseado em simulação em NTSs. E especialmente para GEMS, há uma grande oportunidade de ganhar experiência com o HEMS.

Patterson; Geis (2013) mostram a importância de um treinamento de simulação baseado em CRM e o treinamento em habilidades não técnicas para equipes de transporte pediátrico. Muitos estudos relacionados sugerem que o transporte de pacientes doentes ou acidentados é crucial para o sucesso de seu tratamento. No entanto, os autores perceberam que há pouca ou nenhuma evidência da eficácia do treinamento baseado em simulação e avaliação de equipes de transporte entre hospitais ou pré-hospitalar. Parte desta limitação está relacionada com alguma dificuldade em simular todos os movimentos e vibrações e os responsáveis pela

formação destes trabalhadores têm de centrar os seus esforços no sentido de encontrar e mitigar as lacunas de desempenho das equipas, identificando os desafios que estes têm de enfrentar e superar.

Bennett (2019a) explora a importância das práticas de CRM para pilotos e oficiais de voo (TFOs) do Serviço Aéreo da Polícia Nacional (NPAS) do Reino Unido. Com base em um programa de dois anos de pesquisa, que se utilizou de métodos variados.

Com base em entrevistas, o autor conclui que o CRM ajuda os pilotos e TFOs a trabalhar de maneira eficaz e eficiente. Sendo possível compreender que o CRM ajuda a tripulação em vários aspectos, como superar os desafios muitas vezes severos impostos pelas operações de helicópteros da polícia, quando se deparam com algo inesperado, por exemplo, o CRM ajudou os tripulantes a se concentrarem em manter suas aeronaves seguras, fornecendo unidades com relatórios de situação e garantindo que todos os envolvidos estavam realizando suas tarefas. Todas as suas constatações reforçam que as práticas de CRM podem trazer segurança e assertividade às operações do NPAS.

Lang *et al.* (2010) defendem que para o serviço aéreo médico funcionar com eficiência e segurança todos os tripulantes devem desenvolver habilidades não técnicas e serem capazes de se entender e tomar decisões corretas. Na Europa, os treinamentos de CRM são obrigatórios para pilotos de HEMS. Para os médicos, a expectativa é que tenham e usem boas práticas de CRM, mas não era obrigatório. Para desenvolver um treinamento para o ACRM (*Aeromedical CRM*), 6 organizações europeias foram convidadas a encontrarem juntas, a abordagem mais adequada para este importante serviço para a população.

Os autores concluíram que a cultura de segurança deve vir da alta gestão para toda a empresa, porém sem levar em conta a divisão de responsabilidades entre os tripulantes, o sucesso é quase impossível. O treinamento tem que ser melhorado e reciclado de tempos em tempos.

Butler; Honey; Cohen-Hatton (2020) contextualizam que as competências não técnicas têm sido observadas e treinadas por profissionais em várias indústrias de alta confiabilidade, tais como cirurgiões, anestesistas, oficiais de navios e engenheiros de reatores nucleares. E levam ao contexto das análises de performance dos comandantes do *Fire and Rescue Service* (FRS) do Reino Unido em incidentes, onde levantam diversos fatores que influenciaram as decisões deles, entre eles as características do incidente, as características individuais e as da equipe de comando. Sendo que a atuação do comandante em incidentes demonstra uma grande gama de habilidades não técnicas, que foram destacadas pelos organismos nacionais.

Assim, com o objetivo de proporcionar um sistema que permitiria ao Conselho Nacional de Chefes de Bombeiros daquele país a entender os desafios relacionados aos comandantes de incidentes, incluindo melhorias na seleção, avaliação nos treinamentos e no desenvolvimento dos mesmos. Para tanto, foi realizada uma pesquisa que avaliou a situação naquele momento das competências não técnicas dos membros em comando do Corpo de Bombeiros do Reino Unido. Os resultados desta, serviram de base para a pesquisa principal, que tinha a intenção de identificar as competências não técnicas dentro do comando de incidentes da RFS. E assim foi feito, através de entrevistas com os comandantes e workshops sobre assuntos relacionados e seus especialistas. Foi desenvolvido a partir daí um marcador comportamental que possibilitou a avaliação das NOTECHS, sendo possível realizar uma avaliação preliminar do sistema.

A pesquisa deu origem ao sistema *THINCS (THE INCIDENT Command Skills)* que reúne as habilidades de comando de desastres e faz parte do guia nacional de orientação do corpo de bombeiros do Reino Unido para tais ocasiões. Tal sistema pode auxiliar o RFS a estar mais preparada para situações de tragédias e desastres e monitorar e determinar a influência das habilidades de comando nos resultados finais do incidente, possibilitando mitigar os erros humanos e melhorar a segurança das operações.

Morgan; Olson; Kyte (2007) argumentam que o *National Transportation Safety Board* (NTSB), dos EUA, com base no sucesso dos programas de CRM na redução do número de acidentes aéreos atribuídos ao erro humano e na aplicação bem-sucedida do CRM na indústria naval, recomendam que um programa “*train CRM*” seja desenvolvido para a indústria ferroviária dos Estados Unidos. A motivação dessa recomendação é clara com base no fato de que, entre 1992 e 2003, os acidentes cuja causa principal foi determinada por fatores humanos, representaram 42% de todos os acidentes ferroviários. O trabalho dos autores citados tem como objetivo propor o desenvolvimento de um curso piloto de CRM ferroviário que possa ser aplicado aos trabalhadores do setor.

Após uma caracterização do setor ferroviário e de discorrerem sobre equipes e práticas de treinamento neste setor, os autores mostram o desenvolvimento do curso, que foi considerado em geral por seus participantes, como muito positivo e aplicável em seus trabalhos e os resultados dos testes aplicados demonstraram que todos os grupos dos participantes mostraram um alto nível de conhecimento em conceitos e princípios de CRM. Além disso, valioso material de treinamento foi disponibilizado aos participantes e também a diversas

empresas ferroviárias dos Estados Unidos. E devido a este formato aberto, o treinamento pôde ser atualizado com novas situações, cenários e com acidentes mais recentes.

Espevik; Saus; Olsen (2017) exploram as experiências relacionadas à comunicação e riscos na navegação costeira norueguesa, argumentando que o pessoal a bordo tem que lidar com maquinário complexo e perigoso em um espaço limitado, muitas vezes agravado pelo mar agitado e navegação desafiadora. Graves consequências dos equívocos e erros como colisões e explosões estão presentes, com um potencial enorme e trágico. Para se preparar para um ambiente de alto risco e evitar acidentes, o treinamento se torna uma grande preocupação para as organizações marítimas. Os autores complementam que o treinamento de equipe mais utilizado em organizações de alto risco está conectado aos conceitos de CRM e bilhões de dólares são gastos em treinamento a cada ano.

De acordo com os autores mencionados, as operações seguras são caracterizadas por um entendimento mútuo e esse pensamento suporta fortes argumentos para a afirmação de que o ponto de partida e o cerne do treinamento de CRM é fazer com que todos os membros da equipe se expressem quando tiverem informações vitais. Se ninguém se comunica, independentemente do motivo, outros conceitos essenciais de CRM, importantes para o trabalho em equipe bem-sucedido, devem surgir, tais como, monitoramento mútuo, comportamento de apoio e modelos mentais compartilhados. Além disso, os autores citados descrevem um modelo de treinamento para CRM, que foi muito bem avaliado por seus participantes, de todas as posições hierárquicas. E isso pode indicar que os oficiais superiores marítimos estão ainda mais abertos a ouvir seus subordinados do que seus congêneres do setor de aviação e saúde.

Röttger; Vetter; Kowalski (2013) advogam que apenas algumas poucas pesquisas foram publicadas sobre práticas de CRM no meio marítimo e o objetivo de seu estudo seria preencher essa lacuna na literatura sobre fatores humanos. Para atingir esse objetivo, a versão alemã do *Attitudes Questionnaire* foi adaptada ao domínio marítimo para uma pesquisa com marinheiros e equipes de ponte que falam a língua alemã. As propriedades psicométricas do questionário resultante foram determinadas, e o questionário foi usado para avaliar as atitudes de gestão de navios por oficiais subalternos da marinha. Com esses dados, foi testada a hipótese de que há uma correlação positiva dessas atitudes com o desempenho e o comportamento dos oficiais navais enquanto estão no comando de uma embarcação, seja em um exercício ou no mundo real.

As descobertas detalhadas pelos autores mencionados, podem ser resumidas em 4 resultados principais que agregam conhecimento à literatura de fatores humanos. (1) CRM tem uma relação atitude-desempenho. (2) Esta relação não é linear, isto significa que as atitudes negativas facilmente impedem um comportamento eficaz, mas o comportamento não é tão facilmente melhorado por atitudes positivas. (3) Como esta atitude-desempenho foi confirmada em um outro meio profissional, sua relevância não se limita à aviação, podendo também ser estendida à navegação marítima e talvez a outros sistemas sociotécnicos. (4) Os resultados sobre essa relação não linear podem ser uma base empírica para os profissionais de fatores humanos usarem os valores da escala do *Attitudes Questionnaire* como um benchmarking na avaliação das necessidades de treinamento. Existem também algumas lições metodológicas que são valiosas para estudos posteriores e treinamento de CRM, como o tempo que as equipes trabalham juntas, que é muito maior para equipes de ponte do que para equipes de cabine de voo, instrumentos e recursos técnicos disponíveis tendem a ser semelhantes para ambas as equipes e também, para novos questionários, a realidade da automação disponível em cada área, pode ser considerada.

O'Connor (2011) chama o CRM de BRM (*Bridge Resource Management*) afirmando que não há avaliações relatadas da eficácia do programa BRM da Marinha dos EUA. A intenção de seu artigo é descrever os programas CRM e BRM da Marinha dos EUA e relatar os resultados de dois estudos que avaliam a eficácia do programa BRM. E também, discutir as implicações das descobertas desses estudos para a Marinha dos EUA e a indústria marítima. O autor também argumenta que, devido ao tempo de utilização e à experiência, o programa CRM é muito mais maduro na Aviação Naval dos EUA do que no programa BRM da Marinha. Apesar das limitações do estudo, relacionadas ao fato de ser uma pesquisa aplicada e pela escassez de literatura sobre BRM, o trabalho pôde agregar informações sobre a eficácia do treinamento de BRM dentro da Marinha dos EUA e também de forma mais geral no que se refere a operações navais.

Devido às diferenças operacionais e ao tamanho das tripulações a bordo de uma aeronave e uma embarcação, o treinamento BRM da Marinha dos EUA não teve o impacto nas atitudes e conhecimentos típicos do treinamento CRM relatado na literatura, desta forma, é importante alertar que adaptar um programa de CRM desenvolvido em um domínio e aplicá-lo em outro corre o risco de se tornar um programa de treinamento ineficaz que não impacta o desempenho do operador. Assim, sendo o programa de CRM já muito conhecido, os pesquisadores e desenvolvedores desses programas devem usar todo o conhecimento para

projetar e adaptar treinamentos de CRM que realmente possam agregar e trazer um impacto positivo na segurança e desempenho do pessoal operacional, seja qual for o meio em que se pretenda aplica-lo.

5.1.2 TRABALHOS RELACIONADOS A INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO E A GERAÇÃO DE ENERGIA

Em Marquardt; Robelski; Horger (2010) e em sua evolução, Marquardt; Robelski; Jenkins (2011) os autores estudam a implementação do treinamento de CRM na indústria automotiva. Eles fizeram uma comparação entre as consequências dos erros humanos na indústria aeronáutica e na indústria automotiva. No primeiro caso, a consequência do erro é imediata e, no segundo, as consequências dos erros do trabalhador podem demorar horas, dias, semanas e até meses para serem percebidos. Outras comparações dizem respeito ao nível educacional das equipes das diferentes indústrias, que são muito mais semelhantes na aviação do que na automotiva. E também no que diz respeito ao tamanho das equipes, ou tripulações, que na fabricação e montagem dos veículos são muito maiores do que uma tripulação disposta em uma aeronave ou mesmo agregando alguns membros da equipe de terra.

Os autores ainda propõem neste artigo um estudo empírico sobre um programa de treinamento em CRM especialmente desenhado, implementado e avaliado para a indústria automotiva, considerando todas as suas particularidades e diferenças em relação à indústria aeronáutica. O programa dura 2 dias, sendo um curso que inclui tutoriais interativos e palestras sobre aspectos atitudinais, comportamentais e organizacionais do chamado pelos autores, *Dirty Dozen Errors*, que abrange diferentes categorias de fatores humanos que contribuem para erros, incidentes e acidentes.

Concluem que, como naquela época era o primeiro exemplo de transferência de treinamento de CRM para uma indústria automotiva, essa aplicação é possível e os resultados poderiam ser usados para pesquisas futuras nessa nova área de aplicação. Mas alguma preparação é necessária, como a coleta de dados pré-treinamento, que permite a especificação de fatores importantes que devem ser ensinados. Também é muito importante levar em consideração a cultura organizacional, pois os treinamentos devem se adequar às exigências de cada organização, e o ideal é que o tempo para avaliar e mensurar os resultados seja o maior possível.

Kim; Byun (2011) escreveram que desde os acidentes de Three Mile Island, Chernobyl e, mais recentemente, Fukushima, a indústria de energia nuclear reconheceu a necessidade de

integrar treinamentos não técnicos e de habilidades de equipe com o treinamento técnico dado aos seus operadores de sala de controle para evitar erros humanos. Várias indústrias nucleares em todo o mundo implementaram treinamento de CRM para evitar esse tipo de erro causado por fatores humanos.

A motivação desses autores surgiu com a implementação de um novo tipo de reator pela Korea Hydro & Nuclear Power Company, que possui sistemas totalmente digitais como *soft-control*, sistemas de procedimentos computadorizados, grandes painéis de exibição (LDPs) e alarme avançado de sistema. No entanto, equipes diferentes tinham desempenhos diferentes nestas máquinas.

Os autores também destacam a importância da realização de uma apurada avaliação do treinamento de CRM, pois ela auxilia na compreensão do impacto do treinamento e identifica melhorias. A proposta é a utilização do modelo de quatro níveis de Kirkpatrick (KIRKPATRICK, DONALD L. KIRKPATRICK, 2006), que envolve a coleta de dados em 4 níveis. A avaliação de Nível I mede as reações dos participantes a um curso de formação através de um questionário pós-conclusão. A avaliação do Nível II procura medir a aprendizagem resultante da participação no programa de formação, tal nível de avaliação do treinamento em CRM requer um questionário de atitude específico ao contexto, a ser administrado antes e depois do treinamento. A avaliação do Nível III se concentra na transferência da aprendizagem obtida como resultado da conclusão de um curso de formação. Este nível busca determinar até que ponto as competências, conhecimentos ou atitudes desejadas têm sido aplicadas pelos participantes no ambiente operacional. Por último, a avaliação de Nível IV é centrada na identificação dos benefícios organizacionais tangíveis que podem ser derivados do programa de formação e procura identificar benefícios organizacionais – como maior segurança, aumento de produtividade ou qualidade, diminuição de custos operacionais e maior retorno sobre o investimento.

Após a implementação desse treinamento, conclui-se que o desempenho da equipe é afetado pelo programa de CRM, mas os efeitos no desempenho individual ainda eram incertos.

O'Connor; Flin (2003) argumentam que o treinamento em CRM é relevante para a indústria *offshore* de produção de petróleo e gás devido ao uso extensivo do trabalho em equipe e por ser uma indústria caracterizada por condições perigosas e forte ênfase na segurança. Os autores propõem um estudo cujo objetivo é projetar, implementar e avaliar um programa de treinamento em CRM para equipes de produção *offshore* de petróleo.

Os autores mencionados utilizam estudos detalhados que codificam 55 categorias de fatores humanos e catalogam muitos incidentes que geram 1.123 códigos. Esses códigos foram analisados para determinar quantos deles se encaixariam nos tópicos dos cursos de CRM (trabalho em equipe, liderança, consciência da situação, tomada de decisão, comunicação e limitações pessoais). E eles concluem que 46% dos 1.123 códigos de fatores humanos se enquadram em um dos amplos tópicos de CRM. O código mais citado foi o das limitações pessoais relacionadas ao estresse e a fadiga, que aparece também separadamente como fator incidente, devido aos longos períodos de trabalho.

Além disso, os autores reportam que o estudo foi aprovado pelos participantes e por isso, as atitudes relacionadas às habilidades não técnicas sofreram pequenas mudanças. Mas, também observam que já era uma indústria muito segura e regrada que não havia testado esse tipo de habilidade antes. É importante destacar que qualquer treinamento de CRM deve ser adaptado ao setor que o está exigindo. Mas, a experiência adquirida com este estudo sugere que o CRM de aviação pode ser adaptado com sucesso para a indústria offshore de produção de petróleo e gás.

Flin (1997) destaca que a ideia de que o CRM poderia ser adaptado para instalações petrolíferas *offshore* surgiu de um treinamento de fatores humanos que fazia parte de um programa de avaliações de competência de operadores de salas de controle *offshore* e treinamento de resposta a emergências. Após algumas adaptações dos cursos de CRM das companhias aéreas, concebem o primeiro treinamento com os seguintes módulos: Tomada de Decisão, Comunicação, Assertividade e Estresse.

Após várias colaborações, interações e *benchmarking* com *players* aeroespaciais, que possuem uma experiência mais profunda em CRM, a autora chega aos principais elementos que devem ser destacados em treinamentos de CRM para tripulações *offshore* de petróleo. Tais elementos podem ser divididos em atitudes de equipe, papéis e responsabilidades, assertividade e tomada de decisão em equipe. Sugerindo assim que o treinamento de CRM pode ser adaptado para equipes *offshore*, e não apenas para situações de resposta a emergências, mas também para aumentar a segurança e melhorar a produtividade nas tarefas em que o trabalho em equipe é crucial para o sucesso.

Linnhardt; Bisbey; Salas (2023) descrevem de forma cronológica a evolução do treinamento de equipes. Os autores analisam os ganhos nas atividades humanas de alto risco relacionados as melhorias das equipes de trabalho através de treinamentos e pela prática, desde

a década de 1970, sendo estes relacionados às atitudes humanas, principalmente em situações de riscos potenciais.

Os autores destacam que o CRM trouxe alguns destes ganhos, tendo como ponto de partida os próprios acidentes aéreos que poderiam ser evitados e que chamaram a atenção do FAA (*Federal Aviation Administration*) até o início da década de 1980, que o desenvolveu em cooperação com companhias aéreas e que tem sido levado a outras indústrias em busca de times de excelência e de alta performance. Inclusive trazendo o trabalho em equipe para novas realidades como o trabalho remoto, que vem crescendo com a globalização e notadamente durante e após a pandemia de COVID-19.

E, finalmente, os autores citados ressaltam a importância da pesquisa e da evolução do treinamento de equipes e salienta que os problemas da vida real mobilizam muitos esforços e muitas pesquisas que podem enriquecer o conhecimento que levam a novas práticas que resultam em altas performances que podem salvar vidas.

5.2 TRABALHOS RELACIONADOS À MEDICINA

Segundo Albrecht (2012) as iniciativas relacionadas com este tipo de formação permitiram às equipes médicas adaptar componentes e conceitos a múltiplas especialidades médicas. Ela dá como exemplo, o Centro Médico Beth Israel Deaconess, *Harvard Medical School*, onde o programa resultou em uma redução de 25,4% no Índice de Resultados Adversos, uma redução de 13,4% na gravidade dos eventos adversos e melhorou a segurança e a qualidade geral.

Outros autores argumentam que os treinamentos de CRM foram adaptados da aviação para equipes de saúde como um instrumento para abordar fatores humanos (GROSS *et al.*, 2018). E concluem, que o treinamento de CRM é muito mais do que um simples treinamento de simulação. Na verdade, o termo 'CRM' parece estar carregado de tal pluralidade de áreas de habilidades, tópicos, configurações múltiplas para treinamento e procedimentos de avaliação, que é necessário um processo pelo qual se pode definir valores e padrões básicos comuns.

Holland *et al.* (2022) escrevem sobre como o vínculo conceitual entre a filosofia da saúde e segurança na aviação foi extensivamente explorado e que esta extensão não se deu em treinamento pré-licenciamento de estudantes de profissões da área de saúde. Os autores citados concluíram que a ligação entre a segurança da aviação e a segurança do paciente se concentra na importância crítica de habilidades não técnicas, incluindo liderança, comunicação e trabalho em equipe. Exemplos de integração de conceitos de CRM/HFE (Fatores Humanos e

Ergonomia) em currículos de profissões de saúde foram publicados, mas faltam parâmetros de avaliação consistentes de sucesso e exemplos de reforço longitudinal generalizado. O treinamento de equipes interprofissionais fornece um excelente modelo de incorporação de CRM/HFE nos currículos de profissões de saúde pré-licenciatura.

5.3 UTILIZAÇÃO DO CRM NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO – PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa realizada na equipe de manutenção da BAI, ficou disponível e aberta para respostas entre os dias 23 de junho e 30 de setembro de 2023, totalizando 100 dias e foi enviada a 14 funcionários. Destes, 9, ou 64,3%, responderam e todos eles responderam a todas afirmações e a todas as perguntas dissertativas.

A tabela 7 apresenta as respostas com os níveis de concordância a todas as afirmações dadas por todos os funcionários respondentes:

Tabela 7: Respostas às afirmações de todos os funcionários (F) pesquisados

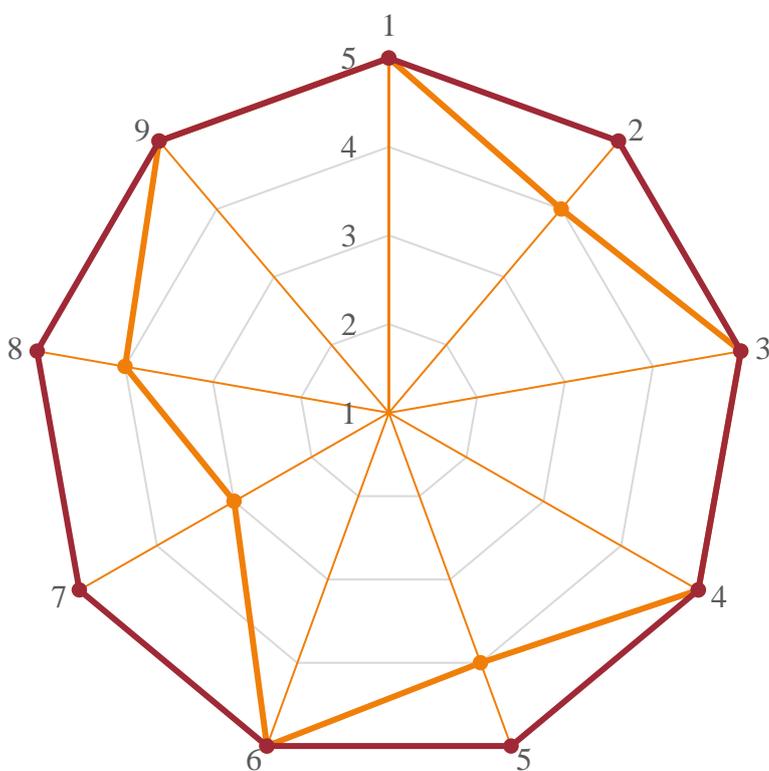
Pergunta #	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
1	5	4	4	5	5	5	5	4	4
2	5	5	4	5	5	4	5	5	4
3	5	5	5	5	5	5	5	4	5
4	5	5	5	5	4	5	5	4	5
5	5	5	5	5	4	5	3	5	5
6	5	4	5	5	4	5	3	4	5
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8	5	5	4	5	5	4	5	4	5
9	5	5	5	5	5	5	4	5	5
10	5	5	5	5	5	5	4	4	5
11	5	5	5	5	4	5	5	5	5
12	5	5	5	4	4	5	5	5	5
13	5	5	5	5	4	5	5	4	5
14	5	5	5	5	4	5	5	4	5
15	5	4	5	5	4	5	4	5	5
16	5	4	5	5	4	5	4	5	5
17	5	5	5	5	5	4	5	5	4

A afirmação que obteve as respostas de concordância mais dispersas foi a de número 6 e, apenas uma das afirmações, a de número 7, obteve concordância unânime, como demonstrado na figura 5:

Figura 5: Respostas às afirmações de nº6, cuja concordância foi mais dispersa, representada em laranja; e de nº7, que foi a única que obteve concordância unanime, representada em vermelho. Onde os números internos de 0 a 5 significam o grau de concordância com a afirmação e os externos de 1 a 9 representam a intensidade de concordância escolhida pelos funcionários (F1, F2, F3...) em relação as afirmações.

6. Nem sempre o funcionário com mais tempo de experiência, independentemente de sua posição hierárquica, é o que irá propor a melhor solução para um determinado problema.

7. Procedimentos padronizados são importantes para o bom andamento dos procedimentos de manutenção dentro da indústria de transformação.



As respostas às perguntas dissertativas de todos os funcionários que responderam à pesquisa estão na Tabela 8:

Tabela 8: Respostas às perguntas dissertativas de todos os funcionários (F) pesquisados

Pergunta n°	18	19	20	21	22	23	24	25
Resposta F1	Sim, toda ação é avaliada pelo grupo, desde o técnico responsável até o líder do grupo.	Sim, e percebo que a pessoa com mais experiência recebe bem as sugestões.	Sim, as checagens nos equipamentos são padronizadas por documentos para serem executadas da mesma forma, por exemplo, confirmar parâmetros dos equipamentos, temperatura, pressão, etc.	Os riscos são avaliados e controlados através da análise prévia de risco, se houver risco não é realizado.	Usamos o <i>yoshi</i> , que é um apontamento com as mãos e também uma confirmação visual da ação.	Simulação de falhas nos equipamentos mas, sem risco de acidentes, toda atividade que gera risco não é realizada.	Os <i>check list</i> são padronizados e não possuem risco a segurança.	Fazemos <i>crosschecks</i> de algumas checagens, mas sem risco a segurança.
Resposta F2	Sim.	Sim.	Sim, Normas e <i>troubleshooting</i>	Sim.	Sim, <i>check sheet</i> .	Às vezes.	Sim.	As vezes.
Resposta F3	Sim.	Sim.	Sim, norma de operação, por exemplo execução de uma checagem, <i>backup</i> , etc.	Sim.	Sim, <i>Double check</i> .	Sim.	Sim.	Sim.
Resposta F4	Sim.	Sim.	Sim, normas e <i>one point</i> .	Sim.	Sim, " <i>Yoshi</i> " uma confirmação do passo executado.	Sim.	Sim.	Sim.
Resposta F5	Sim.	Sim.	Sim.	Sim.	Sim, confirmação.	Não.	Sim.	Sim.

Pergunta n°	18	19	20	21	22	23	24	25
Resposta F6	Sim.	Sim.	Sim. Utilização de Normas durante procedimentos de manutenção.	Sim.	Não.	Algumas vezes.	Sim.	Sim.
Resposta F7	Sim.	Sim.	As vezes sim outras vezes não, exemplo de sim é <i>check list</i> diário, exemplo de não é uma troca de uma válvula pneumática que venha ocasionalmente a ser danificada durante a operação.	Quase todas as vezes sim, alguns casos muito específicos não, exemplo: um problema que nunca ocorreu provavelmente não haverá um procedimento, quando isso ocorre é discutido no momento qual a melhor maneira de executar.	Sim, exemplo: Voltar equipamento pra <i>Home position</i> .	Hoje Raramente, antigamente havia mais treinamentos desta maneira, acredito que hoje a mão de obra é mais escassa deixando essas simulações em segundo plano.	Sim.	A maioria das vezes sim.
Resposta F8	Sim.	Sim.	Sim, normas.	Sim.	Sim.	Sim.	Sim.	Sim.
Resposta F9	Sim. Os problemas são discutidos em conjunto para achar a melhor solução.	Sim.	Sim.	Não.	Não.	Sim.	Sim.	Sim.

A Tabela 9 apresenta o resultado do cálculo das medianas das respostas às afirmações de 1 a 17 e a porcentagem que cada nota da escala de Likert recebeu para cada afirmação, demonstrando o alto nível de concordância que os funcionários pesquisados demonstraram perante às declarações apresentadas na pesquisa, corroborando com a cultura de segurança que parece estar presente na BAI:

Tabela 9: Mediana das concordâncias com as afirmações propostas e a porcentagem que cada nota recebeu

Pergunta #	Mediana de concordância com as afirmações	% por resposta				
		1	2	3	4	5
1	5,00	0%	0%	0%	44%	56%
2	5,00	0%	0%	0%	33%	67%
3	5,00	0%	0%	0%	11%	89%
4	5,00	0%	0%	0%	22%	78%
5	5,00	0%	0%	11%	11%	78%
6	5,00	0%	0%	11%	33%	56%
7	5,00	0%	0%	0%	0%	100%
8	5,00	0%	0%	0%	33%	67%
9	5,00	0%	0%	0%	11%	89%
10	5,00	0%	0%	0%	22%	78%
11	5,00	0%	0%	0%	11%	89%
12	5,00	0%	0%	0%	22%	78%
13	5,00	0%	0%	0%	22%	78%
14	5,00	0%	0%	0%	22%	78%
15	5,00	0%	0%	0%	33%	67%
16	5,00	0%	0%	0%	33%	67%
17	5,00	0%	0%	0%	22%	78%

Outro ponto a se destacar, é a mediana das respostas dadas por cada um dos funcionários pesquisados, apresentadas na Tabela 10, que, assim como a mediana da concordância com as afirmações, demonstra que a equipe que participou da pesquisa tende a concordar com os procedimentos de segurança nas operações baseado em CRM propostos, reforçando o que já foi demonstrado na tabela anterior:

Tabela 10: Mediana do grau de concordância por funcionário (F)

Funcionário	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Mediana da concordância por funcionário	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00

5.4. DISCUSSÕES

5.4.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

A parte desta pesquisa referente a revisão de literatura, pôde resumir a utilização e a viabilidade do CRM em indústrias diversas, em especial na de transportes médicos de emergência, de outros tipos de transporte diferentes da aviação civil, tais como o náutico e o ferroviário, na geração de energia e na indústria de manufatura. Nessas pesquisas é notável que o CRM pode se enquadrar e ser utilizado em diversos tipos de indústrias, em especial aquelas que possuem mais riscos em seu cerne, como nas indústrias já mencionadas. Mas também, pode ser utilizado nas indústrias de transformação em geral, trazendo mais segurança, mais qualidade, menores riscos operacionais e menor possibilidade de recalls ou de problemas legais.

Nas publicações pesquisadas ficou evidenciado que é muito importante para qualquer empresa ou corporação que pretenda aplicar programas e treinamentos de CRM aos seus funcionários, que a alta gestão tenha que estar envolvida desde o início e estar alinhada aos possíveis benefícios que essas práticas podem trazer para as operações e também estarem dispostos a promover a cultura de segurança, como, por exemplo em Lang *et al.* (2010). E aqui “segurança” significa, claro, a segurança dos funcionários e das máquinas, mas também a segurança operacional.

Este talvez seja um desafio para as indústrias de manufatura que pretendam melhorar a segurança de suas operações com aplicação de técnicas de CRM ou de treinamentos derivados, pois não é trivial medir a efetividade da segurança e argumentar com a alta gestão a necessidade de se melhorar a segurança através de métodos diretos ou derivados de CRM.

Métodos reativos a falhas não são mais considerados apropriados para ser aplicado por equipes de manutenção. Métodos proativos, se não forem aplicados adotando uma combinação de diferentes métodos, também podem não ser suficientes. Indicadores de desempenho têm o potencial de medir e identificar o risco de uma organização; no entanto, muitas condições latentes podem não ser detectadas ou não reportadas. Análises de risco podem não ser completas ou consistentes, e, devido a eventuais complexidades dos sistemas, tais análises podem não ser efetivas. Existem, porém, métodos preditivos e interativos disponíveis que podem trazer muito mais benefícios para prevenir acidentes e outros incidentes (MENDES; VIDAL VIEIRA; MANO, 2022).

Os autores seguem argumentando, definindo melhor estes métodos, chamados preditivos-interativos, e que podem ser uma combinação de medição de desempenho proativa, utilizando coleta e análise de dados em tempo hábil, desenvolvimento de métodos preditivos,

envolvimento ativo com designers de sistemas e processos, gerentes e operadores, fornecendo priorização de ações na tomada de decisões e envolvendo ativamente os trabalhadores. Esses métodos podem ter um grande impacto na identificação de condições ocultas e na mitigação proativa de riscos, auxiliando assim, no convencimento da alta gestão sobre a utilização direta do CRM ou em técnicas derivadas como forma de treinar e, desta forma, prevenir acidente e problemas qualidade.

Tais métricas podem contribuir para o fortalecimento da cultura de segurança positiva, que por sua vez, não pode ser imposta, mas deve crescer nas organizações. Para tanto, é necessário o apoio dos gestores responsáveis. Somente quando o pensamento comum de segurança é gradualmente fortalecido entre todos, as equipes conseguem gerar um nível mais elevado de segurança e possivelmente evitar incidentes ou acidentes. Este mais alto nível de segurança de uma equipe também se manifesta quando a responsabilidade é assumida coletivamente por todos. O CRM é um conceito de treinamento em equipe que pode contribuir para isso. Naturalmente, também são necessários considerar fatores limitadores na estrutura existente, como por exemplo, liberação do pessoal para treinamento e para exercícios de simulação. Para promover ainda mais o *safety thinking*, são necessárias medidas adicionais. O treinamento padronizado de CRM é concebido como treinamento a ser ministrado em sala de aula, sendo que a integração dos temas de CRM em todos os estágios de treinamento é possível e necessária. Isso inclui, por exemplo, a conexão de elementos de CRM com o treinamento simulado já estabelecido na aviação e na medicina (LANG *et al.*, 2010).

Outros estudos aqui revisados, trazem mais evidências de que o envolvimento e o respaldo da alta gestão são importantes, pois as reações positivas e a percepção de aprendizado são cruciais, pois podem fornecer evidências de credibilidade, até mesmo para os níveis mais altos, dentro da indústria, e motivação para futuros aprendizes (ESPEVIK; SAUS; OLSEN, 2017).

A cultura organizacional também seria um fator relevante e que deve ser considerado para se avaliar a eficácia, o que significa que fatores individuais, como por exemplo, consciência situacional, e sociais tais como trabalho em equipe, devem ser considerados, bem como efeitos organizacionais, como por exemplo, pressão por resultados. Sendo que o CRM aplicado na indústria parece ser promissor. É preciso, no entanto, ter alguma cautela, pois apesar de inovadores, os resultados analisados do CRM em indústrias não aeronáuticas devem ser tratados como provisórios, pois mais estudos são necessários para se avaliar eficácia do CRM na indústria (MARQUARDT; ROBELSKI; HOEGER, 2010).

Outro fator que, segundo a literatura revisada, deve ser considerado, é o financeiro, ou melhor, o retorno do investimento. Treinamentos de CRM devem ser ministrado por profissionais altamente capacitados, experientes e inclusive, se possível, combinando conhecimentos técnicos na área de aplicação, ao menos algum conhecimento sobre aviação, habilidades de comunicação e liderança, experiência prática relevante, habilidades de instrução e uma abordagem adaptável e centrada no aluno para fornecer um treinamento eficaz e impactante. Pois para tal treinamento ser bem sucedido, a sensibilização dos participantes para o tema é crucial. Isso significa que o instrutor deve conscientizá-los sobre a importância dos fatores humanos, destacando os perigos cotidianos que podem causar erros humanos (SCHUERMAN; MARQUARDT, 2016). E, certamente, instrutores com tais habilidades, não possuem um custo baixo e se não transmitirem a mensagem correta, o treinamento pode ser inócuo, assim é importante avaliar a eficácia do treinamento, como por exemplo proposto por Kim e Byun (2011), que também destacam a importância de se fazer uma análise do retorno de investimento do treinamento de CRM, de acordo com a realidade, as necessidades e o planejamento estratégico de cada firma.

Adaptar o treinamentos e as práticas de CRM à indústria de manufatura e a qualquer atividade requer que uma experiente equipe já bem letrada em fatores humanos e na aplicação do CRM, façam análises prévias para que transmita o conhecimento de forma bem adaptada ao tipo de atividade e a cultura da empresa (O'CONNOR, 2011). Sendo que é imprescindível que o CRM da aviação não seja diretamente aplicado em outra indústria (O'CONNOR; FLIN, 2003).

5.4.2 PESQUISA DE CAMPO

Nas respostas à pesquisa proposta na BAI, fica evidente que os funcionários priorizam a segurança e que naquela firma a cultura de segurança é importante, e em uma indústria automotiva, se a alta direção não estiver alinhada com esta cultura, haverá conflitos dos quais os funcionários de menor nível hierárquico, poderiam acabar cedendo e aumentando o risco próprio e dos equipamentos. Contudo, com os dados obtidos, não fica clara se esta cultura é formalizada por procedimentos e manuais ou é tácita. No entanto algumas divergências de respostas, como na dissertativa nº 23, referente a treinamentos de simulações, indica algo mais informal e que não foi aplicado nenhum treinamento específico de CRM, por outro lado, no entanto, conforme o alto nível de concordância das afirmações 10 e 11 e da, novamente, questão

dissertativa nº 23, os funcionários entendem que treinamentos baseados em simulação são importantes e, este é um tipo muito presente em treinamentos de CRM.

Como demonstrado nos resultados a afirmação de numero 6 apresentou as respostas mais dispersas, apesar de tender para ter mais concordância do que discordância, mas que, de qualquer forma, mostrou uma certa tendência de se dar mais importância às opiniões e ao conhecimento de profissionais mais experientes. Sendo que a prática do CRM poderia otimizar o processo de troca de informações entre gerações e níveis hierárquicos, pois a experiência e as hierarquias em um ambiente institucional devem ser respeitadas e valorizadas, contudo, os funcionários mais jovens ou novos da equipe não devem sentir que têm que seguir todas as decisões sem ter a oportunidade de questionar (SILVA-MARTINEZ, 2015).

Um aspecto que pode ser analisado sobre a concordância unânime com a afirmação de número 7, é que a equipe pesquisada valoriza a padronização de procedimentos, o que certamente seria reforçado e bastante valorizado em um treinamento de CRM que os considera bastante úteis e valorizam treinamentos de simulação para destacar e reduzir erros de comunicação relacionados à hierarquia, entre outros (HEINRICH; MCANDREW; PRETTY, 2021).

Em geral, conforme demonstrado na tabela 6, o nível de concordância dos funcionários pesquisados com as afirmações propostas foi bastante alto e tal afirmação é sustentada pela mediana apresentada na tabela 8, que por sua vez, corrobora com a proposta de análise por meio das medianas que, conforme explicado, representa a percepção da equipe pesquisada em relação às afirmações apresentadas, diminuindo a influência de eventuais respostas irrelevantes e de posições extremas, diminuindo distorções, demonstrando alguma evidência de que a equipe da BAI pesquisada, aplica conceitos que tendem a diminuir o impacto de fatores humanos na segurança e na qualidade de suas atividades diárias.

A mediana apresentada na tabela 9, também ajuda a evidenciar a utilização destes conceitos, pois os pesquisados responderam tendendo sempre à concordância com os conceitos apresentados nas afirmações apresentadas.

A tabela 7 apresenta as respostas às perguntas dissertativas, que no geral também apontam a evidências de que a equipe concorda e se utiliza de conceitos que tendem a diminuir o impacto de fatores humanos em suas atividades diárias.

As respostas às perguntas dissertativas 18 e 19 foram sempre “Sim”, ou seja, todos têm abertura para falar e concordam que os superiores hierárquicos e os profissionais mais experientes aceitam bem sugestões de subordinados e dos mais novos, conforme encorajado em

treinamentos e práticas de CRM, onde os membros da equipe são encorajados e encarregados de verificar ameaças de maneira contínua e, principalmente, de se manifestar quando identificam potenciais perigos ou ameaças, independente de hierarquia ou função pré-definida (ESPEVIK; SAUS; OLSEN, 2017).

Em outras respostas ficam mais evidentes algumas diferenças entre a indústria de manufatura e a da aviação civil, esta última, em uma situação ideal, não economiza recursos para manter suas equipes com treinamentos atualizados, pois muitos deles são obrigatórios e passíveis de fiscalização (ANAC, 2020). Já no caso da BAI, conforme algumas respostas à questão 23, há a tendência de se priorizar o atendimento aos pedidos do que treinamentos de suas equipes.

Isso pode evidenciar uma eventual dificuldade de se realizar treinamentos e de se institucionalizar o CRM na indústria de manufatura, mesmo naquelas comprometidas com a segurança, como parece ser a BAI. Isso sem contar os custos deste tipo de treinamento, que como já mencionado, para ser aplicado, deve se fazer análises de retorno de investimento, considerando tanto a remuneração da empresa e/ou dos profissionais contratados, quanto às horas as quais seriam dedicadas pelos funcionários ao treinamento.

5.4.3 CORRELAÇÕES ENTRE A REVISÃO SISTEMÁTICA E A PESQUISA DE CAMPO

Outro aspecto que esteve muito presente nos trabalhos aqui revisados são que as práticas, programas e treinamentos de CRM para aviação não podem ser aplicados diretamente para outras indústrias. Devem ser adaptados e muito bem desenhados para cada tipo de indústria e operação, preferencialmente com a assessoria de profissionais experientes em CRM. Tais adaptações são importantes e necessárias mesmo dentro da aviação o que fez do CRM e os correspondentes programas de formação cada vez mais flexíveis e adaptáveis às características de cada firma, e até de cada tipo de equipamento, permitindo uma resposta concreta a problemas específicos de cada empresa e que sejam relacionados à fatores humanos (MUÑOZ-MARRÓN, 2018).

O trabalho em equipe é também mostrado como de grande importância, tanto na obras revisadas quanto nas respostas da equipe pesquisada, como evidenciado nas concordâncias às afirmações 3, 4, 5, 6 e 17, e nas respostas dissertativas 18 e 19, sendo este um dos pilares do CRM conforme O'Connor; Flin (2003).

A utilização de *Crosschecks* e *Checklists* também estão presentes nas respostas da equipe pesquisada e demonstra que em seu trabalho do dia a dia, eles buscam ter consciência situacional da tarefa que estão atuando, corroborando também com os trabalhos revisados que a descrevem como um importante fator humano que pode influenciar o resultado, a segurança e a qualidade das atividades humanas (CESCHI *et al.*, 2019) (READ; CHARLES, 2018). Tais práticas e respostas observadas na pesquisa também podem ser relacionadas aos incentivos a comunicação, sem considerar a hierarquia e o tempo de experiência (ESPEVIK; SAUS; OLSEN, 2017).

No entanto, a equipe da BAI nunca recebeu um treinamento de CRM e, conforme Marquardt; Robelski; Hoeger (2010), tal treinamento precisaria de uma análise prévia e, o questionário aqui aplicado, já pode ser um início para esta análise para se desenhar um treinamento específico de CRM, com profissionais experientes, de acordo com a cultura organizacional presente nesta empresa. Sem deixar de lado o aspecto financeiro, que como já mencionado, precisa ser considerado e é importante para a decisão de se fazer ou não um treinamento específico de CRM em uma indústria de transformação.

Outro ponto sempre importante de se destacar é quanto ao custo de um treinamento de CRM a ser aplicado em qualquer tipo de empresa, pois os profissionais qualificados e preparados para ministrarem tais treinamentos devem ser capazes de relacionar o CRM (habilidades não-técnicas) com o treinamento técnico (habilidades técnicas), demonstrando conhecimento das políticas e procedimentos adotados pela contratante (ANAC, 2020). E este pode ser um fator que desencoraje as indústrias de manufatura a contratarem treinamentos específicos de CRM, além do fato de ser necessário disponibilizar o tempo dos funcionários envolvidos, sendo importante se identificar os benefícios organizacionais que tais treinamentos e práticas podem agregar às operações (KIM; BYUN, 2011).

Em algumas respostas da equipe pesquisada, fica evidente que se a BAI já fez treinamentos baseados em simulações, ela já não os faz há algum tempo, e tais treinamentos trazem benefícios e se há diferença entre equipes mais ou menos treinadas deste modo, há impactos significativo na performance individuais e do trabalho em equipe (LANGDALEN *et al.*, 2018).

Baseado na pesquisa realizada com este time, a gestão da BAI parece estar alinhada com a necessidade de se operar e administrar a empresa tendo a segurança como um de seus pilares, pois a existência da cultura de segurança fica evidente. Este apoio da gestão é

importante para o sucesso das operações e pode ser um dos facilitadores da implementação de práticas baseadas em CRM (LANG *et al.*, 2010).

Um ponto importante que não ficou claro na pesquisa foi a possíveis limitações cognitivas causadas por fadiga ou stress no trabalho diário da equipe pesquisada na BAI, sendo estes fatores relacionados e incidentes (O'CONNOR; FLIN, 2003). Este pode ser um ponto a ser incluso e melhor trabalhado em futuras pesquisas relacionadas a aplicação e a treinamentos de CRM na indústria de manufatura.

6. CONCLUSÕES

Os métodos aplicados nesta pesquisa evidenciam que o grupo pesquisado demonstra uniformidade em relação aos procedimentos baseados em CRM propostos na pesquisa. Porém, não se pode afirmar que a equipe já aplica CRM, mesmo se já aplica conceitos de CRM em seu dia-a-dia de trabalho, pois fazem isso de forma tácita e tendo respaldo “apenas” da cultura de segurança presente em sua organização, reforçado pelo fato de a formalidade e a utilização de procedimentos padrões, sejam importantes para a boa aplicação do CRM.

Ficou claro, no entanto, que os procedimentos e treinamentos de segurança e qualidade aplicados na BAI, e que por ser este um *player* importante e formador de opinião no setor automotivo, podemos supor que os treinamentos e procedimentos similares aplicados em todo o setor, podem possuir elementos de CRM e procedimentos padrão, tais como, *Crosschecks*, *Checklists*, divisão de tarefas e aceitação de propostas de soluções de problemas independentemente da hierarquia ou tempo de experiência dos envolvidos. Assim, baseando-se também nos textos revisados nesta pesquisa, conclui-se que treinamentos de CRM podem ser adicionados aos já aplicados nas indústrias de transformação, especialmente aquelas que trazem mais riscos em suas operações, tais como, indústrias de exploração e refino de petróleo e gás natural, indústrias de geração, transmissão e distribuição de energia, indústrias de fabricação de componentes aeroespaciais, indústrias automotivas e mesmo outras com menos riscos intrínsecos mas, que que almejam alcançar altos níveis de segurança e qualidade em suas operações, seus produtos e serviços.

É necessário, no entanto, ressaltar que para treinamentos de CRM serem bem aplicados e trazerem bons resultados, eles devem ser bem desenhados e adaptados a cada tipo de indústria, ao tamanho de cada equipe a ser treinada, a cultura da empresa e estar de acordo com as necessidades e condições financeiras das empresas, trazendo assim, ainda mais segurança e qualidade para a indústria de transformação.

Embora haja diversas pesquisas sobre a utilização e a viabilidade do CRM fora da aviação civil, em especial na área da saúde, e destacando também a área de transporte médico de emergência, outros meios de transportes, como navios e trens, é importante esclarecer que há pouca literatura disponível atualmente sobre a aplicação de CRM nas indústrias de transformação e, isso traz uma maior importância a esta pesquisa e aos resultados nela apresentados. Além disso, abre-se a possibilidade de novas pesquisas na área, que possam abranger outras equipes e indústrias, em especial as que trazem mais riscos operacionais e de segurança intrínsecos em suas atividades, mas, que podem corroborar com este trabalho, e levar para outros tipos de indústria, com as devidas adaptações, as vantagens que os procedimentos, a segurança e a qualidade que o CRM proporciona aos passageiros da indústria de aviação civil em todo o mundo.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, V.; CARELLA, G.; GEOFFREY OKOGBAA, O. Maintenance policies in just-in-time manufacturing lines. **International Journal of Production Research**, v. 30, n. 2, p. 369–382, 1992.
- ALBRECHT, R. M. Team spirit. **American Journal of Surgery**, v. 203, n. 3, p. 277–281, 2012.
- ANAC. **Treinamento de Gerenciamento de Recursos de Equipes (Corporate Resource Management - CRM)**. Brasil, ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil, 2020.
- BENNETT, S. A. Crew resource management's contribution to flight safety and operational effectiveness at the UK National Police Air Service, as understood by flight-crew. **International Journal of Human Factors and Ergonomics**, v. 6, n. 2, p. 160–178, 2019a.
- BENNETT, S. A. Aviation crew resource management—a critical appraisal, in the tradition of reflective practice, informed by flight and cabin crew feedback. **Journal of Risk Research**, v. 22, n. 11, p. 1357–1373, 2 nov. 2019b.
- BREQUE, M.; DE NUL, L.; PETRIDIS, A. **Industry 5.0**. 1st Editio ed. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021.
- BULJAC-SAMARDZIC, M.; DOEKHIE, K. D.; VAN WIJNGAARDEN, J. D. H. Interventions to improve team effectiveness within health care: a systematic review of the past decade. **Human Resources for Health** 2020 18:1, v. 18, n. 2, p. 1–42, 8 jan. 2020.
- BUTLER, P. C.; HONEY, R. C.; COHEN-HATTON, S. R. Development of a behavioural marker system for incident command in the UK fire and rescue service: THINCS. **Cognition, Technology and Work**, v. 22, n. 1, p. 1–12, 1 fev. 2020.
- CESCHI, A.; CONSTANTINI, A.; ZAGARESE, V.; AVI, E.; SARTORI, R. The NOTECHS+: A short scale designed for assessing the Non-Technical Skills (and more) in the aviation and the emergency personnel. **Frontiers in Psychology**, v. 10, n. APR, p. 902, 2019.

CHEN, P. K.; FORTUNI-SANTOS, J.; LUJAN, I.; RUIZ-DE-ARBULO-LÓPEZ, P. Sustainable manufacturing: Exploring antecedents and influence of Total Productive Maintenance and lean manufacturing. **Advances in Mechanical Engineering**, v. 11, n. 11, 1 nov. 2019.

COLAZO, J. Problem-solving by total productive maintenance swift teams: communication network structure, media choice and team effectiveness. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 39, n. 9, p. 2104–2118, 17 out. 2022.

DE CARVALHO, R. J. M.; SALDANHA, M. C. W.; VIDAL, M. C. R.; CARVALHO, P. V. R. Situated design of line-oriented flight training (LOFT): a case study in a Brazilian airline. **Cognition, Technology and Work**, v. 18, n. 2, p. 403–422, 2016.

DE MATTOS FERNANDES, J. E.; AUTRAN MONTEIRO GOMES, L. F.; CORREIA BAPTISTA SOARES DE MELLO; FIGUEIREDO GOMES JR.; S. Seleção de uma aeronave para atividades de charter regional com utilização do método multicritério de borda modificado com utilização de mediana. **Journal of Transport Literature**, v. 7, p. 171–191, 2013.

DE SCHEPPER, S.; GEUENS, N.; ROES, L.; HILDERSON, D.; FRANCK, E. Generic Crew Resource Management Training to Improve Non-technical Skills in Acute Care—Phase 1: An Interdisciplinary Needs Assessment Survey. **Clinical Simulation in Nursing**, v. 54, p. 1–9, 1 maio 2021.

ESPEVIK, R.; SAUS, E. R.; OLSEN, O. K. Exploring the core of crew resource management course: Speak up or stay silent. **International Maritime Health**, v. 68, n. 2, p. 126–132, 2017.

FLIN, R. H. Crew resource management for teams in the offshore oil industry. **Team Performance Management: An International Journal**, v. 3, n. 2, p. 121–129, 1 jun. 1997.

GROSS, B.; RUSIN, L.; KIESEWETTER, J.; ZOTTMANN, J. M.; FISCHER, M. R.; PRÜCKNER, S.; ZECH, A. Crew resource management training in healthcare: a systematic review of intervention design, training conditions and evaluation. **BMJ**, v. 9, p. 1–13, 2018.

HAVINGA, J.; DE BOER, R. J.; RAE, A.; DEKKER, S. W. A. How Did Crew Resource Management Take-Off Outside of the Cockpit? A Systematic Review of How Crew Resource Management Training Is Conceptualised and Evaluated for Non-Pilots. **Safety**, v. 3, n. 4, p. 26, 31 out. 2017.

HEINRICH, D. G. I.; MCANDREW, I.; PRETTY, J. Human Factors Considerations in Satellite Operation's Human-Computer Interaction Technologies: A Review of Current Applications and Theory. **International Journal of Managing Information Technology**, v. 13, n. 03, p. 23–43, 10 out. 2021.

HELMREICH, R. L.; MERRITT, A. C.; WILHELM, J. A. The evolution of crew resource management training in commercial aviation. **International Journal of Aviation Psychology**, v. 9, n. 1, p. 19–32, 1999.

HOLLAND, J. R.; ARNOLD, D. H.; HANSON, H. R.; SOLOMON, B. J.; JONES, N. E.; ANDERSON, T. W.; GONG, W.; LINDSELL, C. J.; CROOK, T. W.; CIENER, D. A. Reliability of the Behaviorally Anchored Rating Scale (BARS) for assessing non-technical skills of medical students in simulated scenarios. **Medical Education Online**, v. 27, n. 1, 2022.

IATA. **International Air Transport Association (IATA)**. Disponível em: <<https://www.iata.org/>>. Acesso em: 8 ago. 2023.

KIM, S. K.; BYUN, S. N. Effects of Crew Resource Management Training on the Team Performance of Operators in an Advanced Nuclear Power Plant. **Journal of Nuclear Science and Technology**, v. 48, n. 9, p. 1256–1264, 2011.

KIRKPATRICK, DONALD L. KIRKPATRICK, J. D. **Evaluating Training Programs: The Four Levels**. 3rd. ed. San Francisco: Berrett-Koehler, 2006.

KUŁAKOWSKI, G.; NOWAKOWSKI, H. SELECTED ASPECTS OF SHAPING THE COMPETENCE OF CIVIL AND MILITARY AIR TRANSPORT CREW USING CREW RESOURCE MANAGEMENT (CRM) TRAINING. **Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport**, v. 102, p. 85–97, 2019.

L13709. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm>. Acesso em: 30 jul. 2023.

LANG, B.; RUPPERT, M.; SCHNEIBEL, W.; URBAN, B. Teamtraining in der Luftrettung: Aeromedical Crew Resource Management - Ein Europäisches Trainingsprogramm zur Optimierung der Flug- und Patientensicherheit in der Luftrettung. **Notfall und Rettungsmedizin**, v. 13, n. 5, p. 368–374, 17 ago. 2010.

LANGDALEN, H.; ABRAHAMSEN, E. B.; SOLLID, S. J. M.; SØRSKÅR, L. I. K.; ABRAHAMSEN, H. B. A comparative study on the frequency of simulation-based training and assessment of non-technical skills in the Norwegian ground ambulance services and helicopter emergency medical services. **BMC Health Services Research**, v. 18, n. 1, p. 1–11, 3 jul. 2018.

LANGER, E. J. Minding Matters: The Consequences of Mindlessness–Mindfulness. **Advances in Experimental Social Psychology**, v. 22, n. C, p. 137–173, 1989.

LENG, J.; ZHU, X.; ZHIQIANG, H.; XINGYU, L.; ZHENG, P.; ZHOU, X.; MOURTZIZ, D.; WANG, QI, Q.; SHAO, H. WAN, J.; CHEN, X.; WANG, L.; LIU, Q. Unlocking the power of industrial artificial intelligence towards Industry 5.0: Insights, pathways, and challenges. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 73, n. October 2023, p. 349–363, 2024.

LIBERATI, A.; ALTMAN, D. G.; TETZLAFF, J.; MULROW, C.; GÖTZSCHE, P. C.; IOANNIDIS, J. P. A.; CLARKE, M.; DEVEREAUX, P. J.; KLEIJNEN, J.; MOHER, D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. **BMJ**, v. 339, 21 jul. 2009.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22 140, p. 55, 1932.

LINHARDT, R. M.; BISBEY, T. M.; SALAS, E. The science and practice of team training: Historical progress and a research agenda. **Consulting Psychology Journal**, 7 dez. 2023.

MARQUARDT, N.; ROBELSKI, S.; HOEGGER, R. Crew resource management training within the automotive industry: Does it work? **Human Factors**, v. 52, n. 2, p. 308–315, 11 abr. 2010.

- MARQUARDT, N.; ROBELSKI, S.; JENKINS, G. G. Designing and evaluating a crew resource management training for manufacturing industries. **Human Factors and Ergonomics In Manufacturing**, v. 21, n. 3, p. 287–304, maio 2011.
- MEARNS, K.; FLIN, R.; O’CONNOR, P. Sharing ‘worlds of risk’; improving communication with crew resource management. **Journal of Risk Research**, v. 4, n. 4, p. 377–392, 15 abr. 2001.
- MENDES, N.; VIDAL VIEIRA, J. G.; MANO, A. P. Risk management in aviation maintenance: A systematic literature review. **Safety Science**, v. 153, n. November 2021, 2022.
- MÍNGUEZ BARROSO, C.; MUÑOZ-MARRÓN, D. Major Air Disasters: Accident Investigation As a Tool for Defining Eras in Commercial Aviation Safety Culture. **Aviation**, v. 27, n. 2, p. 104–118, 20 jun. 2023.
- MISIUREK, K.; MISIUREK, B. Improvement of the safety and quality of a workplace in the area of the construction industry with use of the 6S system. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v. 26, n. 3, p. 514–520, 2 jul. 2020.
- MOFFATT-BRUCE, S. D.; HEFNER, J. L.; MEKHJIAN, H.; MCALEARNEY, J. S.; LATIMER, T.; ELLISON, C.; MCALEARNEY, A. S. What Is the Return on Investment for Implementation of a Crew Resource Management Program at an Academic Medical Center?*. **American Journal of Medical Quality**, v. 34, n. 5, p. 502–508, 1 set. 2019.
- MORGAN, C. A.; OLSON, L. E.; KYTE, T. B. Development and pilot testing of crew resource management training program for railroad industry. **Transportation Research Record**, n. 1995, p. 63–68, 1 jan. 2007.
- MOSTAFA, S.; DUMRAK, J.; SOLTAN, H. Lean Maintenance Roadmap. **Procedia Manufacturing**, v. 2, p. 434–444, 1 jan. 2015.
- MUÑOZ-MARRÓN, D. Human factors in aviation: CRM (crew resource management). **Papeles del Psicólogo**, v. 39, n. 3, p. 191–199, 1 set. 2018.
- O’CONNOR, P. Assessing the effectiveness of bridge resource management training. **International Journal of Aviation Psychology**, v. 21, n. 4, p. 357–374, out. 2011.
- O’CONNOR, P.; FLIN, R. Crew resource management training for offshore oil production teams. In: **Crew Resource Management: Critical Essays**. [s.l: s.n.]. v. 41p. 399–417.
- OUZZANI, M.; HAMMADY, H.; FEDOROWICZ, Z.; ELMAGARMID, A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic Reviews**, v. 5, n. 1, 5 dez. 2016.
- PATTERSON, M. D.; GEIS, G. L. On the move: Simulation to improve and assure transport team performance. **Clinical Pediatric Emergency Medicine**, v. 14, n. 3, p. 214–222, set. 2013.
- POLL, D. I. A. 21st Century civil aviation: Is it on course or is it over-confident and complacent? – thoughts on the conundrum of aviation and the environment. **The Aeronautical Journal**, v. 121, n. 1236, p. 115–140, 1 fev. 2017.
- READ, K.; CHARLES, R. Understanding teamwork errors in royal air force air traffic control. **Safety Science**, v. 109, p. 36–45, 2018.

- ROBERTS, R.; CULLINANE, N. Skilled maintenance trades under lean manufacturing: Evidence from the car industry. **New Technology, Work and Employment**, v. 38, n. 1, p. 103–124, 2023.
- RÖTTGER, S.; VETTER, S.; KOWALSKI, J. T. Ship management attitudes and their relation to behavior and performance. **Human Factors**, v. 55, n. 3, p. 659–671, 2 jun. 2013.
- SALAS, E.; BURKE, C. S.; BOWERS, C. A.; WILSON, K. A. Team training in the skies: Does crew resource management (CRM) training work? **Human Factors**, v. 43, n. 4, p. 641–674, 6 set. 2001.
- SAUER, J., DARIOLY, A.; MAST, M. S.; SCHMID, P. C.; BISCHOF, N. A multi-level approach of evaluating crew resource management training: A laboratory-based study examining communication skills as a function of team congruence. **Ergonomics**, v. 53, n. 11, p. 1311–1324, 2010.
- SCHUERMANN, V.; MARQUARDT, N. Adaptation of crew resource management training in high-risk industries. **International Journal of Safety and Security Engineering**, v. 6, n. 2, p. 341–350, 30 jun. 2016.
- SILVA-MARTINEZ, J. **Application of Crew Resource Management techniques in the aerospace industry**. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 7 set. 2015.
- STOLZER, A. J.; HALFORD, C. D.; GOGLIA, J. J. **Safety Management Systems in Aviation**. 1st. ed. [s.l.] Ashgate Publishing Limited & Ashgate Publishing Company, 2008.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. **Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review** **British Journal of Management**, 2003.
- VAN GREVENSTEIN, W. M. U. et al. Crew Resource Management Training for Surgical Teams, A Fragmented Landscape. **Journal of Surgical Education**, v. 78, n. 6, p. 2102–2109, 1 nov. 2021.
- YIN, Y.; STECKE, K. E.; LI, D. The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 1–2, p. 848–861, 17 jan. 2018.