UNIVERSIDADE PAULISTA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ADMINISTRAÇÃO

CULTURA DE *SAFETY* EM ORGANIZAÇÕES DE MANUTENÇÃO AERONÁUTICA

Uma aplicação de *Social Network Analysis (SNA)*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Mestre em Administração.

FERNANDO LUSTOSA GROBMAN

SÃO PAULO

2021

UNIVERSIDADE PAULISTA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ADMINISTRAÇÃO

CULTURA DE *SAFETY* EM ORGANIZAÇÕES DE MANUTENÇÃO AERONÁUTICA

Uma aplicação de *Social Network Analysis (SNA)*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Cardoso Machado

FERNANDO LUSTOSA GROBMAN

SÃO PAULO

2021

Grobman, Fernando Lustosa.
Cultura de *Safety* em organizações de manutenção aeronáutica: uma aplicação de *Social Network Analysis* (SNA) / Fernando Lustosa Grobman. – 2021.
127 f. : il. + CD-ROM.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista, São Paulo, 2021.
Área de concentração: Estratégias e Operações em Redes.
Orientador: Prof. Dr. Marcio Cardoso Machado.

1. Cultura de *Safety*. 2. Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional. 3. Aeronavegabilidade. 4. Manutenção aeronáutica. 5. Manutenção de aeronaves. I. Machado, Marcio Cardoso (orientador). II. Título.

Ficha elaborada pelo Bibliotecário Rodney Eloy CRB8-6450

FERNANDO LUSTOSA GROBMAN

CULTURA DE *SAFETY* EM ORGANIZAÇÕES DE MANUTENÇÃO AERONÁUTICA

Uma aplicação de *Social Network Analysis (SNA)*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Mestre em Administração

Orientador: Prof. Dr. Márcio Cardoso Machado

Aprovado em: ___ / _____ / _____.

BANCA EXAMINADORA

_____/___/____

Prof. Dr. Márcio Cardoso Machado

Universidade Paulista - UNIP

_____/___/_____

Prof. Dr. Leonardo Marques

COPPEAD - UFRJ

_____/___/_____

Prof. Dr. Renato Telles

Universidade Paulista - UNIP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mulher Cláudia Maria Porto Fernandes Grobman pela valorização e incentivo de sempre, bem como, pela compreensão demonstrada durante os momentos mais desafiadores na execução do trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas e instituições que estiveram ao meu lado durante essa longa, árdua e prazerosa caminhada que a vida nos oferece: a busca pelo conhecimento.

Nesta etapa do Mestrado agradeço em especial:

A minha mulher Cláudia e aos meus filhos Bruno e Beatriz pelas leituras, conversas e incentivo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Márcio Cardoso Machado pela paciência e dedicação nas inúmeras horas de orientação, enriquecidas com intenso compartilhamento de conhecimento.

Aos professores membros da Banca de Avaliação, Prof. Dr. Leonardo Marques e Prof. Dr. Renato Telles pelas contribuições construtivas na etapa de Qualificação, que indicaram caminhos para corrigir imperfeições e busca de maior consistência na minha pesquisa.

Ao Prof. Dr. Maciel M. Queiroz pelo especial aporte de conhecimento de Métodos Quantitativos que solucionou um dos desafios da análise final da pesquisa.

A todos os professores do Programa de Mestrado em Administração da UNIP pelas aulas, conversas e compartilhamento de conhecimento, que transformaram essa etapa em uma caminhada enriquecedora.

A todos os funcionários do Programa de Mestrado em Administração da UNIP, em especial a Aline e o James, pelo apoio e cordialidade no atendimento.

Aos colegas que tive a oportunidade de conviver durante o Programa de Mestrado em Administração da UNIP, cada um com a sua inestimável contribuição individual.

Ao Santander pela concessão da bolsa SANTANDER SUPERAMOS JUNTOS 2020, que foi relevante para proporcionar a conclusão do curso.

Todos contribuíram muito para os aspectos positivos deste trabalho. As imperfeições e pontos que possam ser aprimorados são de responsabilidade exclusivamente minha.

Apenas aqueles que arriscam a ir demasiado longe
conseguem descobrir o quão longe se pode ir.

(T. S. Eliot)

RESUMO

O tema deste trabalho é a difusão da Cultura de *Safety* nas Organizações de Manutenção Aeronáutica. A definição de diretrizes regulatórias e a gestão da segurança da atividade aeronáutica é fundamental para a qualidade e a percepção do público em relação à aeronavegabilidade, contemplando não somente a operação aérea, mas também, a manutenção das aeronaves e equipamentos, conforme orienta em nível mundial a *International Civil Aviation Organization (ICAO)*. No Brasil a instituição reguladora é a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), que tem a função de formular as condições regulatórias e a disseminação da Cultura de *Safety*, representada pela adoção de um sistema de gestão de segurança *(Safety Management System – SMS)* localmente denominado Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO). A Indústria do Transporte Aeronáutico no Brasil ocupa um espaço estratégico na moderna integração logística do país, tanto pelas dimensões continentais, quanto pelos desafios da integração socioeconômica entre as diversas regiões, o que se traduz em quantidade considerável de passageiros e uma crescente participação do modal aéreo no transporte de cargas. O entendimento atual de *Safety* em sistemas de alta tecnologia e complexidade operacional, como é o transporte aéreo, considera que os acidentes são decorrentes da falha defensiva de um sistema multicamadas, envolvendo falhas ativas e condições latentes, relacionadas com decisões anteriores; a sobreposição desses fatores em algum momento pode dar espaço ao evento indesejado. No presente trabalho a difusão da Cultura de *Safety* é investigada na perspectiva da *Social Network Analysis (SNA)*, que tem foco nas organizações participantes de uma rede e na tipologia dos vínculos entre elas. Com os instrumentos da *SNA* é construída uma rede de Organizações de Manutenção Aeronáutica (OMAs) e são obtidas as respectivas medidas de centralidade: Grau de Centralidade, *Closeness*, *Betweenness* e *Eigenvector*. Uma pesquisa de campo entre as OMAs investiga as percepções de profissionais do setor quanto à implementação da Cultura de *Safety*. Foram analisadas relações entre esses dados e as medidas de centralidade da rede, com o objetivo de responder à questão de pesquisa: "Qual a relação entre as medidas de centralidade em uma rede de Organizações de Manutenção (OMAs) em SP/Brasil e o envolvimento delas com a Cultura de *Safety*?" Os resultados indicam que a atividade de manutenção aeronáutica brasileira apresenta uma grande oportunidade de melhoria das práticas relacionadas com a Cultura de *Safety*.

Palavras-chave: Cultura de *Safety*. Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional. Aeronavegabilidade. Manutenção Aeronáutica. Manutenção de Aeronaves.

ABSTRACT

The theme of this research is diffusion of Safety Culture in Aeronautical Maintenance Organizations. Defining regulatory policies and safety management in aeronautical activity is fundamental for quality and public perception related to airworthiness, including not only operation, but also, equipment and aircraft maintenance, in accordance to International Civil Aviation Organization (ICAO) global directions. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), brazilian regulatory agency, is entitled to formulate regulations and to disseminate Safety Culture, which is represented by the implementation of a Safety Management System (SMS). The Air Transportation Industry occupies a strategic position in Brazil because of the continental size of the country and logistical integration challenges among regions. Those facts imply a high volume of passengers and an increasing amount of cargo transport every year. Nowadays there is a concept that hightech systems with operational complexity, as air transportation, consider accidents as a consequence of defensive failure in a multilayer system, including active and latent conditions, related to former decisions; the overlap of all this factors may sometime originate an accident. In this research Safety Culture diffusion is investigated under the Social Network Analysis (SNA) perspective, focusing in an organizations network and the links, or interactions, among them. A Network of Aeronautical Maintenance Organizations (AMOs) is designed with the SNA instruments and also obtained agents centrality measures: Degree Centrality, Closeness, Betweenness and Eigenvector. A Survey conducted with AMOs researches professional perceptions in the sector, regarding Safety Culture implementation. These data is analysed in relation to centrality measures, in order to answer the research question: "What is the relation between centrality measures in the Aeronautical Maintenance Organizations (AMOs) network in São Paulo state, Brazil, and their engagement with Safety Culture?". The results show that brazilian aeronautical maintenance activity presents a great opportunity to improve Safety Culture related practices.

***Keywords**: Safety Culture. Safety Management System (SMS). Airworthiness. Aeronautical Maintenance. Aircraft Maintenance.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pirâmide de Acidentes 27
Figura 2 – Modelo do Queijo Suíço 29
Figura 3 – Os quatro componentes do SGSO 36
Figura 4 – Modelos de Manutenção 40
Figura 5 – Custo de Propriedade de uma Aeronave Comercial 42
Figura 6 – Fatores que governam a Difusão da Inovação 47
Figura 7 – Curva Cumulativa em forma de "S" 48
Figura 8 – Curva em Forma de Sino justaposta a Curva "S" 49
Figura 9 – Distribuição das Categorias de Adoção da Inovação 49
Figura 10 – Jogo de Coordenação 55
Figura 11 – Configuração de Redes Esparsas e Redes Densas 60
Figura 12 – Grafo com 5 pontos e 5 conexões 63
Figura 13 – Grau de Centralidade em Redes Não-direcionadas 64
Figura 14 – Centralidade *Indegree* e *Outdegree* em Redes Direcionadas 65
Figura 15 – Centralidade de Proximidade e Intermediação 66
Figura 16 – Modelo Conceitual para verificar se há associação significativa entre as medidas de centralidade e o envolvimento com Cultura de *Safety* 76
Figura 17 – Definição Metodológica 80
Figura 18 – Fluxo de Pesquisa *SNA* 84
Figura 19 – Fluxo de Pesquisa *Survey* 88
Figura 20 - Fluxo de Pesquisa Consolidado 89

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – A relação entre o processo de gestão da segurança e a ferramenta PDCA .. 31
Quadro 2 – Organismos e Agências Reguladoras – Aeronáutica 33
Quadro 3 – Fases do Programa SGSO Para Todos 38
Quadro 4 – Lista de Categorias e Classes de Serviços da OMAs 45
Quadro 5 – Fases do Processo de Difusão da Inovação 47
Quadro 6 – Taxa de Adoção da Inovação 51
Quadro 7 – Tipologia das Ligações Estudadas na *SNA* 58
Quadro 8 – Tipologia dos Fluxos de Processo e Principais Métricas de Centralidade... 71
Quadro 9 – Tipologia das Pesquisas em Redes Sociais 72
Quadro 10 – Estrutura dos 4 componentes com 12 elementos para elaboração de um SMS 86
Quadro 11 – Memorial de apuração para Classificação de *Degree Centrality* 97
Quadro 12 – Memorial de apuração para Classificação de *Closeness* 97
Quadro 13 – Memorial de apuração para Classificação de *Eigenvector* 98
Quadro 14 – Memorial de apuração para Classificação de *Betweenness* 98
Quadro 15 – Codificação das questões sobre *SMS* da *Survey* 99
Quadro 16 – Análise de Kruskal-Wallis da associação entre *Degree* e *Safety* 101
Quadro 17 – Análise de Kruskal-Wallis da associação entre *Closeness* e *Safety* 102
Quadro 18 – Análise de Kruskal-Wallis da associação entre *Eigenvector* e *Safety* 103
Quadro 19 – Análise de Kruskal-Wallis da associação entre *Betweenness* e *Safety* 104

Tabela 1 – Matriz de Adjacências da Rede Representada na Figura 13 64
Tabela 2 – Matriz de Apuração de Grau de Proximidade 66
Tabela 3 – Matriz Genérica de Adjacências da Rede de OMAs 83
Tabela 4 – Medidas de Centralidade das OMAs respondentes 96
Tabela 5 – Faixas das Medidas de Centralidade 99
Tabela 6 – Notas por Componente de *Safety* 100
Tabela 7 – Associação entre *Degree* e *Safety* 101
Tabela 8 – Associação entre *Closeness* e *Safety* 103
Tabela 9 – Associação entre *Eigenvector* e *Safety* 103
Tabela 10 – Associação entre *Betweenness* e *Safety* 104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil (BR)
ASM	*available seat-mile*
BC	*Betweenness centrality*
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAA	*Civil Aeronautics Administration (Taiwan)*
CASA	*Civil Aviation Safety Authority (Austrália)*
CBM	*Condition based maintenance*
CC	*Closeness centrality*
CENIPA	Centro de Investigações e Prevenção de Acidente Aeronáuticos (BR)
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (BR)
DC	*Degree centrality*
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo (BR)
DOI	*Diffusion of Innovations*
EASA	*European Union Aviation Safety Agency (EU)*
EC	*Eigenvector centrality*
ESO	Eventos de Segurança Operacional
EU	*European Union*
EUA	Estados Unidos da América
FAA	*Federal Aviation Administration (EUA)*
GRSO	Gerenciamento do Risco à Segurança Operacional
GSO	Garantia da Segurança Operacional
HSE	*Health and Safety Executive*
IATA	*International Air Transport Association*
ICAO	*International Civil Aviation Organization (ONU)*
MCAS	*Maneuvering Characteristics Augmentation System*
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (BR)
MDO	Mão de obra

MGSO	Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional
OACI	*Organisation de l'Aviation Civile Internationale (ONU)*
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OE	Objetivo Específico
OEE	*Overall Equipment Effectiveness*
OEM	*original equipment manufacturer*
OMA	Organização de Manutenção Aeronáutica
ONU	Organização das Nações Unidas
PDCA	*Plan, Do, Check and Act*
PSO-BR	Programa Brasileiro para Segurança Operacional da Aviação Civil
QMS	*Quality Management System*
QP	Questão de Pesquisa
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
SGSO	Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional
SMM	*Safety Management Manual*
SMS	*Safety Management System*
SNA	*Social Network Analysis*
SNT	*Social Network Theory*
SSP	*State Safety Program*
TCCA	*Transport Canada Civil Aviation (Canadá)*
TCO	*Total Cost of Ownership*
TPM	*Total Productive Maintenance*
UKCAA	*United Kingdom Civil Aviation Authority (UK)*
UN	*United Nations*
U.R.S.S.	antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
USA	*United States of America*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
1.1 QUESTÃO DE PESQUISA 20
1.2 OBJETIVOS 23
1.2.1 Objetivo Geral 23
1.2.2 Objetivos Específicos 23
2 REFERENCIAL TEÓRICO 25
2.1 CULTURA DE *SAFETY* 25
2.2 MANUTENÇÃO AERONÁUTICA 38
2.3 DIFUSÃO DAS INOVAÇÕES 46
2.4 SOCIAL NETWORK ANALYSIS (SNA) 55
2.5 MODELO CONCEITUAL 72
3 METODOLOGIA 77
3.1 DEFINIÇÃO METODOLÓGICA 77
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 81
3.2.1 Social Network Analysis (SNA) 81
3.2.2 Survey 85
3.2.3 Consolidação dos Procedimentos Metodológicos 88
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS 90
4.1 CONSTRUÇÃO DA REDE DE OMAs - *SOCIAL NETWORK ANALYSIS (sna)* 90
4.2 EXECUÇÃO DA *SURVEY* 90
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS 95
5.1 ANÁLISE DA HIPÓTESE (H1A) 101
5.2 ANÁLISE DA HIPÓTESE (H1B) 102
5.3 ANÁLISE DA HIPÓTESE (H1C) 103
5.4 ANÁLISE DA HIPÓTESE (H1D) 104
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 106
6.1 DISCUSSÃO DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS 107
6.2 DISCUSSÃO DA HIPÓTESE E SEUS DESDOBRAMENTOS 108
6.3 DISCUSSÃO DA SOLUÇÃO DA QUESTÃO DE PESQUISA 109

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 110

REFERÊNCIAS

APÊNDICE 1

APÊNDICE 2

APÊNDICE 3

APÊNDICE 4

APÊNDICE 5

1. INTRODUÇÃO

A Cultura de *Safety* é associada a atitudes, crenças e valores compartilhados em um determinado segmento, com relação a manter elevados padrões de segurança (PASSENIER et al., 2016). Estudos recentes sobre a Cultura de *Safety* têm revelado a importância do tema para diversos setores. Áreas como Saúde, Engenharia Industrial, Saúde Pública, Gestão de Operações, Ciência Nuclear, Engenharia Química, Ergonomia, Enfermagem e Transportes têm concentrado a maior parte das pesquisas sobre Cultura de *Safety* (VAN NUNEN et al., 2018). Na área de transportes as medidas de intervenção que podem ser usadas para desenvolver a Cultura de *Safety* nas empresas de transporte rodoviário, marítimo, aéreo e ferroviário podem incluir: compromisso do gestor principal durante todo o período de intervenção; engajamento e suporte dos funcionários; relacionamento entre gerentes e funcionários; motivação para intervenção, foco da agência reguladora e apoio às empresas; implementação clara e congruente e o próprio conteúdo da intervenção. Contudo, os efeitos esperados dessas medidas na Cultura de *Safety*, no comportamento e nos resultados, assim como, na identificação dos fatores que influenciam a mudança de cultura de segurança necessitam de estudos aprofundados (NÆVESTAD; HESJEVOLL; PHILLIPS, 2018).

No que se refere especificamente ao setor aéreo, a Cultura de *Safety* desenvolvida para a aviação, dada sua sistematização, tem sido utilizada como modelo para melhorar a cultura de segurança em diversas indústrias e setores (MACHADO et al., 2016). E os estudos aprofundados no setor aeronáutico continuam a ser desenvolvidos. Um estudo voltado para recursos humanos procurou identificar como os membros de tripulação viam suas Culturas de *Safety* e avaliavam as políticas de *Safety* em suas operações diárias (WANG, 2018). Outro estudo no setor de aviação destacou que o desenvolvimento da Cultura de *Safety* como um padrão quantificável, apresenta um dilema considerável para os formuladores de políticas, pois, a imposição de padrões legais em qualquer área do empreendimento humano é geralmente baseada na suposição de que as partes afetadas estejam cientes de seu papel causal e, portanto, de responsabilidades legais. Desta forma, seria adequado fornecer uma estrutura definida, mensurável e gerenciável da cultura de segurança (LAWRENSON; BRAITHWAITE, 2018). No que se refere à manutenção aeronáutica, a Cultura de *Safety* está relacionada aos requisitos de aeronavegabilidade (garantia de um voo seguro). Um estudo sobre a aviação militar europeia identificou que seus requisitos de aeronavegabilidade se baseiam no conjunto de regras da Agência Europeia para a Segurança da Aviação *(European Union Aviation Safety Agency – EASA)*. O estudo revela ainda que uma abordagem civil, combinada, conforme necessário, com

a cultura militar é viável, pois é o caso de muitas forças de defesa que adotaram esses sistemas de segurança da aviação (CHATZI, 2018). Na manutenção aeronáutica a pressão do tempo, a cultura organizacional, a Cultura de *Safety* e a supervisão são os critérios mais importantes que contribuíram para o desempenho do Técnico de Manutenção Aeronáutica (YAZGAN; YILMAZ, 2018).

No Brasil a atividade de manutenção das aeronaves é efetuada, segundo denominação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o órgão que regula e fiscaliza a atividade aeronáutica, pelas Organizações de Manutenção Aeronáutica (OMAs) (ANAC, 2020). As entidades que fazem manutenção aeronáutica têm como propósito prover a disponibilidade confiável e segura das aeronaves, ao mínimo custo, para os operadores aéreos (KNOTTS, 1999). Há mais de 500 (quinhentas) OMAs registradas e homologadas pela ANAC, o que representa algo em torno e 10% (dez por cento) da quantidade mundial. Essas OMAs provêm manutenção aeronáutica para a operação aérea em um país com aproximadamente 8,5 (oito e meio) milhões de quilômetros quadrados, mais de 2.000 (dois mil) aeródromos[1] civis privados e mais de 580 (quinhentos e oitenta) aeródromos civis públicos, sendo que 29 (vinte e nove) são considerados aeroportos internacionais (ANAC, 2020).

O país ocupa uma posição de destaque no mercado de transporte aéreo internacional, em especial de passageiros. Segundo dados da IATA (Associação Internacional de Transporte Aéreo) inclui-se entre os 10 (dez) maiores mercados mundiais de transporte aéreo, juntamente com EUA, China, Japão, Índia, Reino Unido, Indonésia, Alemanha e Espanha. A operação aeroviária brasileira representa 40% (quarenta por cento) de toda a América Latina (Folha de São Paulo, 12/11/2019), sendo o maior mercado doméstico da região (ARAUJO et al., 2007; MACHADO et al., 2009; MACHADO et al., 2015). O porte da operação reflete a realidade de um país que necessita da logística aeroviária para integrar a sua grande extensão, superando as assimetrias de densidade demográfica inter regiões e a precariedade das conexões de transporte terrestre ou aquaviário para localidades remotas, decorrente de malha rodoviária degradada, limitada disponibilidade do modal ferroviário e inadequação ou subutilização do modal hidroviário. Esses aspectos logísticos acarretam enormes transtornos às pessoas e atividade econômica, podendo inclusive ser considerados como fator de desvantagem competitiva para produtos de exportação.

---

[1] segundo a ANAC, um aeródromo é toda área destinada a pouso, decolagem e movimentação de aeronaves. Enquanto um aeroporto é um aeródromo público dotado de instalações e facilidades para apoio de operações de aeronaves e de embarque e desembarque de pessoas e cargas.

Por conta dessa situação conjuntural o transporte aeroviário tem ocupado papel com destaque crescente na logística interna, além de propiciar a necessária conexão dos brasileiros com os países de um mundo mais global e integrado. O Relatório BNDES - Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil – McKinsey & Company (2010) já citava mais de 50 (cinquenta) milhões de viagens (passageiros) ao ano. O painel de indicadores do site da ANAC atualiza esse número, base 2018, para 93,6 (noventa e três virgula seis) milhões de passageiros anuais, refletindo um volume quase dobrado em 8 (oito) anos. O transporte total de passageiros por via aérea representa 2,5% (dois e meio por cento) do transporte total de passageiros no país. No recorte do transporte interestadual de passageiros, mais de 2/3 (dois terços) do total é por via aérea e 1/3 (um terço) rodoviário (McKinsey & Company, 2010). As estatísticas públicas também sinalizam que o transporte aéreo de cargas, atualmente correspondente a 0,4% (quatro décimos por cento) em peso, tem uma expectativa de crescimento, até 2025, sobre os demais modais, que projeta 1% (um por cento) do total em peso.

Pelos aspectos discorridos, até então, neste capítulo introdutório, contemplando a Cultura de *Safety*, as OMAs e sua inserção na conjuntura da logística aeroviária no Brasil, a "Cultura de *Safety* em Organizações de Manutenção Aeronáutica" já se apresenta como tema relevante para o desenvolvimento socioeconômico sustentável. Além disso, o envolvimento das OMAs com a Cultura de *Safety* tem significado prático para um número expressivo de partes interessadas *(stakeholders)*, em diversas instâncias, uma vez que o público real ou potencialmente afetado por eventos graves, nessa atividade, é muito grande. A *International Civil Aviation Organization (ICAO)*, o organismo internacional que regula e fiscaliza a atividade aeronáutica, afirma que as indústrias e/ou organismos reguladores devem considerar esquemas de promoção e difusão da Cultura de *Safety*, entre as organizações (*ICAO*, 2013a) e que é necessário promover o estabelecimento de redes de compartilhamento de informações de segurança entre os utilizadores do sistema de aviação e facilitar o livre intercâmbio de informações sobre deficiências reais e potenciais de segurança (*ICAO*, 2013b).

Diante do fato de que a indústria de manutenção aeronáutica abrange um número significativo de OMAs, operando em um ambiente regulado pela ANAC, com potencial impacto em toda a sociedade, a pesquisa sobre Cultura de *Safety* deve levar em consideração essa multiplicidade de atores, o que torna interessante a opção por uma abordagem investigatória que considere o conjunto das OMAs na perspectiva de redes organizacionais (PROVAN et al., 2007; BORGATTI; OFEM, 2010, pg.18). Dessa forma é possível buscar uma relação entre a rede de OMAs e suas ações e percepções de *Safety*. A partir dessas definições estabelece-se um nexo causal com a escolha de 2 (duas) referências teóricas consagradas na

literatura, que se comunicam mutuamente de maneira sinérgica – a Difusão das Inovações e a *Social Network Analysis (SNA)*, além de contemplarem conceitos convergentes e complementares, que vêm sendo utilizados em pesquisas envolvendo fenômenos sociais em rede, com frequência cada vez maior.

A abordagem teórica de redes permeia de forma ampla o entendimento da sociedade e da atividade econômica em nossos dias: vivemos a chamada Sociedade em Redes (CASTELLS; CARDOSO, 2006, p.17). Isso corresponde ao estado da arte de uma caminhada de evolução teórica e empírica relativa à *Social Network Analysis (SNA)* que, segundo Borgatti e Ofem (2010, p.17), pode ser rastreada desde a antiga Grécia. Todavia, o crescente papel central nas ciências sociais data do século 20, mais intensamente a partir dos anos 80, quando se tornou um campo estabelecido (BORGATTI; OFEM, 2010, pg.17). Esse papel fundamental para o entendimento de fenômenos sociais se deve, em muito, ao amplo reconhecimento de que os agentes sociais estão imersos em uma rede de relacionamentos (GRANOVETER, 1985). Outro *insight* básico para esse tipo de investigação é que as posições em uma estrutura social impactam os agentes que as ocupam (BORGATTI; OFEM, 2010, pg.17). Na perspectiva das redes, qualquer sistema é visto como um conjunto de agentes, ou nós, conectados entre si, por ligações, laços ou vínculos, que podem ser diretos ou indiretos (TICHY et al., 1979; BORGATTI; LI, 2009; EASLEY; KLEINBERG, 2010, pg.2). A lente das redes é aplicável a múltiplos níveis de análise, envolvendo pessoas, equipes e organizações (BORGATTI; OFEM, 2010, pg.18).

Para além da abordagem teórica de redes, ou *Social Network Theory (SNT)*, a *SNA* tornou-se uma metodologia popular e utilizada para os mais diversos propósitos e aplicações. Consiste em uma abordagem que utiliza fundamentos matemáticos e elementos visuais para representar estruturas que envolvem relações entre pessoas, organizações, objetivos, interesses e outras entidades em um sistema maior (HOPE; REINELT, 2010). A *SNA* é tanto uma abordagem com foco nas relações entre os atores em uma rede social e respectiva estrutura, quanto uma técnica de modelagem com ferramentas para análise dessa rede (WICHMANN; KAUFMANN, 2016). Pela sua abrangência, versatilidade e disponibilização das métricas quantitativas adequou-se a pesquisas em Operações e Cadeias de Suprimentos, tornando-se uma "língua franca" (BORGATTI; LI, 2009), tanto para bens materiais como serviços, além de inúmeros outros fenômenos sociais.

A abordagem de *SNA* parte do princípio de que empresas estruturalmente equivalentes enfrentam ambientes semelhantes. Assim, na medida em que esses ambientes as influenciam, estando elas em posição de equivalência, se esforçarão para adotar processos internos também

semelhantes, pelo menos no nível funcional. Além disso, os nós (neste caso as OMAs) estruturalmente equivalentes são idênticos em relação a todas as medidas de rede, incluindo suas medidas de centralidade tais como Grau de Centralidade, *Closeness*, *Betweenness* e *Eigenvector*. Como resultado, podemos supor que empresas estruturalmente equivalentes atuarão de maneira análoga e obterão resultados de desempenho próximos (BORGATTI; LI, 2009).

De forma consolidada, a difusão da Cultura de *Safety* nas atividades aeronáuticas é relacionada com garantir altos padrões de segurança e constitui-se em fundamento operacional da aeronavegabilidade continuada. Também tem o papel de propiciar ao público uma percepção de confiabilidade e segurança, indissolúveis desse tipo de atividade. Essa temática, conforme diretriz da *ICAO*, deve se estender e incorporar a manutenção das aeronaves, efetuada pelas OMAs. A ANAC provê meios para homologação e controle de um amplo conjunto de OMAs. Todo o segmento de atividade econômica relacionado com o transporte aeroviário tem especial relevância em países como o Brasil, onde é vital para a integração eficaz de regiões distantes (MACHADO et al., 2009; MACHADO et al., 2015). Assim, como decorrência da criticidade da atividade de manutenção aeronáutica para o país, identifica-se interesse e relevância na investigação do "envolvimento das OMAs com a Cultura de *Safety*". O foco do trabalho é dirigido à busca por identificar uma relação que represente esse envolvimento. Os resultados esperados são a identificação da relação quantitativa entre as medidas de centralidade *(SNA)* das OMAs, na rede construída no *software* UCINet com base nos respectivos graus de similaridade de capacitação técnica, obtidos de fonte secundária no site da ANAC, e o envolvimento dessas OMAs com a Cultura de *Safety*. A premissa da similaridade da capacitação técnica entre OMAs, que será aprofundada ao longo do trabalho, prende-se à expectativa de ser uma fator habilitador da difusão da Cultura de *Safety* entre OMAs homologadas em categorias de capacitação técnica similares. A originalidade do trabalho decorre da escolha da metodologia baseada em dados secundários em *SNA*, que propicia a modelagem da rede de OMAs que será investigada, de forma prática, rápida e com baixo custo. Assim, a pesquisa foca aspectos da difusão da Cultura de *Safety* no segmento das OMAs, à luz da *Social Network Analysis (SNA).*

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Considerando o tema delineado na Introdução, o trabalho tem como foco investigar a relação entre as medidas de centralidade em uma rede de OMAs e a Cultura de *Safety* vigente,

na percepção de profissionais relacionados com essa indústria. Desse foco é extraída a questão de pesquisa:

QP: "Qual a relação entre as medidas de centralidade em uma rede de Organizações de Manutenção (OMAs) em SP/Brasil e o envolvimento delas com a Cultura de *Safety*?"

Reforçando a relevância da pesquisa, que está relacionada com a criticidade do tema para a segurança de pessoas e valores, destaca-se a quantidade expressiva de *stakeholders*. Por óbvio é muito difícil medir a percepção de todo o espectro de *stakeholders* envolvidos, mas o seu entendimento solidifica a relevância do objeto de estudo.

Em um primeiro nível de *stakeholders*, são diretamente identificados os agentes envolvidos na operação; respectivas equipes operacionais e de gestão; seus fornecedores, prestadores de serviço e parceiros comerciais; clientes e usuários; acionistas desses agentes econômicos e organismos governamentais e não governamentais envolvidos na regulação, suporte operacional, supervisão e auditoria das atividades.

Mas é possível ir muito além: a percepção pública dos eventos relacionados com segurança aeronáutica repercute fortemente. É senso comum, por exemplo, que no mundo da aeronáutica a Cultura de *Safety* é fundamental desde as etapas preliminares do projeto e engenharia das aeronaves, assim como, que os acidentes são decorrentes da falha defensiva de um sistema multicamadas, que pode ser ilustrado pelo chamado Modelo do Queijo Suíço, melhor detalhado na seção 2.1 (REASON, 2000).

Os 2 (dois) acidentes em intervalo de 5 (cinco) meses envolvendo a aeronave modelo *Boeing* 737 *Max*, sendo o voo 610 da *Lion Air* (Indonésia), em 29/10/2018, e o voo 302 da *Ethiopian Airlines* (Etiópia), em 10/03/2019, somaram 346 (trezentas e quarenta e seis) mortes, e culminaram com a decisão sem precedentes da *Boeing* anunciando a interrupção da fabricação desse modelo. Desde os primórdios das investigações desses acidentes, as hipóteses de causa incluem múltiplos aspectos, do projeto à fabricação e o treinamento operacional. As decisões de suspensão de voos e interrupção na fabricação denotam o grau de impacto da opinião pública, além dos órgãos reguladores, nas decisões das grandes empresas (citado em *Time*; Edição 01/04/2019). Mais recentemente, em setembro de 2020, foi publicado o Relatório do Comitê de Transporte e Infraestrutura do Congresso (EUA) que estabelece 5 (cinco) razões principais para os acidentes: (i) pressão para atualização do projeto do avião de forma rápida e com baixo custo; (ii) considerações erradas a respeito do projeto e do desempenho esperado dos pilotos[2]; (iii)

[2] A agilidade de identificação e reação da tripulação, em segundos, quanto ao mal funcionamento do *MCAS* (nota do autor).

uma cultura de omissão por parte da *Boeing*, como foi chamada no relatório; (iv) conflitos de interesse inerentes a um sistema que permite a funcionários da própria *Boeing* agir em nome do governo (atos de validação que deveriam ser exclusivos de órgãos reguladores e fiscalizadores); e, (v) influência da *Boeing* sobre altos executivos da *Federal Aviation Administration – FAA*, o órgão regulador e fiscalizador nos EUA. A atribuição de razões dos acidentes também confirmou a visão de somatória de múltiplas causas, conforme citações no relatório: "Os acidentes com o *Max* não resultaram de uma única causa, erro técnico ou evento de má gestão (...) foram a culminância horrorosa de uma série de considerações técnicas erradas pelos engenheiros da *Boeing*, falta de transparência da parte da gestão na *Boeing* e supervisão grosseiramente insuficiente por parte da *FAA"*. Chega a ser citado no relatório "o problema é que o projeto do avião estava de acordo com as normas, mas não seguro – e pessoas morreram". Dessa forma, a somatória de aspectos viciados inerentes ao tema da Cultura de *Safety*, aliados a um defeito técnico significativo, direcionaram duas catástrofes sequenciais. O modelo *Max* incluiu um dispositivo de segurança denominado *Maneuvering Characteristics Augmentation System (MCAS)*, concebido para emular para os pilotos do novo avião uma condição análoga à da geração anterior de 737, o qual apresentou mal funcionamento, cuja correção poderia ser feita manualmente, porém demandando treinamento robusto e grande agilidade humana. A investigação apontou que a *Boeing* e a *FAA* aprovaram o projeto considerando que a tripulação poderia ter a agilidade necessária à ação corretiva e, também, que a elaboração de manuais teria sido insuficientemente endereçada pela *Boeing*, possivelmente com o intuito de não onerar os processos de certificação e treinamento (citado em *Time*; Edição 16/09/2020). Em novembro de 2020 o *Boeing* 737 *Max* foi liberado pela *FAA* para voar, após 20 meses de suspensão em todo o mundo. A *FAA* considerou satisfatórias as correções de projeto e dos procedimentos de treinamento implementadas pela *Boeing* para superar os problemas indicados no diagnóstico de causas apontado na investigação (citado em Folha de São Paulo; Edição de 19/11/2020).

O caso relatado evidencia a relevância dos aspectos relacionados com a Cultura de *Safety* na percepção da sociedade. Isso deve ser vislumbrado inclusive no âmbito da política internacional. Em 08/01/2020 um Boeing 737 fazendo o voo 752 da *Ukraine International Airlines* caiu logo após a decolagem no Aeroporto de Teerã – Imam Khomeini, no Irã. Nas primeiras horas do acidente foram apontadas hipóteses de falha técnica, mas em seguida surgiram rumores de que o avião poderia ter sido abatido por mísseis iranianos. Após 3 (três) dias o mundo acompanhou estarrecido o desenrolar do caso, com o reconhecimento de responsabilidade pelas autoridades locais, divulgando que o avião fora abatido por mísseis terra-ar iranianos por engano. O acidente ocorreu em meio a um momento de alta tensão

internacional por conta da morte, pelos EUA, do general iraniano Qasem Soleimani, em Bagdá, tendo o Irã revidado atacando uma base militar americana, também no Iraque. Quer as razões para esse dito engano tenham sido de caráter intencional ou efetivamente erro humano, o fato é que a cultura de comprometimento com os aspectos de segurança tem relevância, em todo e qualquer aspecto, envolvendo a aviação civil, militar e demais operações aeroespaciais, pois, além de impactar questões socioeconômicas, pode abalar diretamente o relacionamento e a paz entre os povos. Em outras palavras assume um caráter planetário e humanístico elevado.

1.2 OBJETIVOS

Para direcionar o trabalho de pesquisa foram estabelecidos os seguintes objetivos:

1.2.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem por objetivo investigar, a partir de dados secundários públicos disponibilizados no site da ANAC, utilizando a *SNA*, a relação entre as medidas de centralidade das OMAs em uma rede, configurada com base em similaridade de capacitação técnica, e o seu envolvimento com práticas e valores positivos para a segurança, identificando se alguma dessas métricas é mais aderente que as demais e, assim, possa ser trabalhada eventualmente como fator habilitador da difusão da Cultura de *Safety*.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os Objetivos Específicos são:

OE1: Identificar nas empresas de manutenção aeronáutica focadas as respectivas características ou capacitações técnicas;

OE2: Construir uma rede com utilização de *software* específico (UCINet) contendo agentes OMAs do segmento de manutenção aeronáutica no estado de São Paulo;

OE3: Gerar medidas de centralidade de rede relacionadas aos atores da rede de OMAs;

OE4: Verificar a autopercepção de profissionais da rede de OMAs quanto ao engajamento com a Cultura de *Safety*;

OE5: Identificar se as métricas de centralidade de rede geradas guardam associação significativa com a Cultura de *Safety* observada pelas respostas do questionário.

Para endereçar a questão de pesquisa é necessário compilar os conceitos fundamentais a respeito dos seguintes construtos:

(i) Cultura de *Safety*;

(ii) Manutenção Aeronáutica;

(iii) Difusão das Inovações; e

(iv) *Social Network Analysis – SNA*.

A presente pesquisa está enquadrada nos Projetos coordenados pelo Professor Doutor Márcio Cardoso Machado da UNIP:

- CHAMADA UNIVERSAL – MCTIC/CNPq n.º 28/2018 Faixa B;
- CHAMADA CNPq N º 06/2019; e
- CHAMADA CNPq Nº 09/2020.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O trabalho de pesquisa está fundamentado nos construtos teóricos citados na Introdução, delineados neste capítulo, conforme segue: (i) Cultura de *Safety;* (ii) Manutenção Aeronáutica; (iii) Difusão das Inovações; e (iv) *Social Network Analysis – SNA*. Os construtos (i) e (ii) estão relacionados com o tema principal e o campo de investigação do trabalho. Os construtos (iii) e (iv) constituem teorias consolidadas com sugestivo potencial para explicar e confirmar a relação objeto da Questão de Pesquisa **(QP)**. O referencial está estruturado com base na literatura acadêmica, bem como, em documentação técnica e operacional extraída dos sites dos organismos de regulação e fiscalização, em âmbito nacional e internacional.

2.1 CULTURA DE *SAFETY*

A Cultura de *Safety* pode ser entendida como uma coleção de atitudes, crenças, percepções, práticas técnicas e sociais, bem como valores, relacionados com a diminuição da exposição a condições consideradas de risco para segurança, compartilhados pelos participantes de uma organização ou comunidade, dentro e fora do local de trabalho (PIDGEON; O'LEARY, 1994; MCDONALD et al., 2000; PASSENIER et al., 2016). A Cultura de *Safety* é especialmente relevante em alguns segmentos de atuação como plantas de energia nuclear, transporte ferroviário e transporte aéreo, pelos seus potenciais impactos operacionais, sociais e para a segurança das pessoas envolvidas (PASSENIER et al., 2016; MACHADO, 2019).

De maneira crescente, todavia, não mais se limita aos segmentos reconhecidamente de alta periculosidade. A valorização da Cultura de *Safety* estende-se a um número cada vez maior de atividades, principalmente pela percepção de que as atividades que adotaram de forma pioneira já capturaram melhoria em seus índices. Assim como, atividades de relativo menor risco, apesar de apresentarem indicadores absolutos muitas vezes não tão críticos, conscientizaram-se de que esses números sofriam pioras sucessivas, que poderiam sinalizar riscos mais complexos no futuro (KUO et al., 2020).

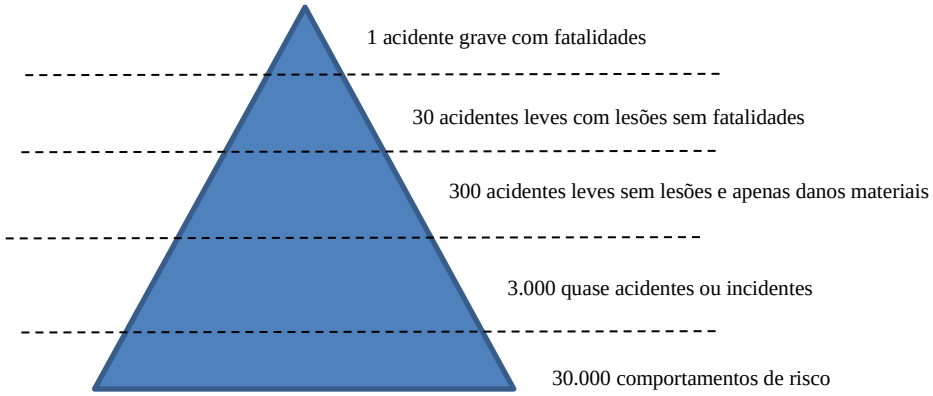
A visão fundamental mais atualizada da Cultura de *Safety* está relacionada com a prevalência do processo de investigação do "evento" em relação à investigação do "erro", o que implica em foco no monitoramento e qualificação da atividade humana (MACHADO, 2018). Esse conceito está relacionado ao reconhecimento de que as ações corretivas demandadas para a manutenção de altos níveis de segurança são mais disseminadas quando propostas de forma consciente e esclarecida, evitando-se a percepção de consequências punitivas.

A Cultura de *Safety* encontra suas raízes nos esforços desenvolvidos pioneiramente na indústria, na medida que se acumularam os registros históricos de acidentes graves. O estudo de casos famosos como *Three Mile Island* (usina de energia nuclear nos EUA, em 1979), *Bhopal* (fábrica de agrotóxicos da empresa *Union Carbide*, na Índia, em 1984) e *Chernobyl* (usina de energia nuclear na antiga U.R.S.S., hoje parte da Ucrânia, em 1986) corroboraram a consciência de que os maiores acidentes registrados sempre envolveram forte componente humana (PIDGEON; O'LEARY, 1994; BELLAMY, 2014). No caso de *Chernobyl* os erros humanos e violações de procedimentos foram interpretados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE, em 1987, como reflexo de Cultura de *Safety* pobre, razão pela qual o acidente seria improvável houvesse a presença de melhores condições culturais com relação à segurança (PIDGEON; O'LEARY, 1994). Os casos citados são emblemáticos pelas perdas humanas e consequências econômicas e políticas, como quebra de grandes corporações e até mesmo redirecionamento em políticas públicas ou mudanças de governo.

Os estudos sobre segurança, bem como, pesquisas para construção de mecanismos de prevenção, geralmente são categorizados de forma cronológica em 3 eras: (i) tecnológica; (ii) erro humano; e (iii) visão sistêmica organizacional. Em um primeiro momento as fontes dos problemas de segurança eram encaradas como predominante ou exclusivamente tecnológicas (BELLAMY, 2014). Com a pressão e o aumento da confiabilidade tecnológica o foco foi redirecionado para a análise da operação de responsabilidade humana (BELLAMY, 2014). Não é suficiente prover tecnologia de ponta ou regulamentações operacionais, se não houver entendimento dos processos de tomada de decisão baseados no comportamento humano (WANG, 2018).

Adeptos da visão de gerenciamento preventivo dos acidentes graves desenvolveram modelos como a conhecida pirâmide de acidentes formulada por Heinrich (1931) e Bird (1969). Esse modelo considera que acidentes graves são eventos indesejáveis, porém esperados, que ocorrem probabilisticamente com muito menor frequência do que os eventos menos graves. Assim, estabelece-se um modelo quantitativo que relaciona acidentes graves com os tipos de eventos de menor monta, com foco na melhoria dos indicadores de segurança e busca do acidente zero (BELLAMY, 2014). Modelos de gestão em segurança derivam desses preceitos os processos de auditoria comportamental. A Figura 1 – Pirâmide de Acidentes, também conhecida como Pirâmide de Bird, representa o conceito, sendo que os autores e a literatura relacionada à prevenção de acidentes divergem quanto aos números efetivos pela dificuldade de comprovação empírica.

Figura 1 – Pirâmide de Acidentes



Fonte: Autor, 2020.

Por outro lado, há controvérsias quanto a se considerar apenas a frequência de cada uma dessas categorias de eventos estabelecidas no modelo da pirâmide. Muitos especialistas em segurança consideram a hipótese de que reduzir a quantidade de eventos de menor monta não necessariamente assegura a eliminação dos eventos mais graves que estão representados no topo da pirâmide. Isso se baseia na visão de que diferentes tipos de evento podem ter diferentes pirâmides de acidentes, algumas com base menor, representando menos informação e consequentemente menor potencial de aprendizado com os eventos históricos. Outros fatores se somam a essa discussão, como a necessidade de entender o potencial de gravidade dos eventos estudados, bem como, o tempo de exposição a cada tipo de risco. É intuitivo em qualquer atividade de risco que, quanto maior o tempo de exposição, maior será a probabilidade do acidente (BELLAMY, 2014).

Atualmente a perspectiva sistêmica organizacional, que seria a terceira era, prevalece para análise de acidentes, sucedendo o foco das duas primeiras fases, respectivamente abordagem tecnológica e erros humanos. Nesta fase atual a prevenção de acidentes considera uma visão mais sistêmica de confiabilidade organizacional, contemplando modelos de proteção multicamadas. A análise dos grandes acidentes identifica em geral um número maior de fatores contributivos (PIDGEON; O'LEARY, 1994). Segundo esses autores, em muitos casos simplesmente rotulados como erro humano, com diagnóstico de que o acidente havia ocorrido por não conformidade com algum procedimento operacional padrão, constatou-se que faltou aprofundar na prática e questionar "por que essa não conformidade ocorreu", o que sugere ir adiante em mais níveis de entendimento das origens da falha (PIDGEON; O'LEARY, 1994).

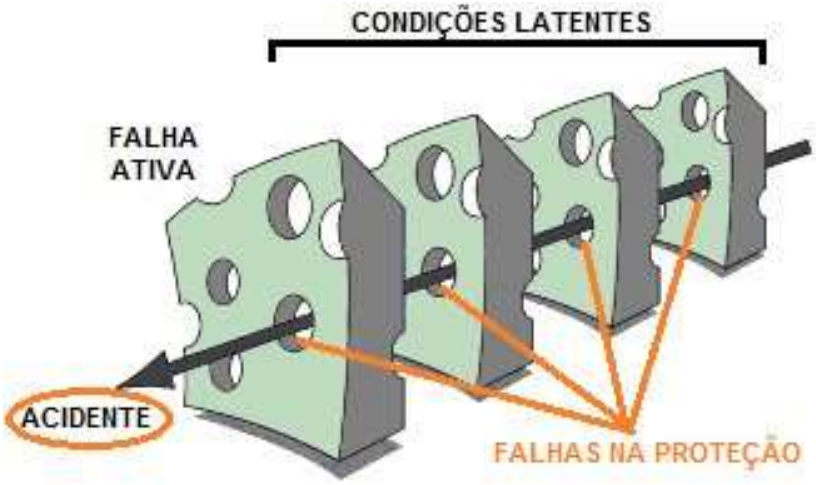
Muitos exemplos passaram a ser analisados sob a perspectiva sistêmica de múltiplas causas. O acidente com ônibus espacial *Challenger*, em 1986, remonta a decisões de projeto tomadas mais de 13 anos antes. O acidente de *Chenobyl* foi caracterizado como erro humano e violação de procedimentos que haviam gerado restrições operacionais previstas deste a etapa de projeto. O relatório de análise do acidente de *Three Mile Island* envolve o conceito de múltiplas causas para o acidente. Na aviação comercial o caso envolvendo os dois acidentes sucessivos com *Boeing* 737 *Max*, relatado na Introdução, também aponta para causas originadas desde a etapa de projeto. Conforme *a FAA*, depois corroborado pelo Relatório do Comitê de Transporte e Infraestrutura do Congresso (EUA), os agentes na indústria, no caso a *Boeing*, adotaram mais decisões autônomas em relação a suas checagens de segurança, denotando insuficiência de procedimentos de dupla checagem e auditoria nas etapas de desenvolvimento e produção (Time; Edição 01/04/2019 e Edição 16/09/2020).

Com base no reconhecimento da relevância da identificação e prevenção de múltiplas causas, outro modelo relacionado com a instrumentalização da Cultura de *Safety* é o chamado Modelo do Queijo Suíço (*Swiss Cheese*), também conhecido como efeito de ação cumulativa, que foi originalmente proposto por Dante Orlandella e James T. Reason da University of Manchester, na década de 1980 (Wikipedia). Nesse modelo de análise e prevenção de risco, frequentemente utilizado com referência à disseminação de informações sobre segurança aeroviária, bem como em programas de mitigação de risco ou construção de barreiras a eventos graves, não se atribui a preponderância exclusiva da responsabilidade a um único erro humano. Considera-se que em sistemas de alta tecnologia e complexidade operacional os acidentes são decorrentes da falha defensiva do sistema multicamadas, as quais apenas num mundo ideal seriam absolutamente intactas (REASON, 2000). Esse sistema pode ser visualizado pela metáfora das diversas fatias de um queijo suíço, sendo que os furos representam imperfeições, as quais variam em tamanho e posição ao longo do tempo. Um alinhamento entre os furos pode propiciar a trajetória de eventos que conduzem ao acidente (REASON, 2000). Em outras palavras, essa metáfora representa o pensamento que uma falha individual não conduz necessariamente a um acidente fatal, mas a sobreposição de falhas em múltiplos sistemas e ações humanas está por trás de um evento extremo na maioria das vezes (GHANI; YI, 2018). A Figura 2 – Modelo do Queijo Suíço representa graficamente esse modelo.

O Modelo do Queijo Suíço incorpora dois conceitos relevantes para essa abordagem mais sistêmica da modelagem de riscos: (i) as falhas ativas; e (ii) as condições latentes. As <u>falhas ativas</u> são os atos inseguros cometidos pelas pessoas que de alguma forma operam o sistema. Apesar desses atos serem frequentemente identificados como o gatilho que dispara um acidente,

é comum esses atos terem relação com outras condições sistêmicas pré-existentes, as chamadas condições latentes. As condições latentes são relacionadas com decisões sistêmicas anteriores, adormecidas e não evidenciadas por bom tempo, que ao serem associadas com falhas ativas acarretam um acidente. A relevância dessa categorização entre as falhas ativas e as condições latentes é que, diferentemente da imprevisibilidade de muitas falhas ativas, as condições latentes podem ser estudadas e corretamente tratadas (REASON, 2000). Esse tratamento sistemático das condições latentes é em grande parte o fundamento da valorização atual da Cultura de *Safety*, por focar na construção de organizações mais confiáveis, que tem o propósito de antecipar o pior e se preparar para lidar com ele (REASON, 2000).

Figura 2 – Modelo do Queijo Suíço



Fonte: Reason, 2000; Fukuoka e Furusho, 2016.

Uma razoável diferença de abordagem entre os modelos do tipo Pirâmide de Acidentes e Queijo Suíço é que, no primeiro tipo está implícita a perspectiva de que diminuição de frequência dos incidentes menores conduz certamente à redução de acidentes graves, sem dispor de limites, o que pode induzir a expectativa de eliminação total de acidentes. Por outro lado, no segundo tipo, a abordagem é a das múltiplas causas e como prover barreiras protetivas e cumulativas, sendo menos explícita a perspectiva de acidente zero. De fato, tradicionalmente há uma percepção amplamente disseminada na atividade aeronáutica de que muitos acidentes são inevitáveis (GHANI; YI, 2018).

Assim, a gestão moderna se defronta com muitos zeros inatingíveis na prática. Quando são estabelecidos objetivos de qualidade com zero defeito a referência são programas radicais de melhoria de qualidade, por exemplo em nível “six sigma”, mas ainda assim admitindo que existem desvios além das tolerâncias e potenciais refugos. Da mesma forma em relação a zero

riscos, ações podem ser tomadas para criar barreiras a eventos graves, tanto por conta da sua alta probabilidade, quanto pelos prejuízos potenciais em vidas e valor. Ainda assim, a afirmação categórica da eliminação do risco pode transcender o domínio da realidade. De qualquer forma, nessas abordagens pode-se vislumbrar o tripé de sustentação para o desenvolvimento de uma cultura focada em segurança: consciência, comprometimento e competência (GHANI; YI, 2018).

Os elementos fundamentais de uma boa Cultura de *Safety*, na concepção original de Pidgeon e O'Leary (1994) envolviam um conjunto de quatro fatores fundamentais: (i) a responsabilidade de *Safety* no nível estratégico; (ii) disseminação das atitudes e cuidados com *Safety* através da organização; (iii) normas e procedimentos adequados para lidar com os riscos; e, (iv) reflexão e debate contínuo sobre a prática de *Safety*. Esses elementos podem ser encontrados na literatura relativa à Cultura de *Safety* desenvolvida desde então. A cultura não se restringe a práticas operacionais e deve ser um assunto de gestão estratégica. Além disso, a preocupação com segurança deve ser disseminada, apoiada e garantida através de toda a organização. As normas e os procedimentos da organização, relativos à segurança, muitos escritos e outros tácitos, modelam as percepções e atitudes dos membros, em especial quando a operação contém riscos relevantes que demandem respostas adequadas. Por fim, a reflexão e debate contínuos, sobre as crenças e práticas relacionadas com segurança, são um fator habilitador do aprendizado, que deve ser valorizado além da fria aplicação e repetição de normas e procedimentos estagnados no tempo (PIDGEON; O'LEARY, 1994).

O documento *HSE - Managing for health and safety* (1991) publicado pela *HSE – Health and Safety Executive* introduz conteúdo prático valioso sobre sistemas de gestão de saúde e segurança, no qual deixa explícita a visão de PDCA *(Plan, Do, Check and Act)* relacionada com *Safety*, conforme pode ser observado no Quadro 1 – A relação entre o processo de gestão da segurança e a ferramenta PDCA.

McDonald et al. (2000), construindo sobre os elementos formulados por Pidgeon e O'Leary (1994), bem como, o documento *HSE* (1991), propuseram um modelo que relacione Cultura de *Safety* com o processo de gestão. Esse modelo contém 5 elementos fundamentais (i) política, respectivo desenvolvimento e implementação; (ii) organização, que deve suportar a disseminação e promoção das competências necessárias, em níveis operacionais e liderança, para estabelecimento da Cultura de *Safety*; (iii) planejamento de mitigação de riscos e definição dos padrões de desempenho em segurança; (iv) monitoramento do desempenho; e, (v) controle e ações corretivas do desempenho. A lógica do modelo também guarda a relação com a visão de *PDCA (Plan, Do, Check and Act).*

Quadro 1 – A relação entre o processo de gestão da segurança e a ferramenta PDCA

	Gestão Convencional de Segurança	**Processo de Segurança**
Plan	Determinação da política / Plano de implementação	• Definição e comunicação do desempenho aceitável e recursos necessários; • Identificação dos riscos / controles / registro e manutenção do conhecimento sobre processo de segurança; • Implementação e gestão das medidas de controle
Do	Perfil de risco / Organização de Segurança / Implementação do Plano	
Check	Medição do desempenho (monitorar antes de eventos e investigar depois de eventos)	• Medição e revisão do desempenho; • Aprendizado das medidas e achados das investigações.
Act	Revisão do desempenho / Atuação sobre lições aprendidas	

Fonte: adaptado de HSE, 1991.

A Cultura de *Safety*, envolvendo os comportamentos, credos, valores e inclinações inerentes a um determinado grupo, também resulta de diferentes aspectos culturais do meio, em nível organizacional, profissional e nacional (JAISWAL et al., 2018).

A organização é o local onde as pessoas fundamentalmente exercem suas atividades com potencial de impacto na segurança operacional. A visão organizacional quanto aos elementos enumerados a seguir pode influenciar esse comportamento significativamente em função de: (i) comunicação entre os diversos níveis hierárquicos da organização; (ii) relações entre a indústria e as agências reguladoras governamentais; (iii) comportamentos punitivos em relação ao erro; e (iv) valorização e difusão de novas tecnologias (JAISWAL et al., 2018).

A cultura profissional de determinado grupo se refere ao enfoque que ele direciona a uma determinada questão, como a segurança, e pode diferir fortemente entre diferentes grupos de profissionais. Essas diferenças são entendidas como decorrentes das distinções em (i) educação; (ii) tipo de treinamento; e (iii) ambiente de trabalho (JAISWAL et al., 2018).

A cultura no nível nacional envolve valores e práticas comuns a indivíduos de uma determinada nacionalidade e que se refletem em suas prioridades quanto à gestão de recursos, responsabilidade, moralidade e sistema legal quando operando dentro de suas fronteiras. A cultura nacional tem papel fundamental na gestão da segurança, especialmente na aviação, na medida que a criticidade operacional nessa indústria demanda fortemente trabalho em equipe,

com comunicação clara entre as pessoas, em tempos normais e sobretudo em caso de emergências (JAISWAL et al., 2018).

Na atividade aeronáutica a Cultura de *Safety* é o pilar da aeronavegabilidade continuada e segura, não se restringindo aos aspectos operacionais do voo, mas compreendendo desde as instâncias de desenvolvimento e fabricação de aeronaves, até a respectiva manutenção. A manutenção é um elemento crítico em todo esse sistema que garante a segurança na aviação. Registros históricos apontam que mais de 10% (dez por cento) dos acidentes em aviação foram atribuídos a causas de manutenção e inspeção deficientes. E que, na última década do século XX, o número de voos comerciais aumentou 55% (cinquenta e cinco por cento) enquanto o número de acidentes atribuídos ao tema manutenção dobrou (MCDONALD et al., 2000).

A Cultura de *Safety* envolve uma ação sistemática para assegurar operação segura e eficaz ao longo da vida útil dessas aeronaves (MACHADO et al., 2015). O cuidado efetivo com os elementos fundamentais da segurança na atividade da aviação assegura a percepção pública, perante a sociedade em geral, em termos de segurança, bem como a sustentabilidade da indústria nos seus aspectos sociais e econômicos. Mas não se deve esquecer que o público, de forma geral, pode perceber eventos de grandes consequências, apesar da baixa probabilidade, como é o caso na aviação, de formas diferenciadas. E isso justifica a razão pela qual, em caso de acidentes aéreos, a apuração das causas envolve pressões sociais e políticas (PIDGEON; O'LEARY, 1994).

Setores com alta criticidade operacional e de segurança, com frequência, possuem organismos, privados ou governamentais, em grande parte internacionais, que englobam os papéis de regulação e fiscalização das atividades, além de desenvolver os múltiplos agentes em práticas positivas, que tem o propósito de qualificar e mitigar os riscos dessas atividades. No caso específico da atividade aeronáutica existem organismos internacionais e autoridades nacionais na maior parte dos países, com destaque para os constantes do Quadro 2 - Organismos e Agências Reguladoras – Aeronáutica, sendo que essas organizações ocupam papel relevante na formulação e disseminação da Cultura de *Safety* no segmento, bem como asseguram o cumprimento das condições regulatórias.

A Convenção sobre Aviação Civil Internacional, assinada em 1944, conhecida simplesmente como Convenção de Chicago, estabeleceu a criação de uma organização para regulamentar a aviação civil internacional. Assim, em 1947 foi criada uma agência especializada, no âmbito da ONU, denominada *ICAO*, com sede em Montreal no Canadá, que atualmente tem 193 (cento e noventa e três) países membros. Os objetivos principais da agência

são o desenvolvimento de princípios e práticas em prol da segurança, eficiência, economia e desenvolvimento dos serviços aéreos *(ICAO*, 2020*)*.

Quadro 2 - Organismos e Agências Reguladoras – Aeronáutica

Sigla	**Nome**	**País**
ICAO/ OACI	*International Civil Aviation Organization / Organisation de l'Aviation Civile Internationale*	**ONU**
EASA	*European Union Aviation Safety Agency*	**EU**
FAA	*Federal Aviation Administration*	**EUA**
UKCAA	*United Kingdom Civil Aviation Authority*	**UK**
TCCA	*Transport Canada Civil Aviation*	**Canadá**
CASA	*Civil Aviation Safety Authority*	**Austrália**
CAA	*Civil Aeronautics Administration Taiwan*	**Taiwan**
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil	**Brasil**

Fonte: Autor, 2020.

Considerando a segurança como prioridade primeira na aviação, a *ICAO* trabalha na busca contínua, em colaboração com a comunidade aeronáutica global, pelo aprimoramento dos procedimentos de segurança aérea, sem perda de foco na manutenção de alto desempenho em capacidade e eficiência operacional. Algumas diretivas coordenadas da organização, com propósito de melhorar o aparato de segurança no transporte aéreo, envolvem (i) o desenvolvimento de estratégias globais contidas nos Plano Global de Segurança na Aviação e Plano Global de Navegação Aérea; (ii) desenvolvimento e manutenção de padrões, práticas recomendadas e procedimentos aplicáveis às atividades da aviação civil, contidos em inúmeros anexos, procedimentos para serviços de aeronavegação, bem como, manuais e circulares que suportam as respectivas implementações; (iii) monitoramento de tendências e indicadores de segurança através de um programa de auditoria e supervisão universal das implementações dos padrões, práticas e procedimentos recomendados, que é suportado por ferramentas de acompanhamento de dados de segurança e controle de riscos emergentes; (iv) implementação de programas de segurança com propósito específico de sanar deficiências infraestruturais; e, (v) acompanhamento e atenção efetivas aos riscos ao sistema aeroviário decorrentes de desastres naturais, conflitos e outras causas (*ICAO*, 2020).

No âmbito das suas atribuições no desenvolvimento e implementação de procedimentos de segurança, a *ICAO* introduziu e orientou que os países adotem *Safety Management Systems*

(SMS), envolvendo a atividade das companhias aéreas, aeroportos, serviços de tráfego aéreo, organizações de manutenção aeronáutica, organizações de treinamento e fabricação das aeronaves (LEE; KIM, 2015). A definição efetiva das obrigações dos signatários da *ICAO* quanto às implementações de *SMS* ocorreu em 2009, mediante um consenso entre as agências de aviação civil europeia, norte americana e canadense, junto à *ICAO*, constituindo as bases de um Grupo Internacional para Colaboração em Sistemas de Gestão de Segurança Operacional, que veio a receber adesão de outras grandes agências de países, inclusive Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, no Brasil. Dessa tratativa decorreu a criação pela *ICAO* do Anexo 19, específico para o tema *SMS* e a formulação do documento de referência da *ICAO* para a área de segurança, que é o denominado *DOC 9859 – Safety Management Manual (SMM)*, também referido por muitos como *Safety Bible*, constantemente atualizado e aperfeiçoado, estando atualmente na 4ª edição, datada de 2018 (*ICAO*, 2020).

Um *SMS* é um método sistemático e explícito de gestão, contemplando políticas, procedimentos, estruturas organizacionais, fluxos de trabalho e responsabilidades, com o propósito de assegurar níveis estabelecidos e estendidos de segurança (GILL; SHERGILL, 2004; WANG, 2018). A *UKCAA* (2002) define *SMS* como uma metodologia pela qual uma companhia gerencia a segurança através da organização como um todo, utilizando uma abordagem sistemática para assegurar que as partes do seu negócio foram integralmente endereçadas e os riscos foram identificados e subsequentemente gerenciados; e, dessa forma, o *SMS* reflete o comprometimento organizacional com a Cultura de *Safety* e se constitui em elemento da percepção dos colaboradores para a relevância desse tema na organização em que atuam, fator crítico do sucesso na implementação (CHEN; CHEN, 2012).

Os sistemas do tipo *SMS* encontram algum paralelo com a prática empresarial mais tradicional de implementar os *Quality Management Systems (QMS)*, todavia existe uma grande diferença entre eles. Enquanto os *QMS*, mais tradicionais e consolidados, são focados em produtos, serviços e satisfação dos clientes, o objeto dos *SMS* é especificamente a segurança humana e organizacional, satisfazendo os padrões estabelecidos para esse fim (LEE; KIM, 2015). Todavia, essa diferenciação não prejudica uma visão estratégica de que Gestão da Segurança Operacional e a Gestão da Qualidade são complementares e podem trabalhar em conjunto para alcançar as metas de segurança operacional (ANAC, 2020). A integração entre *SMS* e *QMS* é uma recomendação da *ICAO* abordada na documentação referenciada para *Safety Management Implementation – SMI* (*ICAO, 2020)*.

As organizações no setor aeronáutico projetam os *SMS* considerando que sempre poderá ocorrer um risco para a segurança, bem como, que assegurar a mitigação do risco envolve

identificar as ameaças antes que um acidente ocorra (GILL; SHERGILL, 2004). Dessa forma, o propósito dos *SMS* é monitorar o desempenho de segurança, identificar riscos para a segurança, avaliar os riscos relacionados e gerenciá-los de maneira efetiva (LEE; KIM, 2015). E a efetividade do *SMS* será sempre decorrente da extensão com que permeia as organizações e comunidades envolvidas na indústria (GILL; SHERGILL, 2004).

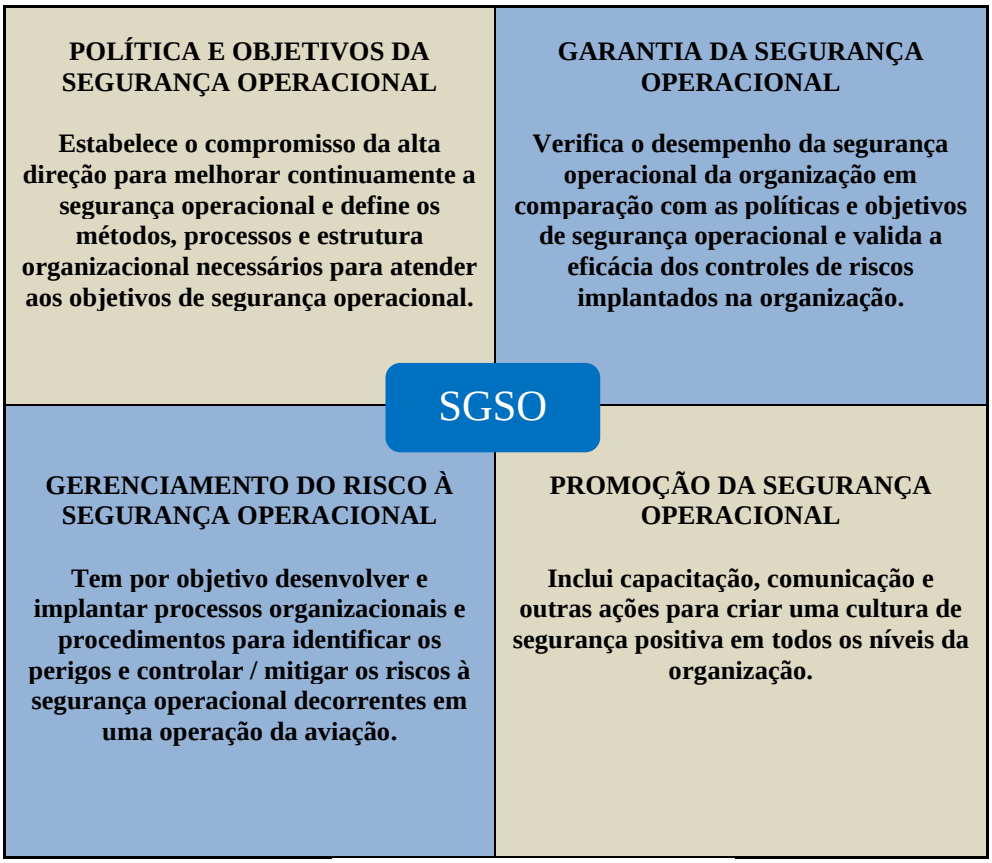
O Brasil, como signatário da Convenção de Chicago, promulgada em âmbito nacional pelo decreto 21.713, de 27/08/1946, constituiu, conforme Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), como responsável pela promoção da segurança, regularidade e eficiência em todos os aspectos da aviação civil, exceto o sistema de controle do espaço aéreo e o sistema de investigação de acidentes. A responsabilidade pelo controle do espaço aéreo está a cargo do Ministério da Defesa, Força Aérea Brasileira, Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA. E o sistema de investigação de acidentes a cargo do Ministério da Defesa, Comando da Aeronáutica, Centro de Investigações e Prevenção de Acidente Aeronáuticos – CENIPA. Esses órgãos, de forma coordenada e integrada, constituem o que é denominado internacionalmente de *National Safety Commitee*, que têm atribuições e responsabilidades nas adequações da atividade aeronáutica brasileira quanto às resoluções decorrentes do Anexo 19 e *DOC 9859 – Safety Management Manual (SMM)*. O país deve ter, conforme orientação da *ICAO*, um *State Safety Program (SSP)* focado no desenvolvimento e disseminação de programas do tipo *SMS*. No Brasil o *SMS* recebeu a denominação traduzida de Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) e está contido no Programa Brasileiro para Segurança Operacional da Aviação Civil - PSO-BR (ANAC, 2020; DECEA, 2020; CENIPA, 2020).

No âmbito da ANAC, o desenvolvimento e implementação do SGSO é tratado no Programa de Segurança Operacional Específico da Agência Nacional de Aviação Civil (PSOE-ANAC), que representa o compromisso da ANAC com a busca da melhoria contínua nos níveis de segurança operacional da aviação civil brasileira e indica as diretrizes e requisitos para implementação. Segundo a ANAC, a ideia fundamental do SGSO é proporcionar uma abordagem sistemática para alcançar níveis aceitáveis de segurança operacional para as empresas aéreas e os provedores de serviços de manutenção (ANAC, 2020). O SGSO possui basicamente quatro componentes fundamentais, que correspondem aos enumerados pela *ICAO* como requisitos mínimos para implementação de um *Safety Management System (SMS)*, conforme disposto no *DOC 9859*, no Capítulo 9 – *SAFETY MANAGEMENT SYSTEMS (SMS) – Table 10 - Components and elements of the ICAO SMS framework (ICAO, 2020):*

I. Política e Objetivos da Segurança Operacional;
II. Gerenciamento do Risco à Segurança Operacional (GRSO);
III. Garantia da Segurança Operacional (GSO); e
IV. Promoção da Segurança Operacional.

Assim, os componentes fundamentais do SGSO e constantes das orientações da ANAC (2020) são um desdobramento das orientações internacionais da *ICAO* (2020) e estão representados pela Figura 3 – Os quatro componentes do SGSO.

Figura 3 – Os quatro componentes do SGSO



Fonte: Adaptado de ANAC, 2020.

O SGSO enfatiza a gestão da segurança como um processo de negócio fundamental na gestão empresarial, razão pela qual prevê o estabelecimento de uma política com respectivos objetivos estratégicos. O Gerenciamento do Risco à Segurança Operacional (GRSO) é um processo formal que tem o objetivo de identificar, controlar e mitigar os riscos à segurança operacional inerentes à operação aeronáutica. A Garantia da Segurança Operacional (GSO) afere e controla o desempenho da segurança operacional frente a políticas e objetivos

estabelecidos na organização. A Promoção da Segurança Operacional relaciona-se à capacitação, comunicação e outras ações para criar uma cultura de segurança positiva em todos os níveis da organização. Ainda conforme ANAC (2020), os processos-chave do SGSO devem contemplar:

(i) Reporte de Eventos de Segurança Operacional (ESO) – processo de aquisição de dados e informações relacionados à segurança operacional.

(ii) Identificação de Perigos: conjunto de atividades voltadas para identificação de perigos relacionados com sua organização.

(iii) Gerenciamento de Riscos: processo padronizado para avaliação e definição de medidas de controle de riscos.

(iv) Medição de Desempenho: ferramentas gerenciais definidas para avaliar se os objetivos de segurança operacional da organização estão sendo atingidos.

(v) Garantia da Segurança Operacional: conjunto de atividades voltadas para padronização da prestação do serviço conforme critérios estabelecidos de desempenho.

A documentação da ANAC também estabelece que o SGSO é um processo estruturado e dinâmico, que evolui no sentido de abranger os provedores de serviço da aviação civil, capacitando-os a gerenciar a segurança de suas operações, mediante um conjunto de ferramentas e métodos que propiciem a limitação dos riscos à segurança em níveis aceitáveis. Nesse particular, devido à criticidade da atividade de manutenção em aeronaves para a segurança operacional e aeronavegabilidade continuada, o sistema incorporou a obrigatoriedade de adoção das práticas de SGSO pelas Organizações de Manutenção de Aeronaves (OMAs).

Em maio de 2016 a ANAC lançou o programa SGSO Para Todos com o propósito de realizar ações de disseminação da SGSO nos provedores de serviço de manutenção brasileiros. Esse programa foi estruturado em 5 fases, conforme ilustrado no Quadro 3 – Fases do Programa SGSO Para Todos, com data limite para a implementação inscrita no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 145 para março de 2019.

O programa considera relevante a busca pela construção de um ambiente não punitivo de compartilhamento de dados e informações relativos ao gerenciamento dos riscos envolvidos nas atividades de manutenção em aeronaves (ANAC, 2020).

Como ação complementar para o patrocínio da meta da implementação do SGSO nas OMAs até março de 2019, a ANAC promoveu um ciclo de eventos denominados “Semana *Safety*”, em diversas cidades do país, relacionados com Cultura de *Safety* e implementação de

SGSO, durante o ano de 2019, contemplando palestras, treinamentos e apresentações temáticas, dos quais o autor deste trabalho e o coordenador do projeto na UNIP participaram como observadores presenciais.

Quadro 3 – Fases do Programa SGSO Para Todos

1ª) Divulgação do Projeto	amparada pelo Ofício SGSO Para Todos – Fase 1, de 19/05/2016, com a divulgação do projeto e convite às OMAs a compartilhar informações de perigos identificados;
2ª) Cartaz do Projeto	amparada pelo Ofício SGSO Para Todos – Fase 2, de 19/02/2017, divulgou os principais perigos relatados pelas OMAs na Fase 1 e cartazes de disseminação da SGSO;
3ª) Guia Rápido e Manual Modelo	amparada pelo Ofício SGSO Para Todos – Fase 3, de 01/08/2017, desenvolveu um Guia Rápido para implementação e divulgou a primeira versão do modelo de MGSO[3] para as pequenas e micro OMAs;
4ª) Curso EAD de "Familiarização em SGSO para Organizações de Manutenção"	amparada pelo Ofício SGSO Para Todos – Fase 4, de 23/02/2018, que disponibilizou no site da ANAC treinamento à distância sobre a implementação de SGSO nas OMAs;
5ª) Indicador de Desempenho de Segurança Operacional – IDSO e Manual do SGSO – MGSO	amparada pelo Ofício SGSO Para Todos – Fase 5, de 12/06/2018, que apresentou o Indicador de Desempenho de Segurança Operacional das Organizações de Manutenção – IDSO, publicado em 08/06/2018, na Revisão B da IS 145.214-001, que as OMAs deverão comunicar à ANAC periodicamente.

Fonte: Adaptado de ANAC, 2020.

2.2 MANUTENÇÃO AERONÁUTICA

A Manutenção, em todas as áreas da atividade econômica, é o instrumento que assegura a continuidade operacional do aparelho produtivo. Constitui-se de uma ampla gama de atividades, relacionadas com checar ou verificar estado, nível de desempenho e disponibilidade dos ativos, reparos e recondicionamentos, e por fim o planejamento de substituição. Também pode ser descrita como o conjunto de ações técnicas e administrativas com o objetivo de manter os ativos operantes em consonância com suas especificações originais de projeto, evitando as falhas e mantendo as operações conforme previsto (JUNQUEIRA et al., 2020).

Cumprindo-se esses objetivos, a manutenção assegura continuidade operacional, os custos efetivos e a maximização do retorno econômico sobre os ativos. Dessa forma, a

[3] MGSO: MANUAL DE GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL (MGSO)

manutenção deixou de ter um papel tático nas organizações em geral, passando a exercer um papel muito mais estratégico, chegando a integrar o planejamento estratégico do negócio (TSANG, 1998; PUN et al., 2002; PINTELON et al., 2006). Em realidade, para que a manutenção assegure os objetivos esperados ela impacta na definição de instalações, assim como, demanda qualificação e especialização da mão de obra (TSANG, 1998). Existem basicamente 3 (três) modelos de atuação em manutenção: corretiva, preventiva e preditiva.

A manutenção corretiva é a manutenção executada após a ocorrência de uma falha ou detecção de desempenho menor do que o esperado (OTANI; MACHADO, 2008; JUNQUEIRA et al., 2020). Ocorre mediante a identificação e diagnóstico, em reação a um problema, quando os técnicos de manutenção irão determinar quais as partes que falharam e farão as respectivas ações de reparo (KNOTTS, 1999; MACHADO et al, 2015).

A manutenção preventiva é executada em intervalos predeterminados para mitigar a ocorrência de falhas, ou degradação dos ativos, ou queda no desempenho (OTANI; MACHADO, 2008; JUNQUEIRA et al., 2020). Também é conhecida como *hard time/on condition* e consiste na prática de substituição de componentes ou subsistemas antes que falhem, normalmente com frequência predeterminada e limitada a um nível aceitável de tempo ou horas de operação *(hard time)* ou em virtude de inspeção e teste *(on condition)*. O objetivo é manter a operação contínua do sistema, nesse caso a aeronave (KNOTTS, 1999; MACHADO et al., 2015). A essência do bom planejamento da manutenção preventiva, portanto, é o estabelecimento dos intervalos de tempo mais adequados ao programa e à frota de aeronaves (OTANI; MACHADO, 2008).

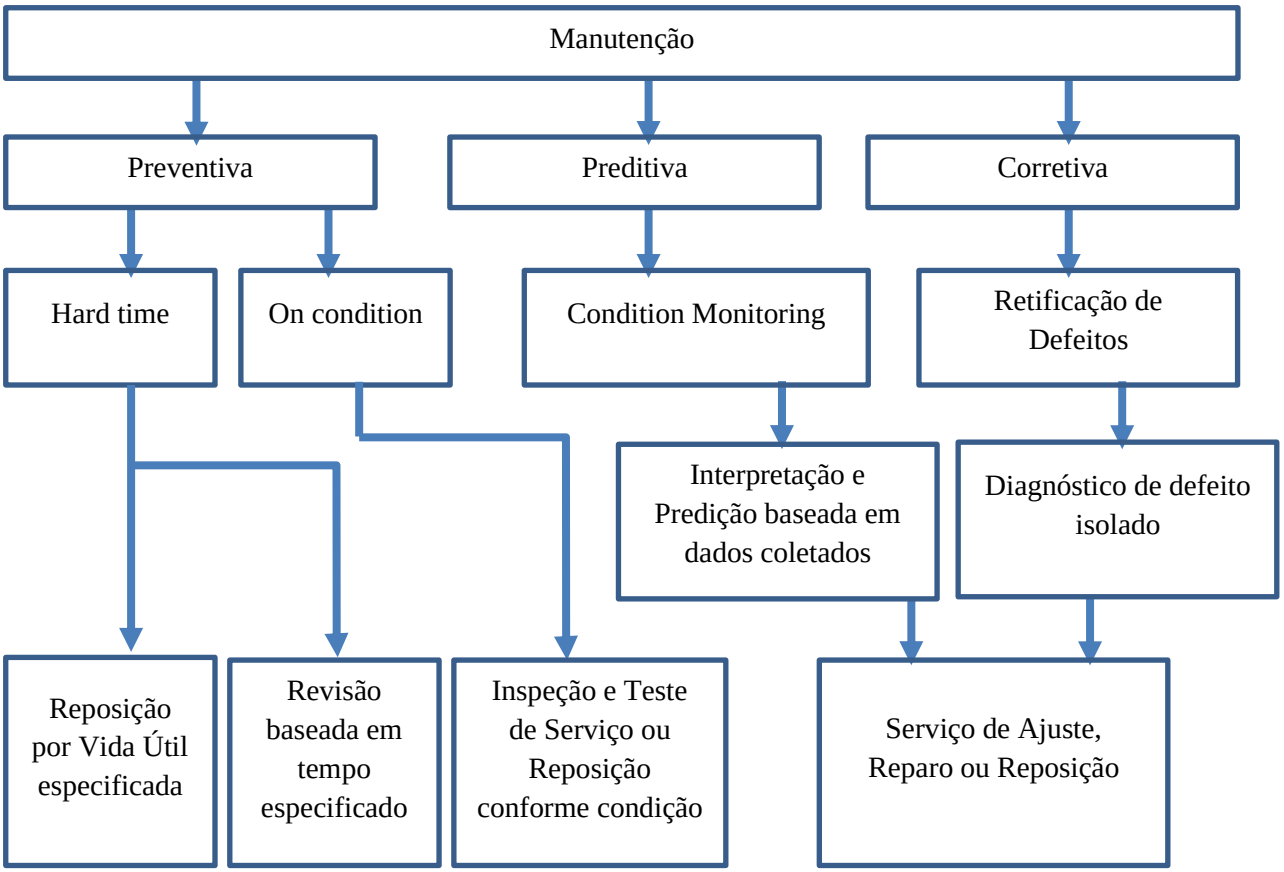
As denominações *hard time* e *on condition* utilizadas na literatura são definidas como tipos de manutenção preventiva diferenciados. *Hard time* é um processo preventivo baseado em limites aceitáveis de deterioração de um componente dentro do tempo especificado. *On condition* é o outro processo preventivo em que nos tempos especificados os componentes são verificados e é determinado se podem continuar em operação ou requerem ações de manutenção e substituição (KNOTTS, 1999).

A manutenção preditiva é executada com base na aplicação sistemática de técnicas de análise com objetivo de reduzir, ao mínimo, a manutenção preventiva concomitantemente com a redução da manutenção corretiva (JUNQUEIRA et al., 2020). Compõe-se de um conjunto de atividades de acompanhamento de parâmetros de desempenho que conduzem à determinação de uma necessidade de intervenção (OTANI; MACHADO, 2008). Também conhecida como *condition monitoring* ou *condition based maintenance - CBM***,** não é um processo preventivo e sim um procedimento corretivo baseado em acompanhamento e coleta de dados contínuos e

interpretados para predição da ação a tomar (KNOTTS, 1999; OTANI; MACHADO, 2008). A manutenção preditiva condiciona os equipamentos a uma disponibilidade operacional mais prolongada, com intervenções sempre baseadas em dados e não suposições (OTANI; MACHADO, 2008).

Os modelos de atuação, manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva podem ser claramente visualizados conforme o *framework* proposto por Knotts (1999) apresentado na Figura 4 – Modelos de Manutenção, no qual é possível entender as relações de tempo e direcionadores de custo relacionados com tais modelos.

Figura 4 – Modelos de Manutenção



Fonte: Knotts, 1999.

De uma maneira abrangente em relação a todas as áreas de manutenção, o desempenho da atividade de manutenção deve levar em consideração 3 (três) macro categorias, em função do foco: (i) <u>medidas de desempenho de equipamento</u> envolvendo disponibilidade, confiabilidade e eficiência geral do equipamento *(OEE – Overall Equipment Effectiveness);* (ii)

medidas de desempenho em custo envolvendo todos os custos relacionados a material e mão de obra da operação e manutenção (conceito de *TCO – Total Cost of Ownership*); e, (iii) medidas de desempenho do processo, envolvendo a relação entre o trabalho planejado e o trabalho não planejado, assim como a consistência com a programação (CAMPBELL; REYES-PICKNELL, 1995, p.193-202; TSANG, 1998).

O conceito de *OEE*, oriundo da prática de *TPM – Total Productive Maintenance* é considerado uma das medidas mais efetivas do desempenho de um equipamento por ser abrangente e indicar de forma única quantas unidades de "resultado" bom foram obtidas em comparação com a capacidade nominal de itens bons do equipamento (OEE).

O conceito de *TCO - Total Cost of Ownership* considera os custos incorridos ao longo dos estágios do ciclo de vida de equipamentos, no caso da indústria do transporte aéreo as aeronaves. Em especial na aviação, a visão de *TCO* implica no entendimento integral (i) do tempo em solo por conta de manutenção; (ii) da duração das operações de manutenção; e, (iii) dos custos específicos da manutenção, com respectivas implicações na confiabilidade do sistema de transporte aéreo, bem como, da efetividade em custos operacionais (KNOTTS, 1999).

Uma outra particularidade da utilização específica do *TCO* no setor aeronáutico é proceder os cálculos e apresentação na forma de *TCO / block-hour*, ou seja, um indicador de custo específico. O *block-hour* é um conceito que delimita o tempo compreendido entre o fechamento das portas da aeronave para decolagem e a abertura no ponto de desembarque no destino (MACHADO et al, 2016).

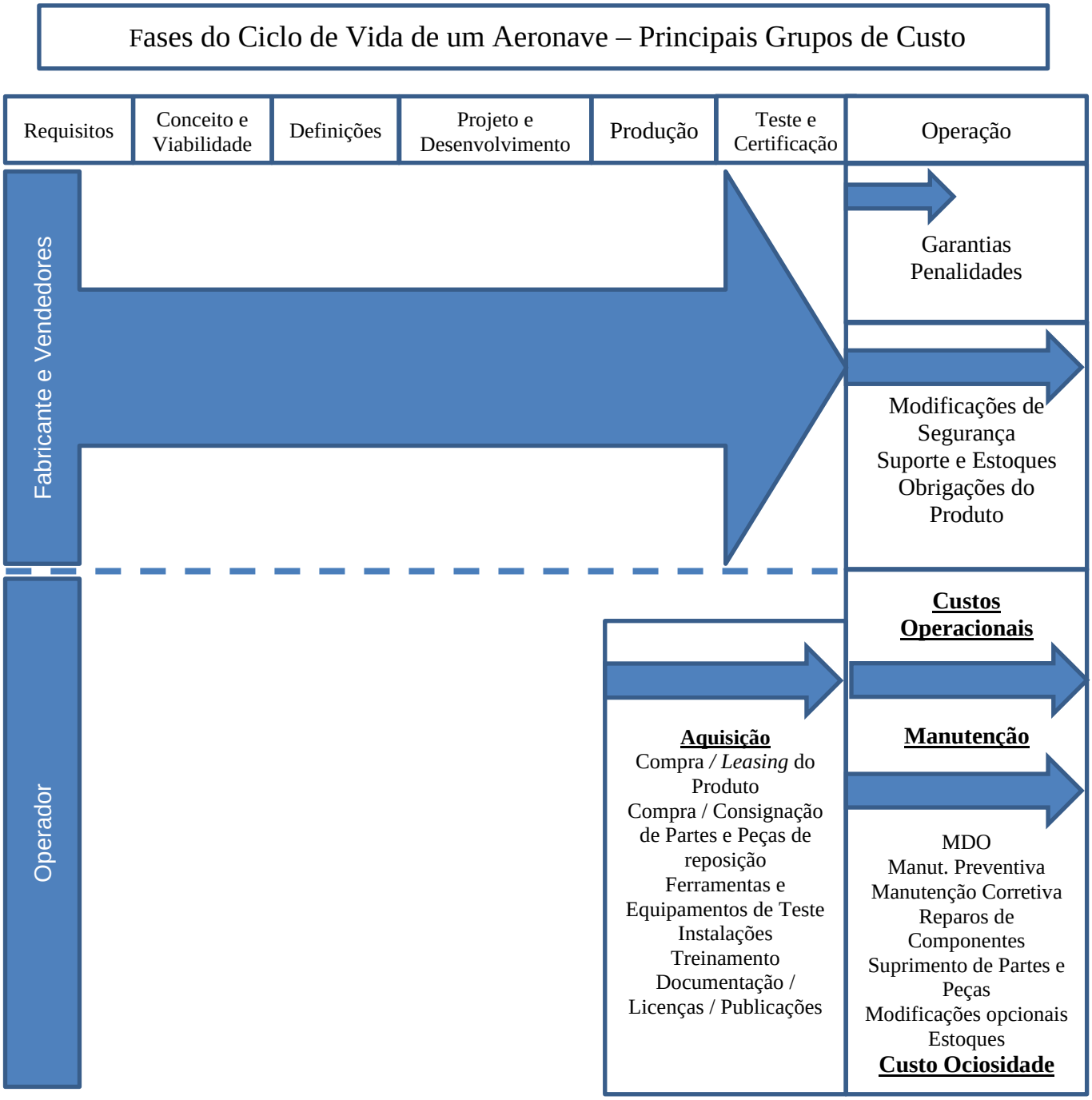
Esses conceitos acima *(OEE e TCO)* são relevantes e de uso geral na atividade econômica, pela sua praticidade e amplitude. O conceito de TCO é ilustrado na Figura 5 – Custo de Propriedade de uma Aeronave Comercial (KNOTTS, 1999).

A atividade da manutenção aeronáutica torna-se ainda mais relevante como suporte ao transporte aéreo em países como o Brasil, que se caracteriza pela amplitude territorial e consequente necessidade de integração de longas distâncias, envolvendo forte tráfego tanto civil quanto militar (MACHADO, 2019). De fato, o desempenho da manutenção aeronáutica, no Brasil, é um fator crítico pelas razões de custo, disponibilidade operacional e integração entre as regiões (MACHADO et al., 2009; MACHADO et al., 2015).

Além disso, no campo da manutenção das aeronaves, os três aspectos culturais - organizacionais, profissionais e nacionais (JAISWAL et al., 2018), são relevantes para esta pesquisa, na medida que expandem a diversidade de práticas potencialmente vigentes em grandes redes de OMAs, como é o caso no Brasil.

Na atividade de manutenção identificam-se empresas que tem a manutenção como função de suporte organizacional, bem como, outras empresas que têm a manutenção como atividade fim (MACHADO et al., 2015). Essas empresas que têm como atividade fim a manutenção podem prestar seus serviços para empresas coligadas ou ser contratadas por terceiros que estão procedendo um processo de terceirização *(outsourcing)*.

Figura 5 – Custo de Propriedade de uma Aeronave Comercial



Fonte: Adaptado de Knotts, 1999.

Nas empresas de transporte aéreo, é comum a existência de áreas próprias voltadas para a manutenção das aeronaves. Essa é uma atividade de apoio ou suporte organizacional cujo objetivo é assegurar a operação dos equipamentos da própria frota (MACHADO et al., 2015).

Por outro lado, como consequência de pressões no plano econômico, aliadas à liberalização de mercados e surgimento das operadoras de baixo custo *(low-cost airlines)*, o mercado de transporte aéreo tornou-se cada vez mais competitivo, impondo aos seus operadores a busca pela eficiência. Manter-se competitivo envolve *benchmarking* e as empresas gerenciam indicadores de eficiência e classe mundial, como assentos disponíveis por quilômetro ou milha voados *(available seat-mile – ASM)*, taxa de utilização da aeronave, consumo eficiente de combustível, pontualidade e cancelamentos (KNOTTS, 1999; MACHADO et al., 2016).

Dessa forma, a manutenção aeronáutica, muitas vezes, é a primeira atividade fim da empresa operadora aérea a ser terceirizada, com o propósito de reduzir custos (BAGAN; GEREDE, 2019). A manutenção das aeronaves se apresenta como a maior fonte potencial de redução de custos, já que as demais rubricas relevantes no plano de custo operacional de uma operadora - combustível e salários -, são mais inflexíveis às ações de gestão interna ao alcance da empresa (JUNQUEIRA et al., 2020).

A terceirização não se apresenta apenas como uma forma de retirar das operadoras a atividade de manutenção existente. Deve ser levado em conta que a indústria do transporte aéreo de passageiros cresce em função do aumento da demanda por voos, e a resposta a esse aquecimento é o desenvolvimento e fabricação de maior número de aeronaves, envolvendo também uma evolução tecnológica acentuada (JUNQUEIRA et al., 2020). A terceirização da manutenção aeronáutica viabiliza que as operadoras aéreas evitem investimentos significativos em instalações, equipamento e estoques de partes e peças (TANG; ELIAS, 2012). A conjugação desses fatores cria a oportunidade para novas e mais equipadas OMAs, atuando como empresas especialistas, propiciando domínio e efetivo acompanhamento das tecnologias instaladas nas aeronaves de última geração.

Outro aspecto da terceirização é que a operadora aérea pode escolher entre terceirizar integralmente as atividades da manutenção, ou fazê-lo de forma parcial. Nessa segunda opção, geralmente é escolhida uma OMA habilitada para atividades que requeiram infraestrutura específica, especialização ou certificação pelo *original equipment manufacturer* – OEM, que é o fabricante do sistema (MACHADO et al., 2016).

A manutenção aeronáutica é um campo que, além de prioritário e influir de forma relevante nos custos, afeta a operação e a segurança. O propósito principal da manutenção aeronáutica é manter a confiabilidade da aeronave e subsistemas no nível desejado e evitar

ameaças à segurança (BAGAN; GEREDE, 2019). A terceirização da manutenção aeronáutica foi muito criticada pela qualidade dos serviços. Realizada por conta da busca de redução de custos, a terceirização deixou espaço para práticas que podem pôr em risco a aeronavegabilidade continuada (MACHADO et al., 2016). De acordo com Pettersen e Aase (2008), apud Machado et al. (2016), a decisão da terceirização muitas vezes é tomada com base na OMA de menor custo, o que potencializa um problema de segurança. Segundo Czepiel (2003), apud Machado et al. (2016), constata-se, em OMAs terceirizadas, padrões de procedimentos de segurança abaixo das áreas de manutenção das próprias operadoras aéreas.

As práticas de segurança nas OMAs devem ser aprimoradas constantemente. A operação e manutenção aeronáutica é regulada pelas agências internacionais de aviação e no Brasil pela ANAC. A *ICAO*, na qualidade de órgão regulatório internacional, requer que tanto as operadoras de transporte aéreo, como as organizações fornecedoras e prestadores de serviços de manutenção implementem sistemas do tipo *SMS*. Essa prática prevê análise de eventos e risco, seguida de medidas de mitigação. A manutenção tem como propósito manter o nível de segurança, logo, caso se detecte que a terceirização acarreta piora de desempenho nesse quesito, devem ser tomadas medidas de entendimento desses eventos de impacto negativo e disparadas as medidas corretivas (BAGAN; GEREDE, 2019).

No Brasil a ANAC regula, homologa e fiscaliza a atividade das OMAs, nos moldes do SGSO (Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional), que é a prescrição nacional de implementação de um *SMS*. As empresas, para exercerem regularmente a atividade como OMAs devem requerer a respectiva homologação pela ANAC. O regulatório envolvido nessa atividade de seleção, avaliação e qualificação se fundamenta no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil RBAC nº 145 Emenda 04: Organizações de Manutenção de Produto Aeronáutico. ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. 2019, que expede o competente Certificado de Organização de Manutenção (COM).

O site da ANAC disponibiliza informações sobre as OMAs certificadas, por nome, por unidade da federação, em território estrangeiro e por categorias e classes de serviços.

As categorias e classes de serviços das OMAs são apresentados no Quadro 4 – Lista de Categorias e Classes de Serviços das OMAs.

Quadro 4 – Lista de Categorias e Classes de Serviços das OMAs

Acessório 1	**Acessórios mecânicos**
Acessório 2	Acessórios elétricos
Acessório 3	Acessórios Eletrônicos
Acordo Internacional OMA	Organizações de manutenção que possuem aprovações / certificações estrangeiras obtidas de acordo com as prerrogativas de acordos internacionais firmados pelo Brasil
CAEM	Certificado emitido pela ANAC convalidando o certificado de empresas canadenses emitido pelo TCCA, para fins de execução de manutenção pelas empresas canadenses em aeronaves de marcas brasileiras
Célula 1	Aeronaves fabricadas com material composto, com peso máximo de decolagem aprovado até 12.500 lbf (5.670 kgf) no caso de aviões ou 6.018 lbf (2.730 kgf) no caso de helicópteros
Célula 2	Aeronaves fabricadas com material composto, com peso máximo de decolagem aprovado acima de 12.500 lbf (5.670 kgf) no caso de aviões ou 6.018 lbf (2.730 kgf) no caso de helicópteros
Célula 3	Aeronaves fabricadas em estrutura metálica, com peso máximo de decolagem aprovado até 12.500 lbf (5.670 kgf) no caso de aviões ou 6.018 lbf (2.730 kgf) no caso de helicópteros
Célula 4	Aeronaves fabricadas em estrutura metálica, com peso máximo de decolagem aprovado acima de 12.500 lbf (5.670 kgf) no caso de aviões ou 6.018 lbf (2.730 kgf) no caso de helicópteros
Hélice 1	Hélices de madeira, metal ou material composto, de passo fixo ou ajustável no solo
Hélice 2	Outras hélices
Instrumento 1	Instrumentos mecânicos
Instrumento 2	Instrumentos elétricos
Instrumento 3	Instrumentos giroscópios
Instrumento 4	Instrumentos eletrônicos
Motor 1	Motores convencionais com até 400 hp (298 kW)
Motor 2	Motores convencionais com mais de 400 hp (298 kW)
Motor 3	Motores a turbina
Rádio 1	Equipamentos de comunicação
Rádio 2	Equipamentos de navegação
Rádio 3	Equipamentos de radar
Serv. Esp.	Atividades específicas de execução de manutenção
SGSO SPO	O SGSO da empresa não é supervisionado pela SAR

Fonte: ANAC, 2020.

2.3 DIFUSÃO DAS INOVAÇÕES

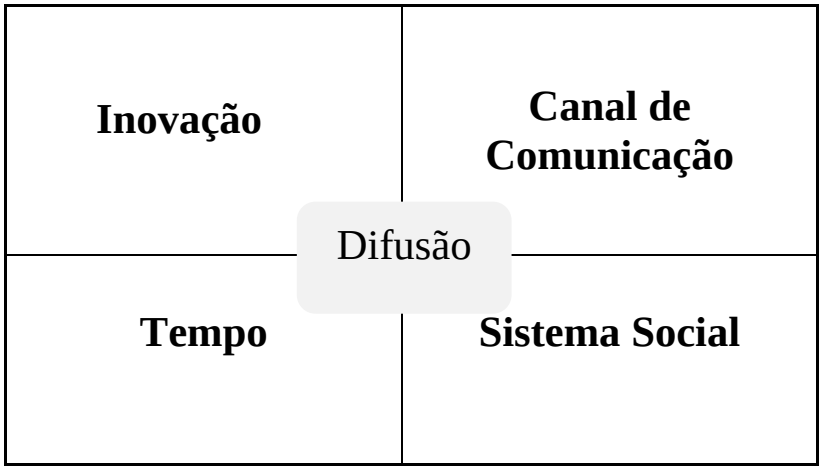
A pesquisa sobre difusão das inovações se apresenta como um campo de estudo interdisciplinar que abrange literatura distribuída em contribuições oriundas de diversas áreas, como a economia, o marketing, a sociologia e a antropologia (AIZSTRAUTA et al., 2015). A obra "Difusão das Inovações" (*Diffusion of Innovations - DOI*) de Rogers (1983) é reconhecida como seminal, ao estabelecer inúmeros modelos explicativos para os fatores que influenciam o desenvolvimento, a difusão, a avaliação, a decisão e a velocidade de adoção das inovações nos diversos meios ou grupos sociais. Nessa obra o autor conceitua que difusão e disseminação, para efeito teórico, têm o mesmo significado, razão pela qual essas palavras podem ser utilizadas de maneira indiscriminada com referência ao processo de adoção da Cultura de *Safety* (ROGERS, 1983, p.7).

O estudo da difusão das inovações foca o hiato entre o conhecimento e o que é adotado para uso efetivo, bem como os fatores que incentivam a adoção, ou rejeição, e como acelerá-la. Dessa maneira Rogers (1983, p.5; 2002) define a difusão como um processo em que novas ideias são comunicadas através de canais específicos, entre membros de um sistema social definido, ao longo do tempo.

Na interpretação de Alias et al. (2018), os 4 (quatro) fatores: (i) inovação; (ii) canal de comunicação; (iii) tempo; e, (iv) sistema social, governam a difusão da inovação, conforme representado na Figura 6 – Fatores que governam a Difusão da Inovação. A referência à comunicação evoca a ação em que os participantes criam e compartilham informações, principalmente nos dois sentidos, transmissão e recepção, com o propósito de entendimento entre as partes.

A inovação não se restringe ao senso comum envolvendo inovações de última geração tecnológica. Pode, de outra forma, estar relacionada a qualquer processo de mudança a ser introduzido ou rejeitado em um meio social. A inovação está relacionada a algo percebido como novo pelos que irão decidir pela sua adoção (ROGERS, 1983, p.11; ROGERS, 2002). Algo pode já ser de conhecimento dos potenciais adotantes sem ter sido considerado de forma concreta, avaliado ou até mesmo rejeitado. A novidade pode se apresentar na perspectiva de novos elementos que conduzam à decisão de adotar, até porque nem tudo que é novo é desejável. E algo que por certo tempo não ofereceu atratividade pode, por alguma razão como novo conhecimento, novos atributos, tornar-se atrativo e ser adotado (ROGERS, 1983, p.11).

Figura 6 – Fatores que governam a Difusão da Inovação



Fonte: Alias et al., 2018.

Assim, o processo de decisão pela inovação envolve um indivíduo ou qualquer tomador de decisão ser introduzido à inovação, formar uma ideia da mesma, decidir adotá-la ou rejeitá-la, até a implementação e confirmação dessa decisão (ROGERS, 1983, p.164). O processo da difusão das inovações, via de regra, também é apresentado como composto por 5 fases, sendo Conhecimento, Persuasão, Decisão, Implementação e Confirmação na versão original da *DOI* (ROGERS, 1983, p.164; ROGERS, 2002; ALIAS et al., 2018), ou, de forma análoga, envolvendo Iniciação, Persuasão, Planejamento, Adoção e Confirmação (SARKIS, 2011). Uma forma objetiva de entender o mecanismo de cada uma dessas 5 (cinco) fases é o Quadro 5 – Fases do Processo de Difusão da Inovação.

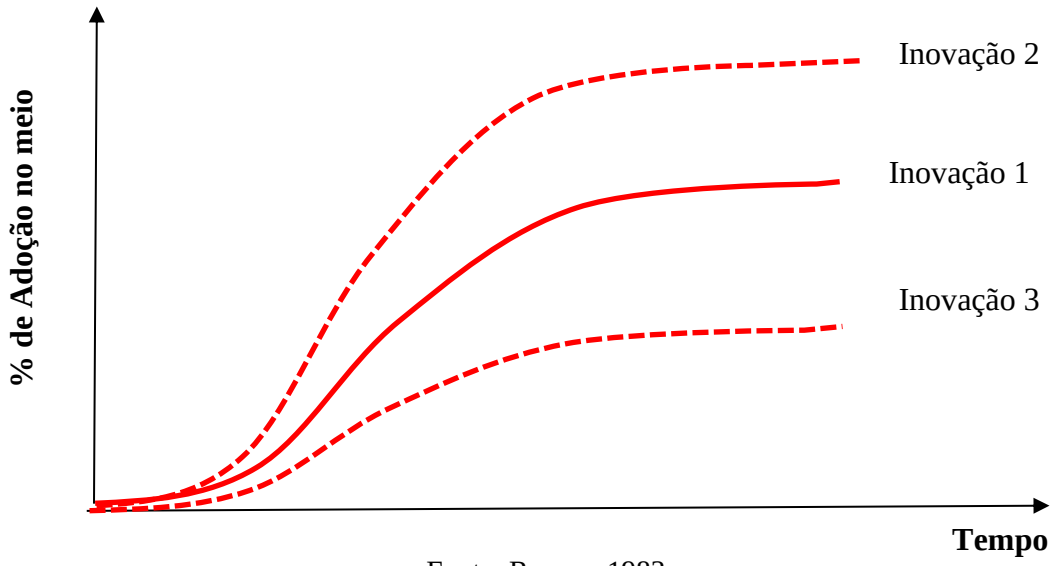
Quadro 5 – Fases do Processo de Difusão da Inovação

FASE	PAPEIS E AÇÕES DOS AGENTES
Conhecimento	Quando o agente aprende sobre a existência da inovação e tem claro entendimento como funciona.
Persuasão	Quando o agente se interessa por testar a inovação.
Decisão	Quando o agente é envolvido nas atividades que conduzem à aceitação ou à rejeição da inovação.
Implementação	Quando o agente começa a utilizar a inovação.
Confirmação	Quando o agente avalia os resultados da inovação e decide por continuar ou interromper a sua adoção.

Fonte: Adaptado de Alias et al., 2018.

O modelo conceitual mais difundido para entendimento do processo de adoção na forma definida por Rogers (1983, p.11) é a chamada curva em forma de "S", conforme Figura 7 – Curva Cumulativa em Forma de "S". Tomando a sequência (i) inovação; (ii) canal de comunicação; (iii) tempo; e, (iv) sistema social, a representação gráfica do tempo em que ocorre o processo de difusão está no eixo das abscissas, a taxa de adesão pelo meio social no eixo das ordenadas e a curva traçada representa a difusão típica para cada processo de inovação. Os processos de difusão diversos são representados quantitativamente por curvas diferentes, com o mesmo formato básico "S", e diferentes velocidades ou taxas de adoção ao longo do tempo.

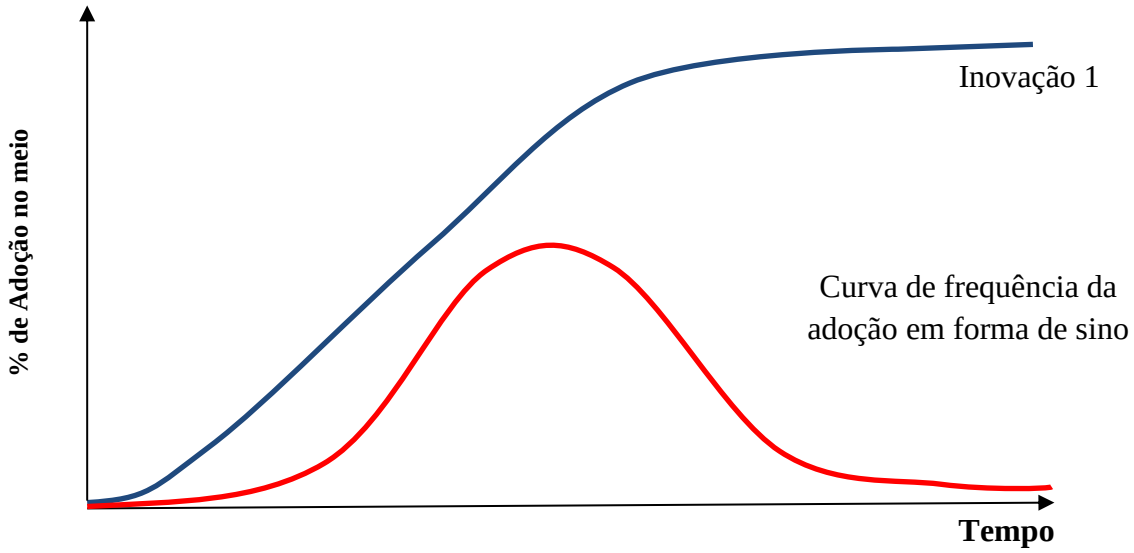
Figura 7 – Curva Cumulativa em forma de "S"



Fonte: Rogers, 1983.

Essas diferentes representações da curva de inovação estão relacionadas com a inovatividade relativa entre os membros no meio em questão para a adoção de novas ideias, tecnologias ou práticas. A inovatividade, conforme definido por Rogers (1983, p.22; 2002) é "o grau com que um indivíduo ou organização são relativamente pioneiros ou tardios na adoção da inovação em relação aos demais agentes em seu meio social". Há 5 (cinco) categorias amplamente aceitas para classificar os membros com base na sua inovatividade: (i) inovadores; (ii) primeiros adotantes; (iii) maioria inicial; (iv) maioria tardia; e, (v) retardatários. Uma segunda visão gráfica relevante apresentada por Rogers (1983, p.243; 2002) é a visualização das categorias dos membros, com base na sua inovatividade, numa curva em formato de sino, justaposta à curva "S", conforme apresentado na Figura 8 – Curva em Forma de Sino justaposta a Curva "S".

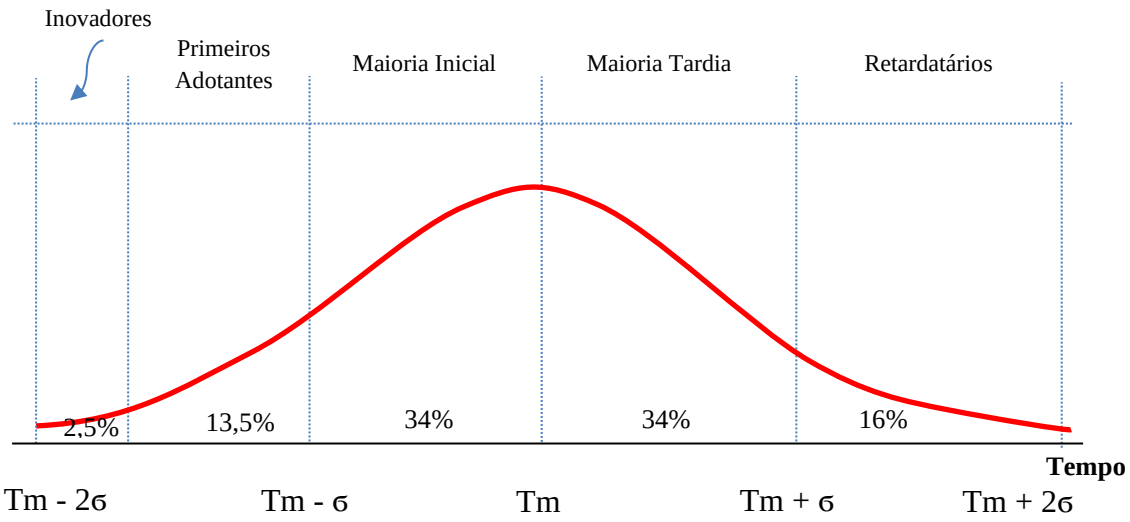
Figura 8 – Curva em Forma de Sino justaposta a Curva “S”



Fonte: Rogers, 1983.

A justaposição dessas duas curvas representa graficamente a proporção dos agentes em função da sua inovatividade, ou seja, o quão pioneira ou tardiamente no tempo aderem a um processo inovador. E a consequência quantitativa para essa abordagem é o estabelecimento de modelos empíricos ideais com frequências normais de distribuição entre as categorias, como disposto na Figura 9 – Distribuição das Categorias de Adoção da Inovação.

Figura 9 – Distribuição das Categorias de Adoção da Inovação



Fonte: Rogers, 1983.

Essas proporções estatísticas de frequência das categorias, buscando correlação com o modelo de uma curva normal (ou curva de Gauss) são resultados de modelos ideais identificados em pesquisas empíricas, mas, por óbvio, não se deve ter como certo que essas frequências estarão sempre nessas proporções (ROGERS, 1983, p.247).

Por outro lado, torna-se interessante, à luz do modelo, discutir as características mapeadas para enquadramento em cada uma das categorias:

(i) os inovadores são marcados normalmente pelo empreendedorismo e inclinados a adotar inovações. Para esse ponto em especial privilegiam contatos distantes com grupos que tenham a mesma propensão, em detrimento das opiniões e resistência das pessoas mais próximas (ROGERS, 1983, p.248). Esses laços distantes corroboram o entendimento de que laços fracos são altamente relacionados com inovação, ao contrário dos laços fortes (e próximos) que propiciam a manutenção do *status quo* (GRANOVETTER, 1973). Os inovadores lidam bem com alto grau de incerteza, o que denota propensão ao risco.

(ii) os primeiros adotantes são mais ligados aos seus próximos e exercem muita liderança em seu grupo, ou são vistos como modelos a seguir. Por essa razão frequentemente são identificados pelos agentes de mudança para influenciadores no sistema social, na medida que propiciam uma percepção de menor incerteza por parte dos seus pares (ROGERS, 1983, p.248). Os inovadores e os primeiros adotantes, apesar de subcategorias com perfil bastante distinto entre si, somam aproximadamente 1/6 (um sexto) de toda a população de um modelo que respeite a distribuição normal como o apresentado na Figura 7.

(iii) a maioria inicial se caracteriza por demandar um tempo maior de avaliação e decisão do que os inovadores e primeiros adotantes, bem como, não pretende nem estar entre os primeiros e nem entre os últimos na adoção da inovação (ROGERS, 1983, p.249).

(iv) a maioria tardia tem uma postura mais cética e cautelosa do que a maioria inicial e prefere mudar quando a maioria já o fez. São primordialmente movidos por pressão ou até mesmo quando a mudança se torna obrigatória. Juntas a maioria inicial e a maioria tardia geralmente representam uma porção significativa do sistema. No modelo de distribuição normal apresentado representam 2/3 (dois terços) de todos os indivíduos (ROGERS, 1983, p.249).

(v) os retardatários, últimos a adotar a mudança, tem uma postura conservadora e focada no passado, o celebre dito “em time que está ganhando não se mexe”. Suspeitam do que é novo e se prendem ao *status quo*, em especial quando a inovação demanda recursos onerosos, que não dispõem ou aceitam arriscar. A grande motivação para os retardatários acaba sendo a pressão de pares, a mudança regulatória ou custos adicionais por se manter em soluções ou

práticas minoritárias que perdem a economicidade (ROGERS, 1983, p.250). No modelo de distribuição normal apresentado representam o 1/6 (um sexto) complementar da população.

Um aspecto relevante e que influi sobremaneira no processo de difusão das inovações é que, a princípio, existe uma boa dose de incerteza, relacionada com o número de alternativas percebidas pelos agentes como resultados potenciais de uma certa mudança. Ao longo dos diversos estágios do processo de difusão os agentes buscam diminuir essa incerteza relacionada à inovação. O estágio denominado Decisão é o momento em que ocorre a adoção ou rejeição da inovação (ROGERS, 1983, p.36).

Rogers (1983, p.23 e p.232) define "taxa de adoção como a velocidade relativa com que uma inovação é adotada pelos membros do sistema social". A taxa de adoção é quantificada como o número de adotantes de uma inovação em um período (ROGERS, 1983, p.232). De forma gráfica pode ser visualizada pelo quanto é acentuada a inclinação da curva de adoção (ROGERS, 1983, p.232). Para o autor (p.35) há 5 variáveis fundamentais que impactam a taxa de adoção da inovação, conforme apresentado no Quadro 6 – Taxa de Adoção da Inovação:

Quadro 6 – Taxa de Adoção da Inovação

Variáveis que impactam a taxa de adoção da inovação		
1. Atributos das Inovações	(i)	vantagem relativa
	(ii)	compatibilidade
	(iii)	complexidade
	(iv)	facilidade para testar
	(v)	capacidade de observação e acompanhamento
2. Tipo da Decisão da Inovação	(i)	Opcional
	(ii)	Coletiva
	(iii)	Autoridade
3. Canais de Comunicação	(i)	mídia de massa
	(ii)	interpessoal
4. Natureza do Sistema Social	Normas, interconexão, etc.	
5. Extensão dos Esforços Promocionais dos Agentes de Mudança		

Fonte: Adaptado de Rogers, 1983 (p.233).

O primeiro item do quadro refere-se aos 5 (cinco) atributos das inovações enumerados e descritos a seguir (ROGERS, 1983, p.35; ROGERS, 2002; AIZSTRAUTA et al., 2015; ALIAS et al., 2018):

(i) vantagem relativa é o grau em que a inovação é percebida como melhor do que a solução anteriormente em vigor, podendo ser expressa em termos técnicos, custo, funcionalidade ou imagem (ROGERS, 1983, p.213);

(ii) compatibilidade é o grau em que a inovação é percebida como consistente com valores, necessidades, habilidades e práticas de trabalho dos adotantes em potencial (ROGERS, 1983, p.223);

(iii) complexidade é o grau em que a inovação é percebida em função da dificuldade de entender e usar (ROGERS, 1983, p.230);

(iv) facilidade para testar é o grau em que a inovação pode ser experimentada, em bases de esforço e custo razoáveis, propiciando inclusive implementação gradual, com captura de benefícios (ROGERS, 1983, p.231);

(v) capacidade de observação e acompanhamento é o grau de facilidade para visualização e divulgação dos resultados (ROGERS, 1983, p.232).

O segundo item do quadro está relacionado com o tipo da decisão da inovação, categorizado em (i) opcional; (ii) coletiva; e (iii) autoridade. Para Rogers (p.233), as decisões que envolvem menos agentes decisores poderão ser adotadas mais rapidamente. Evidentemente que essa característica não leva em consideração a legitimidade do processo e das decisões envolvidas, que pode demandar maior ou menor compartilhamento dessa decisão (comentário do autor).

O terceiro item do quadro se relaciona com os canais de comunicação, através dos quais a informação circula entre os agentes, que também influem no processo de decisão. É amplamente aceito que os canais de comunicação de massa *(broadcast*) são muito efetivos na divulgação do conhecimento. Mas, de maneira crescente, há o entendimento de que os canais interpessoais, ou mais focados em um meio específico *(narrowcast)*, são os que influem mais efetivamente na adoção das novas ideias, tecnologias e práticas (ROGERS, 1983, p.233).

O quarto item do quadro se relaciona com a natureza do sistema social, o que Rogers (1983, p.234) denomina o Efeito da Difusão, ou, de maneira mais precisa, o grau de interconectividade apresentado por uma rede de comunicação inter agentes. Nesse particular, é considerado que quando uma rede propicia uma quantidade mínima de informação e influência

dos demais agentes, em especial os reconhecidos como líderes de opinião, a propensão para adoção aumenta (ROGERS, 1983, p.234).

O quinto item do quadro está relacionado com a extensão dos esforços promocionais dos agentes de mudança, que não é usualmente um processo direto e linear, ou seja os resultados variam ao longo dos estágios do processo de difusão e são de forma geral mais acentuados no momento em que os líderes de opinião estão aderindo (ROGERS, 1983, p.234).

Ainda em relação à adoção de uma inovação, Rogers apresenta uma perspectiva que é muito relevante para investigação de certos fenômenos sociais. "Um princípio óbvio da comunicação humana é que a transferência de ideias ocorre com maior frequência entre dois indivíduos parecidos" (ROGERS, 1983, p.18). Essa citação se relaciona com o conceito de homofilia – quando dois indivíduos têm atributos similares -, o que voltará a ser examinado em maior profundidade na seção 2.4 dedicada à *SNA*. Na teoria sobre difusão de inovações admite-se que havendo homofilia a comunicação é mais efetiva, propiciando melhores condições para ganho de conhecimento, formação de atitudes e propensão à mudança (ROGERS, 1983, p.19). Reciprocamente, o espelho da homofilia, a heterofilia – quando os agentes são em certo grau diferentes -, pode ser considerado um direcionador de comunicação ineficaz e assim prejudicar a difusão, enquanto processo dependente de uma boa comunicação (ROGERS, 1983, p.19).

Uma maneira de ressaltar a importância subjacente da homofilia em processos de difusão é trilhar o sucessivo aparecimento de exemplos que relacionam esse aspecto na obra de Rogers. Na abertura do livro seminal sobre o tema, Rogers (1983, p.2 e seguintes) narra a história do relativo insucesso de uma agente de saúde em promover a adoção da fervura da água como prática de cuidado preventivo no vilarejo de Los Molinos, no Peru. E como isso foi relacionado com o baixo grau de inserção comunitária da agente, incompatibilidade de credos, valores e experiências, o que demonstra que a difusão das inovações, para além de uma questão técnica, é um processo social. A agente de saúde fazia o papel de indutora de uma mudança e não foi efetiva na sensibilização dos efetivos líderes de opinião.

No capítulo específico sobre agentes de mudança Rogers (p.326) retoma o tema da homofilia e apresenta o interessante exemplo dos médicos descalços, na República Popular da China, os quais qualifica como um dos casos mais famosos de apoio aos agentes de mudança. Os médicos descalços *(chijiao yisheng)*, assim chamados porque no princípio trabalhavam sem sapatos atendendo nos campos de arroz, eram a forma de denominar os agentes comunitários com algum treinamento em saúde que atuavam muito próximos aos camponeses nas vilas rurais, com evidente alto grau de homofilia de atributos com o público que serviam. A efetividade do papel desses agentes para a melhoria de práticas de saúde foi reconhecida por Mao Zedong, em

1965, de forma que havia na época em torno de 1,8 milhões (um milhão oitocentos mil) de pessoas envolvidas nessa prática, representando 1 (um) para cada 400 (quatrocentos) habitantes em zonas rurais e praticamente 1 (um) em cada vila (ROGERS, 1983, p.326). Esse exemplo por óbvio evoca o que vemos comumente nos modelos adotados atualmente por muitos países, inclusive entre os mais desenvolvidos, em relação à medicina preventiva de caráter social.

Também com relação à difusão de inovações em caráter preventivo há alguns aspectos diferenciais. As inovações preventivas são as que envolvem uma decisão e adoção de ideia ou prática que visa precaver quanto a eventos indesejados no futuro (ROGERS, 2002). Ocorre que esses eventos indesejados são intangíveis, podendo ou não ocorrer, e os ganhos pela prevenção serão de qualquer forma futuros. Assim, a percepção de vantagem relativa, o primeiro dos atributos influenciadores da adoção definidos acima, pode ser bastante relativizada e menos determinística. Em realidade, o que puder ser feito para melhorar essa percepção da vantagem relativa impactará positivamente a adoção (ROGERS, 2002). Rogers (2002) sugere 5 iniciativas nessa linha: (i) adaptação dos atributos percebidos; (ii) utilização de "campeões"[4]; (iii) alteração em normas regulatórias; (iv) utilização de estratégias educacionais e motivacionais veiculadas em atividades de entretenimento; e, (v) ativar redes sociais de pares para difusão dessas inovações. Como se observa, fica evidenciado o cuidado que deve ser dedicado à adoção de medidas preventivas, de vez que em condições normais o processo pode ser mais lento do que o almejado ou menos efetivo (ROGERS, 2002).

O painel introduzido nesta seção demonstra que está implícito o caráter decisório envolvido na tomada de decisão favorável, ou a rejeição, quanto à difusão das inovações entre os agentes em uma rede social. Em suma, a difusão das inovações pode ser modelada através da lógica de como os adotantes atuais e os adotantes em potencial interagem (MACHADO, 2019).

A construção de um modelo de difusão de um novo comportamento baseia-se na premissa que atores tomam decisões com base nas decisões de seus vizinhos, e que assim um padrão de comportamento específico pode se espalhar por uma rede. Dessa forma, considerando que os atores possuem vizinhos (outros nós da rede com os quais mantém contato/se relacionam), bem como, que conhecem os benefícios de um comportamento já adotado pelo vizinho, a decisão pode ser modelada na forma de um jogo de coordenação que se apresenta da seguinte forma (EASLEY; KLEINBERG, 2010, p.170):

---

[4] Nota do autor: o termo campeões adotado na literatura sugestivamente está relacionado genericamente aos tipos de influenciadores na difusão: agentes de mudança, líderes de opinião entre os adotantes e outros. Inclusive destaca que em muitas organizações em processo de adoção os campeões são colaboradores de nível médio.

- ✓ 2 (dois) agentes “v” e “w”;
- ✓ que podem escolher entre duas estratégias “A” e “B” diferentes;
- ✓ para cada uma das decisões possíveis para cada agente há resultados conhecidos em termos de ganhos e/ou perdas;
- ✓ se ambos adotam comportamentos iguais, terão benefícios positivos (α;β);
- ✓ se ambos adotam comportamentos opostos, não obterão qualquer benefício (0).

As condições acima podem ser traduzidas na matriz típica de jogos representada na Figura 10 – Jogo de Coordenação.

Figura 10 – Jogo de Coordenação

Agente “v” \ Agente “w”	A	B
A	α,α	0,0
B	0,0	β,β

Fonte: Adaptado de Easley e Kleinberg, 2010, p.170.

Cada nó visualizará um jogo dessa natureza com seus respectivos vizinhos e seu ganho total será a resultante da soma dos ganhos das interações com cada um dos vizinhos. Assim, a decisão de cada nó decorre da relação de vizinhos que escolhem cada uma das estratégias “A” e “B”, bem como, da relação entre os ganhos “α” e “β” (EASLEY; KLEINBERG, 2010, p.170; MACHADO, 2019).

2.4 SOCIAL NETWORK ANALYSIS (SNA)

Um dos aspectos mais notórios em relação à sociedade e à economia, no mundo atual, é a chamada Sociedade em Redes (CASTELLS; CARDOSO, 2006, p.17). O comportamento

econômico dos agentes numa sociedade em redes é decorrente da sua incorporação ou imersão na própria rede de relacionamentos (GRANOVETER, 1985). Esse conceito, muito referido pelo respectivo termo em inglês – *embeddedness* -, foi usado por Granoveter como a noção de que todos os comportamentos econômicos estão necessariamente imersos em um contexto social mais amplo, o que hipoteticamente tornaria a economia uma ramificação da sociologia (BORGATTI; FOSTER, 2003). A sociedade em redes também é definida como uma estrutura interconectada na base de tecnologias para comunicação e disseminação da informação decorrente de conhecimento acumulado nos nós da rede (CASTELLS; CARDOSO, 2006, p.20). Para Borgatti e Foster (2003), "a explosão das pesquisas em redes é parte de uma mudança maior, datada da segunda metade do século XX, abandonando explicações individualistas, essencialistas e atomísticas e indo em busca de entendimentos mais relacionais, contextuais e sistêmicos". Para Provan et al. (2007) "um senso comum de interesse dos pesquisadores tem sido examinar o impacto do envolvimento das redes no aprendizado e inovação das organizações".

De forma ampla, o corpo de conhecimento conhecido como *Social Network Theory (SNT)* estuda os fenômenos socioeconômicos sob a ótica de redes sociais, ou seja, com base nos seus elementos fundamentais, que são os nós e os vínculos (MARQUES et al., 2020). Os nós são os membros que compõem as redes sociais e as relações entre eles são denominadas vínculos (BORGATTI; FOSTER, 2003). Uma rede consiste em um conjunto de nós, ou atores, junto com um conjunto de vínculos de um determinado tipo conectando esses nós (BORGATTI; OFEM, 2010, pg.19). Redes são qualquer conjunto de objetos em que alguns pares desses objetos estão conectados, ou seja, têm ligações (EASLEY; KLEINBERG, 2010, pg.2). Esses pares de objetos que se relacionam são chamados de díades, que envolvem relacionamentos entre organizações ou atores (PROVAN et al., 2007). A definição inicial de redes citada por Tichy et al. (1979), referenciando Mitchell (1969, p.2) dá uma boa dimensão do que essa teoria permite vislumbrar em termos de pesquisa e entendimento de fenômenos sociais: "redes sociais são um conjunto específico de vínculos entre um conjunto definido de pessoas, que tem a propriedade adicional de que as características desses vínculos como um todo podem ser usadas para interpretar o comportamento social das pessoas envolvidas".

A perspectiva de redes tem se tornado uma base comum para pesquisa e entendimento de diversas ciências, em especial a teoria organizacional (BORGATTI; LI, 2009). O entendimento de como se estruturam fisicamente as redes, bem como, a tipologia dos relacionamentos que ocorrem entre os agentes, tem sido referenciado como um ramo específico da pesquisa em redes e denominado de *Social Network Analysis (SNA).* Assim, os fundamentos da *SNA* e a

conectividade em sistemas complexos estão ligados a (i) aspectos estruturais da rede – quem está conectado com quem -, assim como, (ii) aspectos decorrentes dos comportamentos ou interações na rede – o fato que as ações individuais impactam resultados de outros ou todos (EASLEY; KLEINBERG, 2010, pg.4). De outra forma, pode-se dizer que o estudo (i) dos aspectos estruturais da rede está em um domínio que examina os antecedentes e tenta explicar o porquê dessa estrutura; enquanto (ii) os aspectos consequentes são uma tentativa de explicar comportamentos em função das propriedades estruturais da rede (BORGATTI; OFEM, 2010, pg.20). A análise de redes está relacionada com estrutura e modelagem das relações sociais, com foco em estabelecer tanto suas causas quanto as consequências (TICHY et al., 1979). A *SNA* é uma abordagem com foco nas relações entre os atores em uma rede social e respectiva estrutura, assim como, uma técnica de modelagem com ferramentas para análise dessa rede (WICHMANN; KAUFMANN, 2016).

Na abordagem das redes sociais qualquer sistema é visto como um conjunto de agentes, ou nós, conectados entre si, por ligações, laços ou vínculos, que podem ser diretos ou indiretos (TICHY et al., 1979; BORGATTI; LI, 2009; EASLEY; KLEINBERG, 2010, pg.2). As organizações são vistas na sociedade como sistemas compostos por pessoas ou grupos conectados por diversos tipos de relações, diretas ou indiretas, podendo esses elementos terem uma ou múltiplas ligações (TICHY et al., 1979). Essas conexões podem ser de diversos tipos, envolvendo informação, materiais, recursos financeiros, serviços e suporte, que se materializam baseados na confiança ou em meios mais formais, como contratos (PROVAN et al., 2007). As redes organizacionais são analisadas sob o ponto de vista não somente dos agentes, mas em especial de suas relações, ou ausência de relações, e estruturas (PROVAN et al., 2007).

São 5 as premissas implícitas ao estudo organizacional contemporâneo na perspectiva de redes: (i) as organizações são redes sociais e devem ser vistas como tal; (ii) o meio em que a organização está pode ser visto como uma rede de organizações; (iii) as ações, atitudes e comportamentos dos agentes nas organizações são decorrentes da sua posição na rede de relacionamentos; (iv) as redes sociais constrangem e reciprocamente são modeladas pelas suas ações; e, (v) a comparação entre organizações deve levar em consideração as respectivas características de rede (NOHRIA, 1992, p.4 e seguintes).

A tipificação das ligações em redes sociais, ou vínculos, é análoga, seja quando se trata de pessoas, ou de organizações, podendo ser sintetizada no Quadro 7 - Tipologia das Ligações Estudadas na *SNA*, no qual as ligações são de dois tipos principais, contínuas ou discretas. As contínuas são categorizadas em (i) similaridades; e, (ii) relações sociais e mentais. As discretas

são categorizadas em (iii) interações e transações; e, (iv) fluxos (BORGATTI; LI, 2009; BORGATTI; OFEM, 2010, pg.19).

Quadro 7 – Tipologia das Ligações Estudadas na *SNA*

Tipo de Vínculo	**Categorias**	**Nas Organizações**	**Para os Indivíduos**
Contínuo	Similaridades	Participação conjunta em associações	Vizinhança; mesmo clube; mesmo gênero; mesma atitude; mesma formação acadêmica
	Relações Sociais e Mentais	JVs, alianças estratégicas, acordos comerciais, sociedade, concorrência	Amizade entre profissionais de empresas diferentes
Discreto	Interações e Transações	Vender para; concorrer com	Falar com; ajudar; jogar futebol junto
	Fluxos	Transferência tecnologia, dinheiro, oferecer consignação de estoque	Acreditar; empregado vaza informação para empregado de outra empresa

Fonte: Adaptado de Borgatti e Li, 2009; Borgatti e Ofem, 2010, p.19

As similaridades são condições pré-existentes da díade, coparticipação ou atributos compartilhados. As similaridades incluem proximidade espacial e temporal, participação conjunta em grupos e compartilhamento de atributos, como etnia, nacionalidade ou formação acadêmica. As similaridades diferem de relações sociais, mas podem ser o fator habilitador dessas relações.

As relações sociais e mentais são ligações como parentesco, amizade, afeto ou desafeto, percepções e atitudes. Pode-se considerar que as relações sociais institucionalizam direitos e obrigações. Esses dois tipos, a similaridades e as relações (sociais e mentais) têm a característica de serem relativamente contínuos (BORGATTI; OFEM, 2010, pg.19).

As interações são eventos discretos que podem ser contados no tempo e acontecem geralmente no contexto das relações sociais e mentais. Essa correspondência é recíproca: assim como é comum ocorrerem interações entre agentes que mantém alguma relação, é fácil inferir que relações podem ser construídas a partir da existência de algum tipo de interação (BORGATTI; OFEM, 2010, pg.20).

Os fluxos são algo, tangível ou intangível, que se move ou é transmitido entre os nós da rede por conta da interação, podendo ser informação, material e valores. Um fenômeno que constitui um relevante campo de pesquisa científica contemporânea e que se enquadra na categoria de fluxo é a transmissão patogênica. Os fluxos são relevantes e decorrem de outras interações anteriores, como no último exemplo a interação que promove o contágio (BORGATTI; OFEM, 2010, pg.20). O entendimento dos fluxos é de suma relevância, como será visto mais abaixo, em conjunto com os conceitos de centralidade, porque as medidas inerentes à posição estrutural dos nós nas redes assumem diferentes premissas na sua conceituação e quantificação, a depender da maneira como cada fluxo ocorra (BORGATTI, 2005).

Por fim, todas essas ligações podem existir simultaneamente, fenômeno denominado multiplexidade – "a propriedade de um dado par de agentes ter simultaneamente vínculos de diversas espécies" (BORGATTI; LI, 2009). A multiplexidade pode ser interpretada como um indicador da robustez e durabilidade das ligações da organização, no sentido de que a relação se manterá, em função dessa redundância, mesmo que uma das ligações se dissolva (PROVAN et al., 2007).

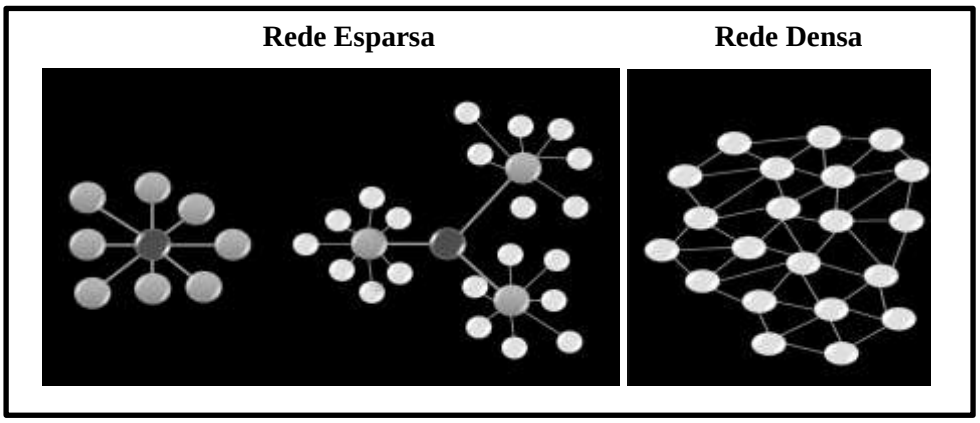
Guardando alguma relação com o tipo de vínculo contínuo da similaridade, acima citado, define-se um princípio muito relevante na *SNA* - a homofilia -, pelo qual "tendemos a ser similares aos nossos amigos" (EASLEY; KLEINBERG, 2010, pg.86). A homofilia é constituída pela tendência de pessoas ou atores estabelecerem vínculos com outros atores parecidos em algum atributo social significativo (BORGATTI; OFEM, 2010, pg.20). Novamente, um conceito intuitivo e encontrado no ideário humano milenarmente, conforme Platão: "similaridade provoca amizade", bem como, Aristóteles: "as pessoas amam os que são parecidos com elas" (EASLEY; KLEINBERG, 2010, pg.86).

Outros conceitos teóricos precisam ser definidos para o entendimento das pesquisas na perspectiva das redes sociais, como a densidade de uma rede e sua recíproca, a rede esparsa ou fragmentada. Na análise de uma rede, do ponto de vista de um determinado ator - ou nó focal-, denominada *ego network*, pode-se considerar que a rede é esparsa quando suas respectivas ligações forem com outros nós – *alters* -, que não estão conectados entre si, dando origem aos

chamados buracos estruturais (PROVAN et al., 2007). De outra forma, se os *alters* estiverem conectados entre si diz-se que a rede é densa (BORGATTI; LI, 2009). Em redes densas há maior nível geral de conectividade, por conta das pessoas ou organizações estarem mais plenamente conectadas entre si (PROVAN et al., 2007).

A configuração gráfica desse conceito está representada na Figura 11 - Configuração de Redes Esparsas e Redes Densas.

Figura 11 – Configuração de Redes Esparsas e Redes Densas



Fonte: Autor, 2020.

A alta densidade ou fragmentação de uma rede não é necessariamente um atributo qualitativo positivo ou negativo em padrões categóricos, mas sim caso a caso e para o fim que se propõe (PROVAN et al., 2007). Por exemplo, em uma das reflexões mais óbvias sobre a desvantagem de uma rede de alta densidade, quando consideramos as ligações horizontais entre fornecedores numa cadeia de suprimentos, com a potencial troca de informações, essas interações podem viabilizar que os fornecedores tenham melhor conhecimento das condições comerciais praticadas; consequentemente a empresa focal poderia almejar um certo distanciamento estratégico entre os *alters*, que seria representada por uma configuração mais esparsa da rede (BORGATTI; LI, 2009). Um outro aspecto indesejado de redes com nós muito conectados entre si é a situação de cadeias de suprimentos que tenham muitos fornecedores, porém todos eles sejam abastecidos por um ou poucos fornecedores e que isso acarrete uma limitação de abastecimento que pode conduzir à ruptura (BORGATTI; LI, 2009). Essa situação veio a se evidenciar de maneira dramática no primeiro momento do advento da COVID-19 em relação ao suprimento global de alguns itens médicos e de proteção. Isso se deveu ao fato de que essas cadeias globais de suprimento, dos itens médicos em questão, apesar dos seus benefícios econômicos, propiciam uma exacerbação da velocidade da difusão e da importância dos seus efeitos, frente ao advento de uma crise de proporções globais (SARKIS et al, 2020).

Por outro lado, no campo positivo, redes com fortes ligações e conexões entre seus membros são muito apreciadas no que tange a colaboração e resiliência da cadeia de suprimentos. Os laços fortes, decorrentes de interações próximas e frequentes, são reconhecidos pela fácil acessibilidade, bem como, a questão decorrente, que é a maior probabilidade de confiança entre as partes (LEVIN; CROSS, 2004). São reportados inúmeros casos de indústrias em que, no momento de um evento crítico com um dos elos da cadeia, outros ocuparam a posição evitando a ruptura do abastecimento, até mesmo adaptando seus processos de forma radical para suportar a atividade. O caso de um incêndio em uma fábrica da empresa Aisin Seiki, que era o único fornecedor de um tipo de válvula para a Toyota, reflete a potencialidade de uma cadeia se reorganizar e, com esforço conjunto de outros fornecedores, em colaboração com o fornecedor que sofreu o sinistro e a própria empresa cliente, em questão de horas restabelecer a operação da grande indústria automotiva (BORGATTI; LI, 2009). O momento crítico da ruptura em certas cadeias globais de suprimentos, por conta da COVID-19, também detonou processos de adaptações inéditas em fábricas, para produção de itens absolutamente diferentes do habitual. Casos dessa natureza foram citados por Sarkis et al. (2020), envolvendo a Dyson converter capacidades para fabricação de ventiladores no Reino Unido, e a L'Oreal Europeia disponibilizando capacidade para fabricação de produtos para sanitização das mãos, assim como referências frequentes de ações análogas na mídia, no mesmo período.

No campo das redes mais esparsas também podem ser verificados aspectos positivos e negativos. Segundo Borgatti e Li (2009) "no conhecimento prevalente as redes densas apresentam *egos* com menos recursos não redundantes do que as redes esparsas". Como decorrência dessa situação há a expectativa de que a rede, na hipótese da baixa interconectividade e muitos buracos estruturais, tenha aumentada a chance de informações não redundantes que resultariam em fontes de inovação e soluções diferenciadas para problemas. Essa propriedade está relacionada com a dicotomia entre os chamados laços fortes e laços fracos. A força dos laços é compreendida como uma consequência da proximidade e da frequência de interação entre atores, com laços fracos ocorrendo entre atores distantes e que interagem com pouca frequência, mas são profícuos na difusão de ideias não redundantes (GRANOVETTER, 1973; LEVIN; CROSS, 2004, BORGATTI; LI, 2009).

No polo negativo, redes esparsas podem ser ambientes tipicamente propícios à perda de controle da autoridade, no contexto intra e interorganizações, como por exemplo em indústrias licenciadas ou franqueadas, quando *alters* distantes ficam confortáveis para se distanciar de políticas e procedimentos. A falta de monitoramento em franquias localizadas em mercados

“base da pirâmide”[5] e distantes do franqueador é associada a níveis mais altos de comportamento oportunístico por parte do franqueado (KISTRUCK et al., 2011).

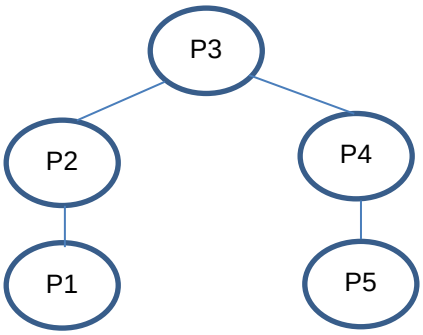
No campo do estudo dos atributos dos nós em decorrência da sua posição estrutural na rede, existe uma coleção de métricas que avaliam diversas dimensões da topologia da rede. As métricas denominadas medidas de centralidade, são elementos fundamentais da *SNA* e têm instrumentalizado pesquisas diversas em ciências sociais a partir dos clássicos estudos sobre comunicação humana, eficiência do grupo na solução de problemas, percepções de liderança e satisfação de participantes em grupo, desenvolvidos por Bavelas nos anos 1940 (FREEMAN, 1979). Muitas formulações matemáticas para refletir os conceitos relacionados com centralidade foram desenvolvidas e propostas ao longo do tempo, até que os 3 tipos clássicos e comumente referenciados como Medidas de Centralidade de Freeman - (i) Grau de Centralidade *(Degree centrality - DC)*; (ii) Centralidade de Proximidade *(Closeness centrality - CC);* e, (iii) Centralidade de Intermediação *(Betweenness centrality - BC)* -, foram consolidados de forma padronizada (FREEMAN, 1979; COSTA; DEL-VECCHIO, 2015). Posteriormente foi consagrada por Bonacich (1972(a), 1972(b), 1987) uma nova medida de centralidade que veio a se denominar (iv) Centralidade de Autovetor *(Eigenvector centrality - EC)*, completando o conjunto de 4 medidas de centralidade mais comumente utilizado em *SNA* (COSTA; DEL-VECCHIO, 2015). A ideia relacionada a essas medidas de centralidade é que a posição estrutural dos atores na rede é um condicionante das oportunidades ou restrições que impactarão os mesmos (BORGATTI; FOSTER, 2003; BORGATTI; LI, 2009; BORGATTI; OFEM, 2010, pg.20; HO; CHIU, 2013; MACHADO, 2019).

Os conceitos de centralidade e respectivas quantificações se fundamentam em algumas noções básicas da teoria dos grafos. Segundo Freeman (1979) um grafo é um conjunto de pontos e um conjunto de linhas que representam as conexões entre esses pontos, conforme representado na Figura 12 – Grafo com 5 pontos e 5 conexões. Quando dois pontos estão diretamente conectados por uma ligação, eles podem ser considerados adjacentes. O número de pontos adjacentes a um determinado ponto é o grau de centralidade, que será melhor ilustrado mais abaixo. A totalidade dos pontos do grafo é alcançável se houver conexões ligando todos eles. Quando todos os pontos do grafo forem alcançáveis o grafo será considerado conectado. Cada trajetória percorrida para alcançar outro ponto ao longo do grafo tem a si associada uma medida de distância igual ao número de ligações no mesmo. O menor trajeto ligando dois pontos é chamado de geodésico (FREEMAN, 1979). Freeman (1979) também propõe um conceito

[5] Base da pirâmide é referenciado para mercados empobrecidos localizados em países menos desenvolvidos, com renda per capita bastante baixa.

intuitivo bastante útil para visualizar graficamente a relevância de uma medida de centralidade: "o ponto no centro de uma estrela, ou no centro de uma roda, é a posição mais central possível (...) e de fato essa posição aparenta ser uma posição especial com relação à estrutura como um todo".

Figura 12 – Grafo com 5 pontos e 5 conexões



Fonte: Freeman, 1979.

Com base nos conceitos acima é possível construir as definições das 4 principais métricas de centralidade citadas conforme segue:

(i) Grau de Centralidade *(Degree centrality -DC):* mede como o ator se conecta com outros atores na rede. Segundo Freeman (1979), "o Grau de Centralidade pode ser definido como o número de ligações incidentes sobre um nó". Em redes não direcionadas o grau de centralidade é dado pelo número de ligações diretas de um ator com os demais, conforme Figura 13 – Grau de Centralidade em Redes Não-direcionadas (FREEMAN, 1979; BORGATTI, 2005; PROVAN et al., 2007; BORGATTI; LI, 2009; HO; CHIU, 2013; MACHADO, 2019). Em notação matemática esse conceito é representado conforme a fórmula (1) abaixo. Isso também pode ser entendido verificando-se a soma de cada linha da matriz de adjacências[6] que representa a rede, se considerarmos apenas o primeiro passo que emana do nó em análise, ou seja as ligações diretas, conforme representado na Tabela 1 – Matriz de Adjacências da Rede Representada na Figura 13. A interpretação implícita à definição de Grau de Centralidade é a sua representatividade para processos que não envolvem ligações indiretas (BORGATTI, 2005). Mas também é possível imaginar a relevância do Grau de Centralidade para medidas que envolvem efeitos apenas no tempo do primeiro

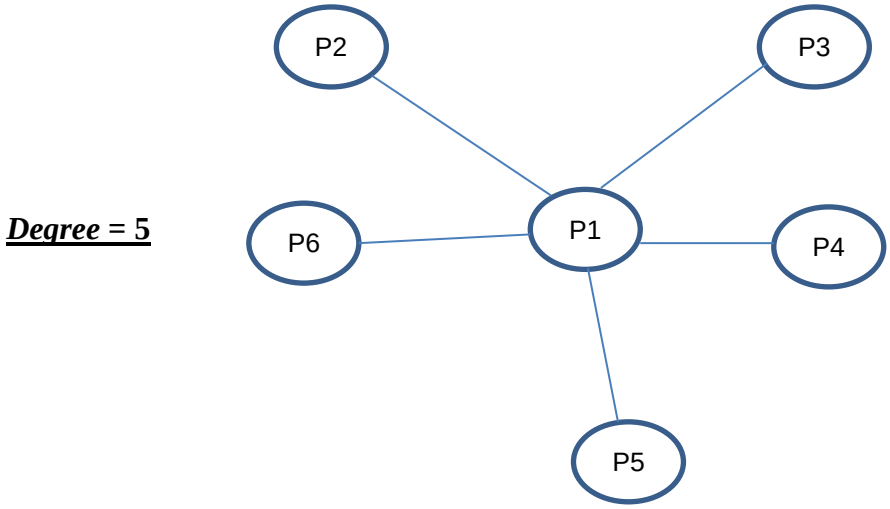
[6] Matriz de Adjacências é uma forma de representar um grafo de n vértices mediante uma matriz "n x n" na qual cada elemento Aij da matriz representa alguma relação entre os vértices Vi e Vj.

passo, ou seja, foco no prazo imediato, como quantas pessoas serão infectadas a partir de um primeiro portador do vírus.

Fórmula (1): Grau de Centralidade (DCpk) = $\sum_{i=1}^{n} \alpha(pi, pk)$

onde: α (pi, pk) = 1 se pi e pk estão conectados; 0 se não conectados.

Figura 13 – Grau de Centralidade em Redes Não-direcionadas



Fonte: Autor, 2020.

Tabela 1 – Matriz de Adjacências da Rede Representada na Figura 13

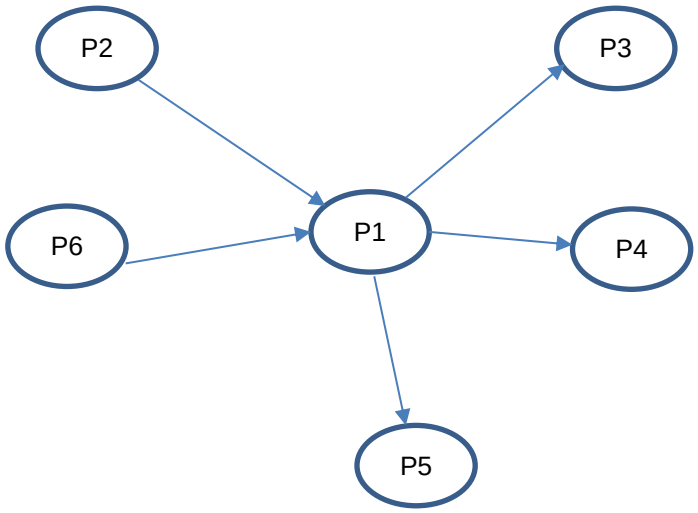
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	**SOMA DA LINHA**
P1	0	1	1	1	1	1	5
P2	1	0	0	0	0	0	1
P3	1	0	0	0	0	0	1
P4	1	0	0	0	0	0	1
P5	1	0	0	0	0	0	1
P6	1	0	0	0	0	0	1

Fonte: Autor, 2020.

Quando as redes são direcionadas podem ser realizadas as métricas *indegree* ou *outdegree*. Por exemplo identificando com que extensão ativos, recursos e

informação entram ou saem das organizações. Assim as métricas *indegree* e *outdegree* correspondem à quantificação respectivamente das ligações com outros atores que o ator tem em sua direção, ou ligações em direção aos outros atores, conforme representado na Figura 14 – Centralidade *Indegree* e *Outdegree* (PROVAN et al., 2007; MACHADO, 2019).

Figura 14 – Centralidade *Indegree* e *Outdegree* em Redes Direcionadas



***Indegree* = 2**

***Outdegree* = 3**

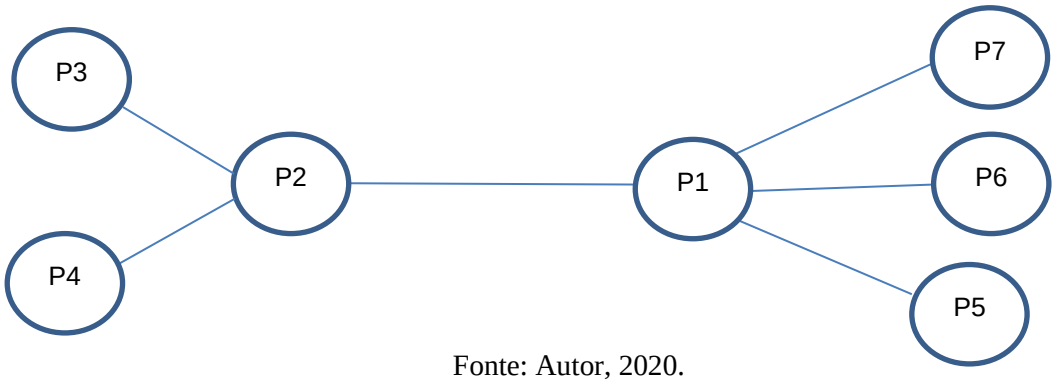
Fonte: Autor, 2020.

(ii) Centralidade de Proximidade *(Closeness centrality - CC):* mede o quanto um ator está próximo dos demais atores na rede. A CC de um determinado nó é definida como a soma teórica no grafo das distâncias entre ele e todos os outros nós, sendo a distância entre nós sempre definida como o comprimento (número de ligações) do menor trajeto entre um nó e o outro (FREEMAN, 1979; BORGATTI, 2005). Em notação matemática esse conceito é representado conforme a fórmula (2) abaixo. Considerando-se a rede da Figura 15, a CC para cada nó se daria conforme Tabela 2 – Matriz de Apuração de Grau de Proximidade (BORGATTI; LI, 2009; HO; CHIU, 2013; MACHADO, 2019). Na coluna da SOMA das distâncias, o menor número indica o ponto com maior CC; de outra forma, quando aplicamos a fórmula inversa o maior número representa a maior CC.

Fórmula (2): Centralidade de Proximidade (CCpk) = $1 / \sum_{i=1}^{n}$ distância (pi, pk)

onde: distância (pi, pk) é o comprimento do menor caminho entre dois pontos

Figura 15 – Centralidade de Proximidade e Intermediação



Fonte: Autor, 2020.

Tabela 2 – Matriz de Apuração de Grau de Proximidade

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	SOMA	1/SOMA	RANKING
P1	0	1	2	2	1	1	1	8	0,125	1º
P2	1	0	1	1	2	2	2	9	0,111	2º
P3	2	1	0	2	3	3	3	14	0,071	4º
P4	2	1	2	0	3	3	3	14	0,071	
P5	1	2	3	3	0	2	2	13	0,077	3º
P6	1	2	3	3	2	0	2	13	0,077	
P7	1	2	3	3	2	2	0	13	0,077	

Fonte: Autor, 2020.

A CC é uma medida mais útil e consistente quando não está relacionada a situações em que deva existir direção na ligação, como nos casos de cadeias de suprimentos em que seria diferente o quem fornece para quem (BORGATTI; LI, 2009). Normalmente, em termos de fluxo, a proximidade é interpretada como indicador inversamente proporcional ao tempo esperado para algo que se move na rede – com maior proximidade a distância é vencida em menor tempo -, considerando que seja possível ao fluxo escolher o trajeto mais rápido (BORGATTI, 2005). Sendo assim, a maior proximidade permitiria por exemplo que informação sobre inovações fossem disseminadas mais rápido, assim como, pelo lado negativo, abreviaria a exposição a um risco de contágio em caso de doença (BORGATTI, 2005). Ao identificar em quais situações pode ser interessante a avaliação na ótica da CC, devem ser consideradas algumas restrições, como por exemplo, que o conceito somente é consistente quando relacionado a grafos conectados e trajetos válidos. Ou seja, não existe sentido

prático na distância entre dois pontos não conectados, que teoricamente seria infinita. Assim como, a situação deve envolver fluxos em que haja capacidade de escolha prévia dos trajetos válidos, pois do contrário o trajeto mais curto poderia conduzir a uma espécie de fim de linha (BORGATTI, 2005).

(iii) Centralidade de Intermediação *(Betweenness centrality -BC):* mede o quanto um ator serve de intermediário, "ponte", ou ainda *gatekeeper*, entre outros pares de atores da rede. Assim representa o grau em que um ator, ou organização, está no caminho mais curto entre dois outros atores, ou organizações. A ideia é que o quanto um ator serve de caminho, para outros atores se conectarem ou receberem informações, reflete uma possível capacidade de controle (PROVAN et al., 2007; BORGATTI; LI, 2009; HO; CHIU, 2013; MACHADO, 2019). Conexões indiretas são valorizadas como mecanismos para troca de recursos na rede (PROVAN et al, 2007). Segundo Freeman (1979): "a Centralidade de Intermediação é baseada na frequência com que um ponto cai entre pares de outros pontos, ao longo do menor trajeto – o geodésico -, conectando-os". Conforme Borgatti (2005), "BC também pode ser definido como a porcentagem do tempo que um nó "i" precisa do nó "k", cuja intermediação está sendo medida, para alcançar o nó "j" passando pelo menor trajeto". Assim, se g(ij) for o número de geodésicos entre "i" e "j", assim como g(ikj) o número dentre esses geodésicos que passem pelo ponto "k", a BC do ponto "k" pode ser representada de maneira matemática pela fórmula (3) abaixo, na qual a centralidade total é obtida pela somatória das BCs parciais de todos os pares de pontos onde i≠j≠k (FREEMAN, 1979; BORGATTI, 2005):

Fórmula (3): Centralidade de Intermediação (BCk) = $\sum_{i} \sum_{j} \frac{g(ikj)}{g(ij)}$, com i≠j≠k

De forma simplificada, a BC conta o número de geodésicos que passam pelo ponto "k", o que é representado pelo termo g(ikj) no numerador da fórmula. O termo g(ij) constante do denominador representa o total de geodésicos entre "i" e "j" na situação em que "k" está presente em apenas alguns deles.

Assim, para a Figura 15, a apuração da BC de cada ponto é feita conforme segue:

<u>Cálculo da Centralidade de Intermediação dos Pontos da Figura 15</u>

***BC* (P1) =** P7-P6 + P7-P5 + P7-P2 + P6-P5 + P6-P2 + P5-P2 + P7-P3 + P7-P4 + P6-P3 + P6-P4 + P5-P3 + P5-P4 **= 12**

***BC* (P2) =** P3-P4 + P3-P1 + P4-P1 + P3-P7 + P3-P6 + P3-P5 + P4-P7 + P4-P6 + P4-P5 **= 9**

***BC* (P3; P4; P5; P6; P7) = 0**

Desde os primórdios das investigações relacionadas com medidas de centralidade a intermediação foi considerada relevante. Bavelas (1948) e Shaw (1954) sugeriram que quando uma pessoa está estrategicamente localizada no trajeto de comunicação ligando um par de outras pessoas, essa pessoa é central porque a sua posição propicia que influencie o grupo mediante o cerceamento ou a distorção da informação (FREEMAN, 1979). Essa perspectiva é emblemática e foi bem dramatizada por Alfin Toffler na sua descrição das relações de poder, quando introduz a figuração dos "cubículos" e os "canais" característicos de toda burocracia; e que esses seriam os locais respectivos dos especialistas e dos gerentes, ficando implícito o poder de quem intermedia a informação (TOFFLER, 1990, pg.188). Para Borgatti (2005) o principal tipo de fluxo que pode bem ser avaliado pela métrica BC são as transferências de caráter indivisível, que se movem entre cada nó até atingir um destino. De outra forma, não seria a métrica mais indicada para fluxos em que ocorram duplicações ou cópias, sejam seriais ou paralelas.

(iv) <u>Centralidade de Autovetor *(Eigenvector centrality - EC)*</u>*:* A definição por Bonacich (1972(a), 1972(b), 1987) da medida de centralidade que nos referimos como EC partiu da premissa que uma medida de centralidade de um agente, relevante para alguns tipos de vínculo, deve considerar a centralidade dos atores com os quais se relaciona. Dessa forma, estar conectado a atores que por sua vez são bem conectados é considerado mais central do que outro ator conectado a atores menos conectados, ou seja, a EC distingue atores que tem o mesmo Grau de Centralidade (DC) (BORGATTI; LI, 2009). Essa diferenciação está relacionada com os vínculos indiretos conectados aos vínculos diretos. Enquanto no DC são considerados apenas os vínculos diretos do agente, na EC são considerados os vínculos indiretos também. Para definir de forma lógica esse conceito Bonacich adota uma família de medidas de centralidade geradas por 2

(dois) parâmetros (α e β). O parâmetro β reflete essa questão do grau com que o status do agente é função dos status dos atores com que se relaciona (BONACICH, 1987). O parâmetro β nesse modelo pode variar assumindo valores positivos, negativos ou nulos. Quando $\beta=0$ representa simplesmente a DC do agente em questão, pois equivale considerar sua centralidade apenas em relação aos vínculos diretos (BONACICH, 1987). Quando β é positivo a centralidade é do tipo convencional, ou seja, reflete-se positivamente em função dos status dos agentes com os quais se contata. Esse é o caso, por exemplo, de uma rede de comunicação, na qual a quantidade de informação para um agente é positivamente relacionada à quantidade de informação disponível para os atores com os quais está direta ou indiretamente conectada, desconsiderando-se a magnitude dessa informação (BONACICH, 1987). Por outro lado, quando β é negativo, representa situações em que o status do agente é reduzido pelo status superior dos atores com os quais está conectado. Esse é o caso por exemplo de relações de barganha, quando o agente de maior centralidade (DC) não é necessariamente o mais poderoso, na medida que os atores com os quais esteja conectado sejam mais poderosos. E o agente em consideração é poderoso quando está conectado com atores relativamente menos poderosos (BONACICH, 1987).

O EC é uma medida de centralidade dessa categoria, representada pela soma das conexões com outros atores, ponderada pelas respectivas centralidades (BONACICH, 1987). Dessa forma, EC é uma medida da influência de um nó na rede (BORGATTI; LI, 2009). A medida do autovetor de um ator será proporcional à soma das pontuações dos atores que estão conectados a ele (MACHADO, 2019). Essa métrica é expressa pela fórmula (4) abaixo (adaptada de Bonacich, 1987):

Fórmula (4):

$$\lambda * \text{Centralidade de Autovetor (ECk)} = \sum_{j} R(ij)\, e(j)$$

na qual:

λ é uma constante para assegurar soluções diferentes de zero,

“R” é uma matriz de adjacências com a diagonal principal preenchida por zeros e os demais valores usualmente (mas não necessariamente) simétricos,

“e” é o *eingenvector* associado a cada célula de R.

Pela descrição das 4 (quatro) métricas de centralidade mais relevantes – *(i) DC; (ii) CC; (iii) BC; e, (iv) EC*, apresentada acima, evidencia-se que a gama de processos que podem ser modelados e avaliados sob a lente de cada um desses conceitos é significativa. Assim como, nem sempre fácil, de antemão, definir qual das métricas é mais aderente para representar o processo, ou fluxo, objeto da investigação. Para simplificar essa escolha, Borgatti (2005) introduz uma tipologia baseada em categorias de fluxo determinadas por 4 (quatro) tipos na dimensão das trajetórias (dispostas em linhas) e 3 (três) tipos na dimensão da transmissão (dispostas em colunas), ilustrada no Quadro – 8 – Tipologia dos Fluxos de Processo e Principais Métricas de Centralidade, na qual as 4 (quatro) métricas de centralidade são relacionadas com cada par de atributos. O autor destaca que as indicações nessa tipologia não esgotam todos os tipos de dimensões que poderiam ser relacionados com fluxos de processos, nem há medidas apropriadas para todos os fluxos. E exemplifica que em seu entender não há medidas adequadas para infecção e disseminação de boatos.

Os 4 (quatro) tipos na dimensão das trajetórias são (BORGATTI, 2005):

(i) Geodésico *(geodesics)*: menor trajeto ligando dois pontos;

(ii) Trajeto *(path)*: sequência de ligações em que nem as ligações e nem os nós são repetidos;

(iii) Trilha *(trail)*: sequência de ligações incidentais em que nenhuma ligação é repetida; os nós podem ser visitados mais de uma vez;

(iv) Caminho *(walk)*: sequência em que tanto as ligações como os nós podem ser repetidos mais de uma vez.

Os 3 (três) tipos considerados na dimensão da transmissão são (BORGATTI, 2005):

(a) Duplicação paralela, quando o fenômeno estudado representa uma replicação simultânea para mais de um outro ator;

(b) Duplicação em série, quando o fenômeno estudado é exclusivo para um outro ator a cada vez;

(c) Transferência, quando o fenômeno estudado se assemelha ao mecanismo de movimento de algo pela rede.

Quadro – 8 – Tipologia dos Fluxos de Processo e Principais Métricas de Centralidade

	Duplicação Paralela (a)	**Duplicação em Série (b)**	**Transferência (c)**
(i) Geodésico *(geodesics)*	-	CC	CC e BC
(ii) Trajeto *(path)*	CC e DC	-	-
(iii) Trilha *(trail)*	CC e DC	-	-
(iv) Caminho *(walk)*	CC e DC e EC	-	-

Fonte: Borgatti, 2005.

Para além da análise dos tipos de fluxo e seus atributos intrínsecos, na forma apresentada acima, a literatura acadêmica também oferece outros caminhos para estabelecer o foco mais adequado para o desenvolvimento de uma pesquisa relacionada com fenômenos sociais em rede. Borgatti e Ofem (2010, p.21) sugerem categorizar os potenciais focos que uma pesquisa pode assumir com base numa matriz 3 (três) linhas x 2 (duas) colunas, na qual as linhas correspondem aos níveis de análise, que são: (i) nível da díade: exclusivamente propriedades do par de atores; (ii) nível do nó: reflete como e onde, ou com quem, o nó está conectado na rede; e, (iii) nível da rede ou grupo: este nível mais elevado refere-se a atributos da rede como um todo, por exemplo a densidade. As colunas correspondem aos dois grandes domínios da pesquisa em redes sociais, já referidos no início desta seção, relacionados com (i) aspectos antecedentes, ou estruturais da rede que buscam explicar as razões de ser da estrutura e das posições ocupadas pelos nós; e, (ii) os aspectos consequentes, que se constituem numa tentativa de explicar os comportamentos em função dessas propriedades estruturais da rede (BORGATTI; OFEM, 2010, pg.22). Essa categorização está ilustrada no Quadro – 9 – Tipologia das Pesquisas em Redes Sociais. O quadro está referenciado algumas vezes para ligações pessoais e outras para ligações entre organizações, mas deve-se ter em mente, como já definido, que a tipologia dessas ligações é da mesma natureza.

Quadro – 9 – Tipologia das Pesquisas em Redes Sociais

Nível de Análise	**Fatores Antecedentes** **(Estrutura da Rede)**	**Fatores Consequentes** **(Comportamentos decorrentes da Estrutura da Rede)**
Nível da Díade • Força da ligação • Distância Geodésica • Equivalência Estrutural	**Tipo 1: Seleção de Parceiros** Exemplo: explicar relações de amizade entre alunos como função do gênero.	**Tipo 2: Contágio/Difusão** Exemplo: explicar a similaridade de atitudes como função da interação entre amigos.
Nível do Nó • Tamanho da Rede • Buracos Estruturais • Centralidade (ex. Intermediação)	**Tipo 3: Resultados posicionais** Exemplo: explicar centralidade como uma função de características pessoais.	**Tipo 4: Capital social individual** Exemplo: prever ganhos do ator como função dos buracos estruturais.
Nível da Rede ou Grupo • Densidade • Centralização	**Tipo 5: Estrutura da Rede** Exemplo: explicar porque algumas organizações são mais centralizadas que outras	**Tipo 6: Capital social do grupo** Exemplo: explicar a habilidade para resolver problemas rapidamente encontrada em alguns grupos, como função do formato da sua rede de comunicações.

Fonte: Borgatti e Ofem, 2010.

2.5 MODELO CONCEITUAL

O presente trabalho constitui-se numa investigação sobre o tema da Cultura de *Safety* nas OMAs através da identificação de uma resposta à Questão de Pesquisa **(QP)**:

QP: "Qual a relação entre as medidas de centralidade em uma rede de Organizações de Manutenção (OMAs) em SP/Brasil e o envolvimento delas com a Cultura de *Safety*?"

Portanto, à esta altura, já se apresentam no horizonte do plano de pesquisa a utilização de técnicas relacionadas com a análise de *SNA* e a pesquisa do tipo *Survey*, em especial a pesquisa que tem por objetivo explicar, confirmar, ou testar uma teoria, conforme será melhor detalhado na seção 3.1. Definição Metodológica. O que é relevante ser destacado, todavia, neste momento, é que a confirmação, ou teste de teorias, é normalmente um processo no qual se pressupõe e está implícita a introdução de um modelo conceitual – *framework* - , no qual devem estar evidenciados (i) os construtos, conceitos teóricos ou variáveis; (ii) proposições (ou hipóteses caso possam ser testadas por técnicas quantitativas); (iii) uma clara explicação das expectativas

da pesquisa; e, (iv) as condições de limite, como nível de referência e unidade de análise a ser considerada (FORZA, 2002).

Sob a perspectiva de construir (i) um referencial teórico robusto, claro e explícito (FORZA, 2002), a investigação em curso neste trabalho é relacionada com a difusão da Cultura de *Safety* – descrita na seção 2.1 - nas OMAs, cuja atividade de manutenção foi ilustrada na seção (2.2). E busca aprofundar o conhecimento sobre o tema utilizando o embasamento de 2 (duas) referências teóricas consagradas na literatura, bem como, que se comunicam mutuamente de maneira sinérgica – a Difusão das Inovações, introduzida na seção 2.3 e a *SNA* na seção 2.4. Esses referenciais têm pontos convergentes e complementares tanto nos aspectos conceituais, quanto no fato de ampararem de forma crescente pesquisas que envolvem fenômenos sociais em rede.

Em linha com o item (ii) proposições (ou hipóteses), é introduzida a hipótese ao final da seção, em conjunto com o *framework*.

Para endereçar o ponto (iii) uma clara explicação das expectativas da pesquisa, são discutidas na sequência duas questões, com o propósito de melhor definir a pesquisa.

A primeira questão a se discutir, para validar a relevância da pesquisa, é evidenciar a contribuição teórica e prática de entender a difusão da Cultura de *Safety*. Na seção 2.1 foi destacado que em sistemas de alta tecnologia e complexidade operacional, nos quais podem ser enquadradas todas as atividades de operação e manutenção aeronáutica, os acidentes são decorrentes da falha defensiva de um sistema multicamadas (REASON, 2000). Esse sistema é representado pela metáfora das diversas fatias de um queijo suíço, nas quais um potencial alinhamento entre os furos pode propiciar a trajetória de eventos que conduzem ao acidente (REASON, 2000). Tal visão contempla o fato de que uma falha individual não conduz necessariamente a um acidente fatal, mas a sobreposição de falhas em múltiplos sistemas e ações humanas está por trás de um evento extremo na maioria das vezes (GHANI; YI, 2018). O entendimento sistêmico envolve falhas ativas e condições latentes ao longo do ciclo de vida completo de uma aeronave, desde seu projeto até todas as atividades operacionais e de manutenção. A consolidação de uma Cultura de *Safety* robusta, assegurando organizações e processos mais confiáveis, constitui-se em um dos pilares da gestão preventiva e de mitigação de risco, imprescindível para a comunidade aeronáutica e a sociedade em geral nos dias de hoje. A difusão dessa Cultura de *Safety* tem sido objeto dos esforços integrados dos organismos reguladores, internacional e nacional (*ICAO*, 2020; ANAC, 2020).

Uma segunda instância de análise também necessária para melhor definir a pesquisa é entender a razão de se partir de uma premissa que haja relação entre a Cultura de *Safety* e as

medidas de centralidade da rede de OMAs. A difusão das práticas que materializam a Cultura de *Safety* pode ser estudada na perspectiva das redes de OMAs e suas posições nessa estrutura, representadas respectivamente pelas medidas de centralidade de cada OMA, em consonância com o construto da *SNA* desenvolvido na seção 2.4. Essas medidas refletem a posição estrutural que cada agente, no caso as OMAs, ocupa na rede. Assim como, essas medidas condicionam oportunidades ou restrições que impactam cada agente (BORGATTI; FOSTER, 2003; BORGATTI; LI, 2009; BORGATTI; OFEM, 2010, pg.20; HO; CHIU, 2013; MACHADO, 2019). As principais medidas de centralidade utilizadas em pesquisas são as 4 (quatro) apresentadas na seção 2.4: *(i) DC – Degree Centrality; (ii) CC – Closeness Centrality; (iii) EC – Eigenvector Centrality; e, (iv) BC – Betweenness Centrality*.

Diversos trabalhos acadêmicos já discutiram qual, ou quais, medidas de centralidade são mais aderentes a cada tipo de pesquisa, por conta de diversos de seus atributos. Por exemplo, na visão de Borgatti e Ofem (2010, pg.22) é possível observar, baseado no Quadro – 9 – Tipologia das Pesquisas em Redes Sociais, que pesquisas sobre comportamentos decorrentes da estrutura da rede, no nível da díade, entre eles a equivalência estrutural, podem estar relacionadas com contágio, difusão e similaridade ou homofilia; essas duas últimas características refletem exatamente um aspecto do objetivo geral do trabalho – investigação na rede de OMAs configurada com base em similaridade de capacitação técnica. De outra forma, no nível do nó, ou agente, que envolve diretamente a centralidade, as pesquisas podem estar relacionadas com o respectivo capital social, sobre o qual pode-se especular seja um elemento habilitador de difusão a partir do ator de maior prestígio, reconhecimento e autoridade, em direção a atores que seguiriam essas práticas.

A delimitação do tipo de fluxo relacionado ao tema da pesquisa também pode fundamentar conclusões que uma ou outra das medidas de centralidade melhor se adeque para refletir aquele fenômeno, conforme introduzido por Borgatti (2005) no Quadro – 8 – Tipologia dos Fluxos de Processo e Principais Métricas de Centralidade. No particular desta pesquisa há fundamento para uma asserção teórica de que a difusão da Cultura de *Safety*, por envolver uma atitude de influência, por parte de um ator, e uma atitude seguidora por parte de outro ator, se enquadra em um fluxo de replicação, ou duplicação, serial ou paralela, que não envolve transferência no sentido de perder algo que seja passado adiante. Entretanto, para efeito das definições adotadas para este trabalho foi decidido não descartar no campo teórico nenhuma das medidas e proceder aos respectivos cálculos, para cada OMA, e sequencialmente testar a hipótese de qual estaria relacionada mais positivamente com a Cultura de *Safety*.

Seguindo na linha de raciocínio proposta por Forza (2002), há necessidade de clareza na (iv) identificação das condições de limite. Fica demonstrado pela discussão teórica sobre tipologias possíveis para pesquisa, introduzida na seção 2.4 e resumida nos parágrafos acima, que os trabalhos na perspectiva de redes necessariamente passam pelo entendimento se a unidade de análise está no nível da díade, do nó, ou da rede como um todo. Para esta pesquisa a unidade de análise está definida implicitamente, por conta do foco nas medidas de centralidade, como sendo os nós. Por isso as OMAs, que representam os nós, são objeto da aferição das respectivas medidas de centralidade e, também, da pesquisa tipo *Survey*, já acima adiantada.

Sem prejuízo desse fato, o entendimento da pesquisa nas demais dimensões, quer sejam, as díades ou a rede como um todo, é de fundamental importância para a estruturação das técnicas e procedimentos utilizados. Por exemplo, a construção da rede de OMAs a partir dos dados secundários disponibilizados publicamente pela ANAC (2020) é um caso específico de rede como um todo. A avaliação dos tipos de interação entre os agentes e os diversos construtos, como por exemplo homofilia e outros potenciais fenômenos entre os nós, relaciona-se com análises realizadas no nível das díades. Assim se estabelece o foco da pesquisa nos instrumentos mais adequados à resposta da Questão de Pesquisa **(QP)**.

Pelos elementos definidos nos parágrafos anteriores desta seção, é possível endereçar o ponto (ii) da sequência proposta por Forza (2002), a hipótese, em conjunto com o *framework:*

De maneira macro a pesquisa acima delineada pode ser representada pelo modelo conceitual – ou *framework* – apresentado na Figura 16 – Modelo Conceitual para verificar se há associação significativa entre as medidas de centralidade e o envolvimento com Cultura de *Safety*. Essa figura representa uma Rede de OMAs, um meio social específico no qual ocorre, ao longo de um tempo compatível com implementações reguladas pela ANAC, o processo da Difusão da Inovação representada pela Cultura de *Safety*. E introduz a *SNA* como o instrumento de modelagem e quantificação, mediante a construção da rede e obtenção das respectivas métricas de centralidade, cuja relação com a Difusão da Cultura de *Safety* será verificada mediante uma pesquisa de autopercepção *(Survey)* entre representantes das OMAs.

Assim, o *framework* ilustra a verificação se a difusão da Cultura de *Safety* em uma rede de OMAs configurada a partir da similaridade de capacitação técnica, uma homofilia por prática (BORGATTI; FOSTER, 2003; MARQUES et al., 2020), pode ser potencializada pela atitude de OMAs estrategicamente situadas na rede em termos de conexões, prestígio e autoridade. Será testado se os atributos de Cultura de *Safety*, representados pela autopercepção dos

respondentes à *Survey*, estão associados às medidas de centralidade das OMAs, aferidas por intermédio da *SNA*.

Portanto, a partir dos construtos teóricos e suas relações ilustradas no *framework* temos a hipótese:

H1: A posição estrutural da OMA na rede interorganizacional influencia o processo de difusão da Cultura de *Safety*.

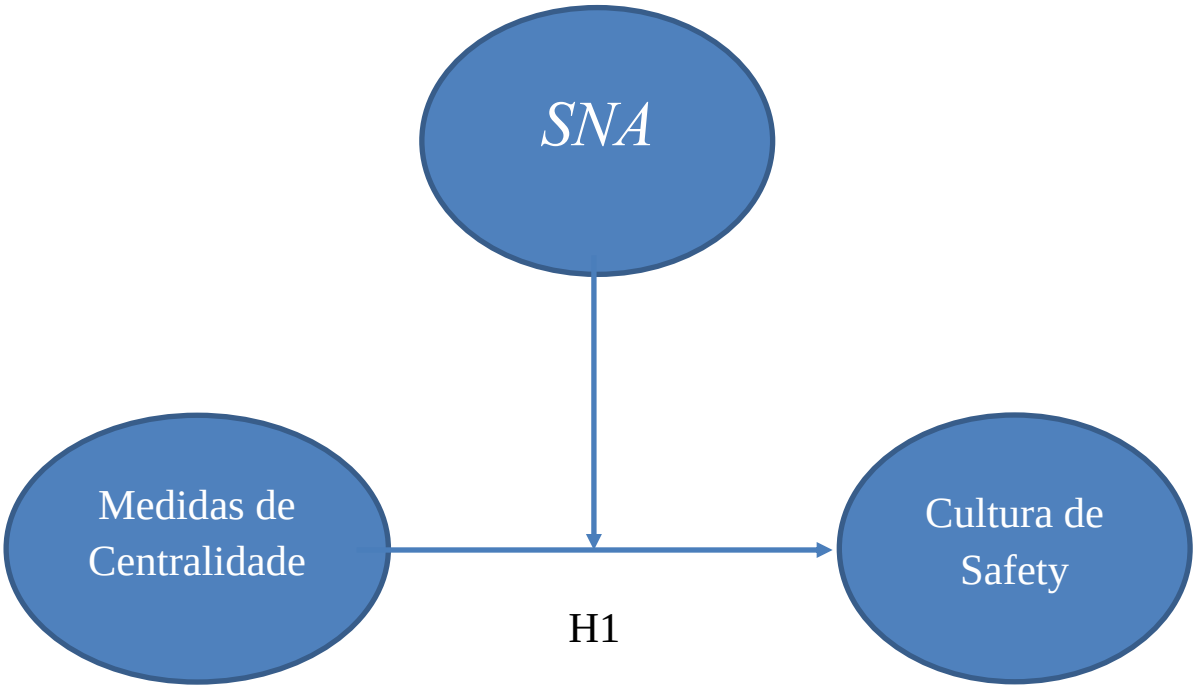
H1A: O grau de centralidade (DC) de uma OMA tem relação positiva com o envolvimento com a Cultura de *Safety*.

H1B: A centralidade de proximidade (CC) de uma OMA tem relação positiva com o envolvimento com a Cultura de *Safety*.

H1C: A centralidade de Autovetor (EC) de uma OMA tem relação positiva com o envolvimento com a Cultura de *Safety*.

H1D: A centralidade de intermediação (BC) de uma OMA tem relação positiva com o envolvimento com a Cultura de *Safety*.

Figura 16 – Modelo Conceitual para verificar se há associação significativa entre as medidas de centralidade e o envolvimento com Cultura de *Safety*



Fonte: Autor, 2020.

3. METODOLOGIA

Para Gil (2008, p.26) uma pesquisa é um processo formal e sistemático de buscar respostas para problemas através de métodos e procedimentos científicos. O aspecto fundamental da ciência, segundo o autor, é a busca da veracidade dos fatos. Qualificar algo de científico envolve comprovar a veracidade através da verificabilidade (GIL, 2008, p.8). Segundo Lakatos e Marconi (2003, p.80), a ciência envolve um conjunto de proposições logicamente correlacionadas do fenômeno a estudar e que podem ser verificadas. Quivy e Van Campenhoudt (2005, p.25) citam que, para Gaston Bachelard, filósofo francês que se ocupou da filosofia da ciência, o fato científico é conquistado sobre os preconceitos, construído pela razão e verificado nos fatos. Sendo assim, a pesquisa científica busca conhecimento novo, ou a síntese de algo que já existe, para identificar respostas a problemas, através de métodos e procedimentos comprováveis.

No âmbito científico, a comprovação da veracidade impõe a identificação dos aspectos racionais e técnicas utilizadas, ou seja, descrever o método. Método é o caminho a ser percorrido para encontrar esses resultados da pesquisa (GIL, 2008, p.8). Método é um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que permite a solução do problema proposto, de forma segura e econômica (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 83). Para Kaplan (1964, p. 23), métodos são técnicas suficientemente gerais para serem comuns a todas as ciências ou grande parte delas. E a metodologia é uma abordagem ou um estudo desses métodos, envolvendo sua descrição, explicação e justificativa (KAPLAN, 1964, p. 23). O estudo dos métodos é a metodologia.

O objetivo deste capítulo é introduzir os aspectos metodológicos que nortearam o trabalho e justificar a sua adequação e escolha.

3.1 DEFINIÇÃO METODOLÓGICA

A definição da metodologia a ser aplicada neste trabalho foi elaborada levando em consideração a melhor rota para identificação dos objetivos metodológicos, estratégias e procedimentos para solução da Questão de Pesquisa **(QP)**.

As pesquisas podem ter duas naturezas, pesquisa pura e pesquisa aplicada. A pesquisa pura busca o progresso da ciência através da construção de conhecimento que não necessariamente tem relação imediata com aplicações práticas. O grande foco da pesquisa pura é a generalização, para que o aprendizado possa ser amplamente replicado e fundamente teorias e leis (GIL, 2008, p.26). A pesquisa pura frequentemente envolve verdades e interesses

universais (SILVA; MENEZES, 2005, p.20). A pesquisa aplicada, normalmente construída a partir da pesquisa pura, tem como foco a aplicação e consequências práticas desses conhecimentos. Os esforços em pesquisa aplicada muitas vezes são menos generalistas e mais profundos na solução do problema focado (GIL, 2008, p.27). No mais das vezes a pesquisa aplicada envolve verdades e interesses locais (SILVA; MENEZES, 2005, p.20).

A característica deste trabalho é uma pesquisa aplicada, na grande área Ciências Sociais Aplicadas – Administração – Redes Organizacionais.

Os objetivos metodológicos de uma pesquisa são categorizados por Gil (2008, p.27) em 3 tipos distintos: pesquisas exploratórias, pesquisas descritivas e pesquisas explicativas. As pesquisas exploratórias são utilizadas na busca de uma visão geral, aproximativa, especialmente para temas ainda pouco explorados. Ocorrem nos estágios iniciais da investigação do fenômeno, com o objetivo de obter informações preliminares e estabelecer as bases para pesquisas em maior profundidade (FORZA, 2002). Normalmente conduzem ao maior esclarecimento do problema, o que o tornará mais explícito para ser submetido às outras pesquisas mais sistematizadas (GIL, 2008, p.27; SILVA; MENEZES, 2005, p.21). As pesquisas descritivas têm como objetivo entender a relevância de um fenômeno e descrever a sua distribuição em uma população (FORZA, 2002). Assim, as pesquisas descritivas não têm como objetivo primordial o desenvolvimento de teoria, ainda que possam prover preciosa iluminação do caminho para sua construção (FORZA, 2002), mas sim elaborar uma descrição do fenômeno e das relações entre as variáveis, valendo-se de uma observação sistemática e questionários (GIL, 2008, p.27; SILVA; MENEZES, 2005, p.21). Pesquisas explicativas (ou confirmatórias, ou teste de teoria) têm como propósito testar a adequação de conceitos e relações, previamente estabelecidas ou propostas, bem como, a validade dos limites de determinados modelos (FORZA, 2002). Esse tipo de pesquisa ocorre quando o conhecimento sobre o fenômeno já está articulado e os conceitos teóricos bem definidos (FORZA, 2002). Nas ciências sociais as pesquisas explicativas assumem o modelo observacional e seus desdobramentos (GIL, 2008, p.27; SILVA; MENEZES, 2005, p.21).

O presente trabalho se reveste de caráter explicativo / confirmatório, na medida que o objetivo final é verificar se as medidas de centralidade em uma Rede de Organizações de Manutenção Aeronáutica (OMAs) explicam o envolvimento delas com a Cultura de *Safety*.

As abordagens ou estratégias de método podem ser quantitativas, qualitativas ou mistas.

Uma abordagem quantitativa considera que tudo pode ser quantificável (SILVA; MENEZES, 2005, p.20). Envolve o levantamento de dados e o tratamento deles através de

modelos matemáticos ou estatísticos, de forma a entender as relações entre as variáveis em estudo e a respectiva intensidade. Relaciona-se ao pensamento positivista que considera o conhecimento científico como objetivo e quantitativo (GIL, 2008, p.4). E é o método que majoritariamente se vale do pensamento dedutivo, no qual, se as premissas se confirmam como verdadeiras, deduz-se que a conclusão é verdadeira (LAKATOS; MARCONI, 2003, p.92). Bem como, partindo-se de teorias e leis conhecidas é possível predizer a ocorrência de fenômenos específicos, ou seja, uma conexão descendente (LAKATOS; MARCONI, 2003, p.106).

Com a evolução do estudo das ciências sociais reconheceu-se que a maioria dos fenômenos não podem ser tratados como coisas, pois envolvem pessoas que sentem, agem, reagem, sendo assim capazes de interferir no fenômeno (GIL, 2008, p.5). Daí decorre a abordagem qualitativa, que considera uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito observador. Quando a abordagem é qualitativa, estabelece-se um vínculo entre o mundo objetivo e a subjetividade, a qual não se traduz em números. Assim, não há obrigatoriedade da utilização dos métodos e técnicas estatísticas. O mundo real é a fonte para o pesquisador, que se torna o elemento chave para coleta dos dados. Na abordagem qualitativa os pesquisadores majoritariamente se valem do pensamento indutivo, no qual ocorre a conexão ascendente, do particular para o todo, ou seja, dada a validade de algumas premissas fundamentadas efetua-se a generalização e a conclusão é provavelmente, mas não exatamente, verdadeira (LAKATOS; MARCONI, 2003, p.92).

Nos estudos de fenômenos sociais a adoção de uma estratégia metodológica quantitativa ou, de outra forma, qualitativa, pode acarretar fatores que desaconselhem a escolha exclusiva de uma dessas metodologias. Assim, uma opção também adequada é a pesquisa com metodologia mista, envolvendo coleta de dados nas duas formas, quantitativos e qualitativos (CRESWELL, 2007, p. 211). A abordagem de metodologia mista é recomendada por possibilitar a fusão de dados e a conversão de dados qualitativos em quantitativos (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017).

Os fenômenos sociais são cada vez mais observados e aferidos na perspectiva de uma sociedade em redes na qual as organizações mantêm laços com outras organizações, como atores e respectivas conexões em uma rede (GRANOVETER, 1985; NOHRIA, 1992, p.4 e seguintes; CASTELLS; CARDOSO, 2006, p.17; BORGATTI; LI, 2009; EASLEY; KLEINBERG, 2010, pg.2; HO; CHIU, 2013). Esta pesquisa com foco na relação entre as OMAs e seu envolvimento com a Cultura de *Safety* reúne todas as características para ser trabalhada na perspectiva de redes.

Dessa forma, é necessário modelar a rede das OMAs. Nos primórdios do desenho da abordagem metodológica da pesquisa imaginou-se, pela natureza dos dados secundários encontrados na fonte (ANAC), que seria necessária extração e transformação de dados qualitativos em um conjunto de dados descritivos suficientes para a construção da rede de OMAs e, assim, obter as respectivas medidas de centralidade. Essa abordagem corresponderia integralmente à metodologia mista em *SNA* introduzida por Williams e Shepherd (2017) que havia sido identificada na literatura para fundamentação do método. Entretanto, no desenvolver da pesquisa foram disponibilizados pela ANAC dados públicos já na forma descritiva necessária para o trabalho, eliminando-se uma etapa de análise do conteúdo qualitativo oriundo do site. Isso constituiu uma simplificação do trabalho de obtenção da rede, mas permanece digno de nota que, em estudos análogos, quando os dados secundários disponíveis estiverem em formato ainda insuficiente para suportar a construção da rede, é possível a introdução de uma análise de conteúdo, propiciando assim o atingimento dos resultados finais nos moldes propostos por Williams e Shepherd (2017). A obtenção da rede das OMAs e geração das respectivas medidas de centralidade é, portanto, a primeira técnica de pesquisa utilizada.

A segunda técnica definida para esta pesquisa é a aplicação, a uma amostra de membros das OMAs, de um questionário de autopercepção *(Survey)*, com escala tipo *Likert*, seguida de análise quantitativa utilizando instrumentos estatísticos. O objetivo do questionário é obter uma visão do grau de engajamento dessas organizações com a Cultura de *Safety*.

Assim, o presente trabalho é conduzido com uma abordagem estratégica quantitativa, utilizando-se 2 (duas) técnicas: o *software* UCINet e a *Survey*. Essas definições estão ilustradas na Figura 17 – Definição Metodológica.

Figura 17 – Definição Metodológica

Natureza de Pesquisa (GIL, 2008)	Objetivos Metodológicos (Nível Pesquisa) (GIL, 2008; SILVA; MENEZES, 2005)	Abordagem Metodológica (Estratégia) (SILVA; MENEZES, 2005; CRESWELL, 2007)	Procedimentos Metodológicos (Técnicas) Gil, 2002)
• Pesquisa Pura (básica) • Pesquisa Aplicada	• Exploratória • Descritiva • Explicativa	• Quantitativa • Qualitativa • Mista	• *SNA - UCINet* • *Survey* • Outras

Pesquisa Aplicada → **Nível Explicativo** → **Abordagem Estratégica Quantitativa** → ***SNA* - UCINet *Survey***

Fonte: Autor, 2020.

A aplicação das duas técnicas, a *SNA* para construção da rede e obtenção das respectivas medidas de centralidade, bem como, a *Survey*, com o propósito de investigar a autopercepção de profissionais quanto à difusão da Cultura de *Safety* nas OMAs, tem o objetivo de disponibilizar elementos analíticos sobre o tema investigado. A análise quantitativa e a discussão dos resultados permite solucionar a questão de pesquisa **(QP)**. O atendimento a cada um dos Objetivos Específicos também está assinalado ao longo do processo.

Nas seções seguintes são detalhadas as metodologias aplicadas em relação à *SNA* e a *Survey*, seguidas da descrição da consolidação desses procedimentos.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1Social Network Analysis (SNA)

Nesta seção são descritos os procedimentos metodológicos relacionados com a construção da rede de OMAs com base em dados secundários disponibilizados pela ANAC (2020) e a obtenção das medidas de centralidade:

(i) Grau de Centralidade *(Degree centrality -DC)*
(ii) Centralidade de Proximidade *(Closeness centrality - CC)*
(iii) Centralidade de Autovetor *(Eigenvector centrality - EC)*
(iv) Centralidade de Intermediação *(Betweenness centrality -BC)*

Esses procedimentos são realizados no *software* UCINet, que é um *software* proprietário para análise de dados de redes sociais desenvolvido sob a denominação Borgatti, S.P., Everett, M.G. and Freeman, L.C. 2002. *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies*.

Os vínculos, ou ligações, que constituem a díade são elementos fundamentais em pesquisas na perspectiva da *SNA*. Quando a técnica de modelagem e análise adotada é um *software* como o UCINet é necessário definir o tipo de vínculo como parâmetro para a construção da rede. No caso da presente pesquisa já foi delineado de princípio, e contemplado na definição do Objetivo Geral, que a rede seria configurada com base em similaridade de capacitação técnica. A similaridade, conforme explorado no Quadro 7 – Tipologia das Ligações Estudadas na *SNA* (BORGATTI; LI, 2009; BORGATTI; OFEM, 2010), na seção 2.4, é um tipo de ligação contínua, correspondendo assim a um vínculo com expectativa de estabilidade, assegurada pela característica da homofilia de prática relacionada ao grau de coincidência das

capacitações técnicas (BORGATTI; FOSTER, 2003; MARQUES et al., 2020). Pode-se pressupor que essa característica da ligação entre OMAs tende a ser um dos possíveis fatores habilitadores e facilitadores da difusão de uma prática ou inovação, como é a Cultura de *Safety*, em decorrência de fluxo de informações entre profissionais de práticas assemelhadas de uma OMA "A" com os de outra OMA "B" (MACHADO, 2020). Além da questão teórica, todavia, a forma em que os dados secundários sobre as OMAs estão disponibilizados pela ANAC (2020) evidencia o respectivo escopo em que cada uma é homologada, dentre as categorias estabelecidas e constantes do Quadro 4 – Lista de Categorias e Classes de Serviços das OMAs, na seção 2.2. Dessa forma, a construção da rede de OMAs mediante a sua similaridade de capacitação técnica constitui-se em uma premissa fundamentada teoricamente e conveniente no aspecto técnico.

O primeiro passo para a obtenção dos dados secundários referentes às OMAs, no site da ANAC, é o acesso ao *link*, localizado na primeira página, denominado "DADOS ABERTOS DA ANAC", que conduz a uma página em que há outro conjunto de *links*, organizados por Áreas Temáticas. Dentre elas encontra-se o *link* denominado Organizações de Manutenção (OMAs) que dá acesso a um conjunto de documentos que contém dados sobre esses agentes em diversos formatos. Esses dados foram trabalhados em Excell com o propósito de segregar o recorte definido para a pesquisa, promovendo-se a depuração mediante a aplicação de 3 (três) filtros. O primeiro filtro estabelece o foco nas OMAs situadas no Estado de São Paulo **(SP)**, objeto do estudo conforme definido na (**QP)**. Na sequência é aplicado o filtro selecionando as OMAs classificadas como estabelecimento principal **(P)**. Por último é aplicado o filtro para OMAs que apresentem a categoria certificado ANAC válido **(V)**. Esses filtros resultaram em uma base de dados contendo 155 (cento e cinquenta e cinco) OMAs.

A partir desse recorte na base de dados das OMAs, é construída em Excell uma matriz duplo modo ("m" x "n"), contendo "m" linhas correspondentes a cada uma das OMAs e "n" colunas correspondendo às Classes de Serviços conforme definido no Quadro 4 – Lista de Categorias e Classes de Serviços das OMAs, na seção 2.2. A construção da matriz duplo modo ("m" x "n") atende integralmente o Objetivo Específico **(OE1)**: Identificar nas empresas de manutenção aeronáutica focadas as respectivas características ou capacitações técnicas.

A matriz duplo modo ("m" x "n") das 155 (cento e cinquenta e cinco) OMAs é a base de dados para entrada no *software* UCINet e construção da rede. Utilizando o comando DATA >AFFILIATIONS (2 MODE TO 1 MODE), no *software* UCINet, converte-se a matriz duplo modo "m" x "n" em uma matriz de 1 (um) modo (unimodal) do tipo "m" x "m" por projeção, na qual tanto as linhas quanto as colunas correspondem ao conjunto de OMAs. Ou seja, essa

matriz representa uma matriz do tipo Matriz de Adjacências, ou de Relacionamento, nos moldes descritos em nota na seção 2.4. Nessa matriz de adjacências, com “m” x “m” linhas, as células da diagonal principal são preenchidas por “zeros”, representando que não há significado para uma ligação entre uma OMA e ela própria. As demais células da matriz representam alguma relação entre dois vértices (OMAs), no caso o coeficiente de similaridade do tipo Jaccard, conforme ilustrado na Tabela 3 – Matriz Genérica de Adjacências da Rede de OMAs. O coeficiente de similaridade Jaccard adotado para construção da rede de OMAs no *Software* UCINet foi estabelecido como 40% (quarenta por cento).

Tabela 3 – Matriz Genérica de Adjacências da Rede de OMAs

	OMA 1	**OMA 2**	**OMA 3**	**OMA 4**	**OMA 5**		**OMA M**
OMA 1	0	J(1,2)	J(1,3)	J(1,4)	J(1,5)		J(1,m)
OMA 2	J(2,1)	0	J(2,3)	J(2,4)	J(2,5)		J(2,m)
OMA 3	J(3,1)	J(3,2)	0	J(3,4)	J(3,5)		J(3,m)
OMA 4	J(4,1)	J(4,2)	J(4,3)	0	J(4,5)		J(4,m)
OMA 5	J(5,1)	J(5,2)	J(5,3)	J(5,4)	0		J(5,m)
OMA M	J(m,1)	J(m,2)	J(m,3)	J(m,4)	J(n,5)		0

Fonte: Autor, 2020.

O Índice Jaccard, ou Coeficiente de Similaridade Jaccard é uma métrica utilizada para mensurar a similaridade entre conjuntos de amostras e é definido pela dimensão da intersecção entre os conjuntos de amostras, dividida pela união do mesmo conjunto de amostras. Considerando a notação genérica em que cada célula da matriz de adjacências seja definida pelo par ordenado índice da linha (a) e índice da coluna (b), o Coeficiente de Similaridade Jaccard [J(A,B)] pode ser traduzido nas relações quantitativas (1) (DeepAI, 2020):

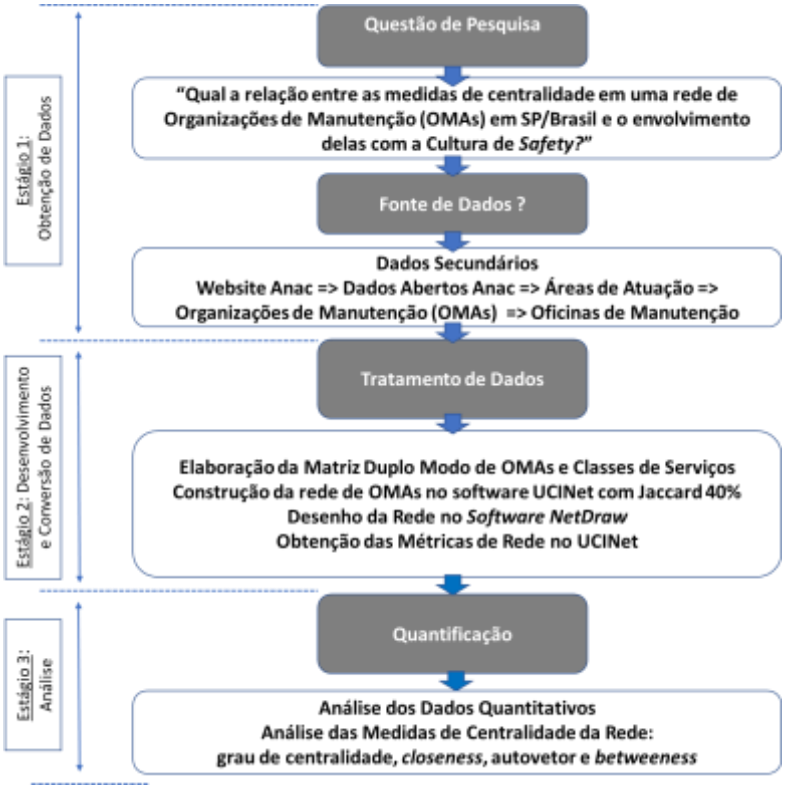
$$\boldsymbol{J(A,B)} = \frac{|\boldsymbol{A} \cap \boldsymbol{B}|}{|\boldsymbol{A} \cup \boldsymbol{B}|} = \frac{|\boldsymbol{A} \cap \boldsymbol{B}|}{|\boldsymbol{A}| + |\boldsymbol{B}| - |\boldsymbol{A} \cap \boldsymbol{B}|} \quad \textbf{(1)}$$

O que vale exemplificar, nos moldes da relação quantitativa acima, se tomarmos 2 (duas) OMAs, OMA “A” e OMA “B”, sendo “A” homologada em 10 (dez) Classes de Serviço, e “B” homologada em 4 (quatro) Classes de Serviço, caso todas as 4 (quatro) classes em que “B” atua forem comuns com alguma das classes em que “A” atua, o coeficiente de similaridade J(A,B) calculado será 40% (quarenta por cento).

Mediante os procedimentos descritos é construída uma rede de OMAs que inclui todas as organizações que têm homofilia de capacitação técnica no mínimo 40% (quarenta por cento) similar, cuja representação gráfica é obtida pelo *software NetDraw* (BORGATTI, 2002). Através do *software* UCINet são obtidas as 4 (quatro) medidas de centralidade associadas a cada uma das OMAs.

A sequência de procedimentos relatados com referência à *SNA*, utilizando-se dados secundários, está destacada passo a passo na Figura 18 – Fluxo de Pesquisa *SNA*. Essa figura estabelece uma conexão com a literatura citada (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017) ao replicar a metodologia apresentada pelos autores e adaptá-la para as circunstâncias deste trabalho. No fluxo de pesquisa *SNA* observa-se que os estágios (1) Obtenção de Dados e (2) Desenvolvimento e Conversão de Dados, tem execução independente da etapa da *Survey*. A etapa (3) Análise é compartilhada com o fluxo da pesquisa *Survey* descrito na seção seguinte.

Figura 18 – Fluxo de Pesquisa *SNA*



Fonte: Autor, 2020.

3.2.2Survey

Nesta seção são descritos os procedimentos metodológicos relacionados com a elaboração e condução da *Survey*. O tema desta pesquisa é a Cultura de *Safety* na rede de OMAs, assim como, a unidade de análise é cada uma dessas empresas e o respectivo estágio de implementação do *Safety Management System – SMS,* localmente denominado Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO). Segundo Forza (2002), empresas não dão respostas; são as pessoas que trabalham nas mesmas que providenciam a informação. Daí, a adoção da *Survey* que é uma técnica de pesquisa empírica que tem sido utilizada de forma crescente nas investigações em áreas de gestão operacional por envolver a coleta de informações de pessoas, a respeito de si próprias ou respectivas percepções a respeito do fenômeno social em que estão envolvidas (FORZA, 2002). Para solucionar a questão de pesquisa **(QP)**, a *Survey* realizada foca aferir a percepção dos gestores responsáveis nas OMAs pela Cultura de *Safety* e atendimento das demandas sobre SGSO reguladas pela ANAC (2020).

O desafio preliminar da elaboração da pesquisa é transformar os conceitos teóricos em elementos observáveis e mensuráveis, destacando-se a dificuldade nos casos em que o conceito é multidimensional (FORZA, 2002). Na presente pesquisa o conceito teórico investigado – a Cultura de *Safety* -, pela própria definição, "uma coleção de atitudes, crenças, percepções, práticas técnicas e sociais, bem como valores, relacionados com a diminuição da exposição a condições consideradas de risco para segurança, compartilhados pelos participantes de uma organização ou comunidade, dentro e fora do local de trabalho" (PIDGEON; O'LEARY, 1994; MCDONALD et al., 2000; PASSENIER et al., 2016), se apresenta como um construto multidimensional e assim deve ser tratado.

A questão de reduzir os conceitos teóricos a elementos observáveis e mensuráveis é frequentemente solucionada nas pesquisas empíricas utilizando-se definições operacionais anteriormente utilizadas e testadas (FORZA, 2002). Para as atividades aeronáuticas a difusão da Cultura de *Safety* está diretamente relacionada com a implementação dos *SMS*, conforme orientado pela *ICAO* (LEE; KIM, 2015). A indústria aeronáutica tem a implementação dos *SMS* como fundamento para a integração de políticas e melhoria de desempenho relativos à segurança, tanto no nível corporativo quanto dos profissionais (CHEN; CHEN, 2012). E existem prescrições objetivas e definidas pela *ICAO* para a implementação e manutenção dos sistemas nos países, conforme consta do *DOC 9859*, Capítulo 9 – *SAFETY MANAGEMENT SYSTEMS (SMS) – Table 10 - Components and elements of the ICAO SMS framework (ICAO,* 2020*).* Essas diretrizes são os 4 (quatro) componentes, que por sua vez são subdivididos em 12

(doze) elementos, ou itens, organizados conforme o Quadro 10 - Estrutura dos 4 componentes com 12 elementos para elaboração de um *SMS.* Esse *conjunto de requisitos* também deu origem aos 4 (quatro) componentes do programa SGSO da ANAC, apresentado na Figura 3, seção 2.1.

Quadro 10 – Estrutura dos 4 componentes com 12 elementos para elaboração de um *SMS*

(1) Política e Objetivos de *Safety*	(1.1) Comprometimento e Responsabilidade da Gestão
	(1.2) Responsabilidade de Segurança
	(1.3) Designação do pessoal chave de segurança
	(1.4) Coordenação do plano de resposta a emergências
	(1.5) Documentação do *SMS*
(2) **Gestão do Risco de Segurança**	(2.1) Identificação de Riscos
	(2.2) Avaliação e Mitigação de Risco
(3) **Garantia de Segurança**	(3.1) Monitoramento e Medidas de Desempenho da Segurança
	(3.2) Gestão da Mudança
	(3.3) Melhoria Contínua do *SMS*
(4) **Promoção da Segurança**	(4.1) Treinamento e Educação
	(4.2) Comunicação de Segurança

Fonte: *DOC 9859 - ICAO, 2020.*

Essa estrutura de requisitos, por constituir padrão mínimo designado pela *ICAO*, e adotado pelos órgãos reguladores dos países, como é o caso da ANAC no Brasil, para implementação dos *SMS*, pode ser considerada o estado da arte aceito internacionalmente para representar o que é uma boa prática. Além disso, por corresponder a uma estrutura conceitual já adotada pela ANAC, com relação ao Programa SGSO Para Todos, no presente trabalho foi traçado o objetivo de arranjar as questões da *Survey* na mesma sequência.

A elaboração de um questionário aderente à estrutura em questão foi fundamentada em trabalho antecedente, de Chen e Chen (2012) relacionado com o desenvolvimento e validação de uma escala para avaliação de *SMS* para a indústria de transporte aéreo. Nesse trabalho referenciado os autores partiram de um questionário de 37 (trinta e sete) itens, em escala *Likert* de 7 (sete) pontos, aplicado a gestores em companhias aéreas de Taiwan. Utilizando metodologias estatísticas foram extraídos 5 (cinco) fatores contendo 25 (vinte e cinco) itens dentre os itens do questionário original. Para a escala desenvolvida pelos autores houve a

exclusão final de 2 (dois) itens, resultando em uma escala de 23 (vinte e três itens). No caso da presente pesquisa esses itens 23 (vinte e três) itens corresponderam a 11 (onze) dos elementos da estrutura adotada, sendo necessário então completar a estrutura com 1(um) dos itens que fora excluído pelos autores, bem como alguns itens ofereceram oportunidade de mescla de conteúdo em questão única. Assim obteve-se um questionário final com 22 (vinte e duas) questões derivadas da íntegra dos 5 (cinco) fatores com 25 (vinte e cinco) questões obtidas inicialmente pelos autores (CHEN; CHEN, 2012). A elaboração das questões relacionadas com *SMS*, de forma fundamentada e aderente a uma escala já validada, está demonstrada em detalhe no APÊNDICE 3.

Um questionário atrativo e claro, com uma introdução apropriada, instruções e questões com alternativas consistentes facilita a resposta dos participantes (FORZA, 2002). Na formulação das questões foram consideradas 2 (duas) relevantes recomendações de Forza (2002), quanto a assegurar que o questionário é consistente com o nível de entendimento dos respondentes, assim como, evitar expressões que sugerissem respostas mais adequadas socialmente.

O tipo de questionário escolhido para esta pesquisa utiliza uma escala *Likert* de 5 (cinco) pontos, que é a escala de mensuração de atitudes por excelência, para que os participantes indiquem o seu grau de concordância ou discordância em relação a quesitos relacionados com a Cultura de *Safety*.

O questionário foi estruturado digitalmente em *Google Forms*, com 4 (quatro) seções, da seguinte maneira:

Seção (*Survey)* nº 1: Descrição da Pesquisa, Instruções de Preenchimento e Identificação do Respondente;

Seção (*Survey)* nº 2: Identificação da OMA;

Seção (*Survey)* nº 3: Informações Gerais sobre a OMA, fundamentando categorizações por:

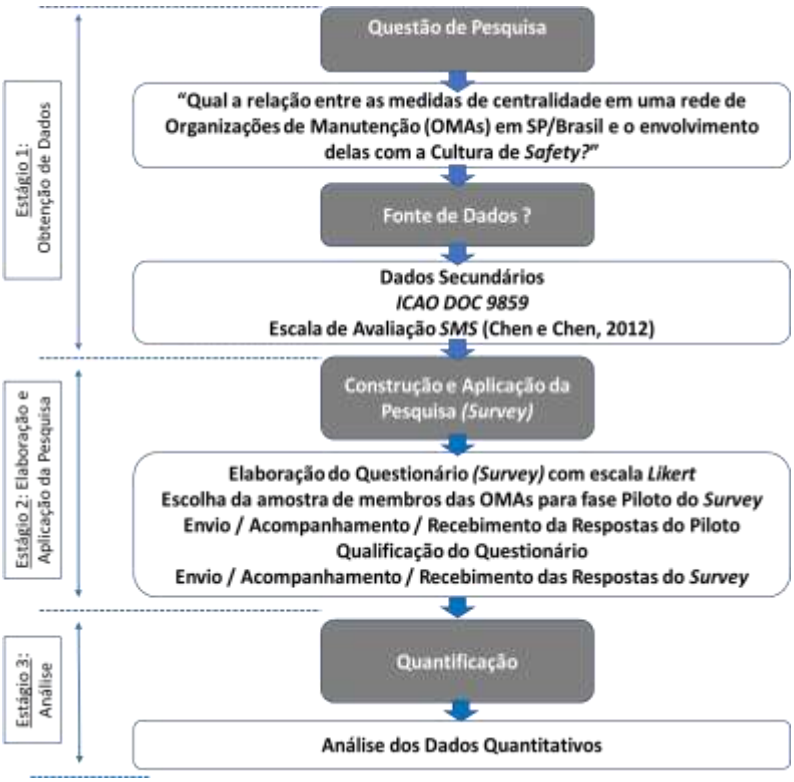
- ✓ Matriz ou Filial;
- ✓ Se a OMA é uma empresa autônoma ou se pertence à estrutura de uma empresa de transporte aéreo, e, nesse caso, se presta serviços cativos ou também atende o mercado em geral;
- ✓ Categorização do porte da empresa por receita, conforme classificação por receita bruta parametrizada pelo BNDES;
- ✓ Categorização do porte da empresa por número de colaboradores, conforme classificação da ANAC na IS 145/214;

- ✓ Categorização por tipo de serviço prestado conforme lista de escopos homologados pela ANAC e constante do Quadro 4 – Lista de Categorias e Classes de Serviços das OMAs, introduzido na seção 2.2.

Seção *(Survey)* nº4: Questões específicas sobre Cultura de *Safety* e *SMS*, elaboradas conforme metodologia descrita acima nesta seção e detalhadas no APÊNDICE 4.

A sequência de procedimentos relatados em relação à aplicação da *Survey* está destacada passo a passo na Figura 19 – Fluxo de Pesquisa *Survey*.

Figura 19 – Fluxo de Pesquisa *Survey*



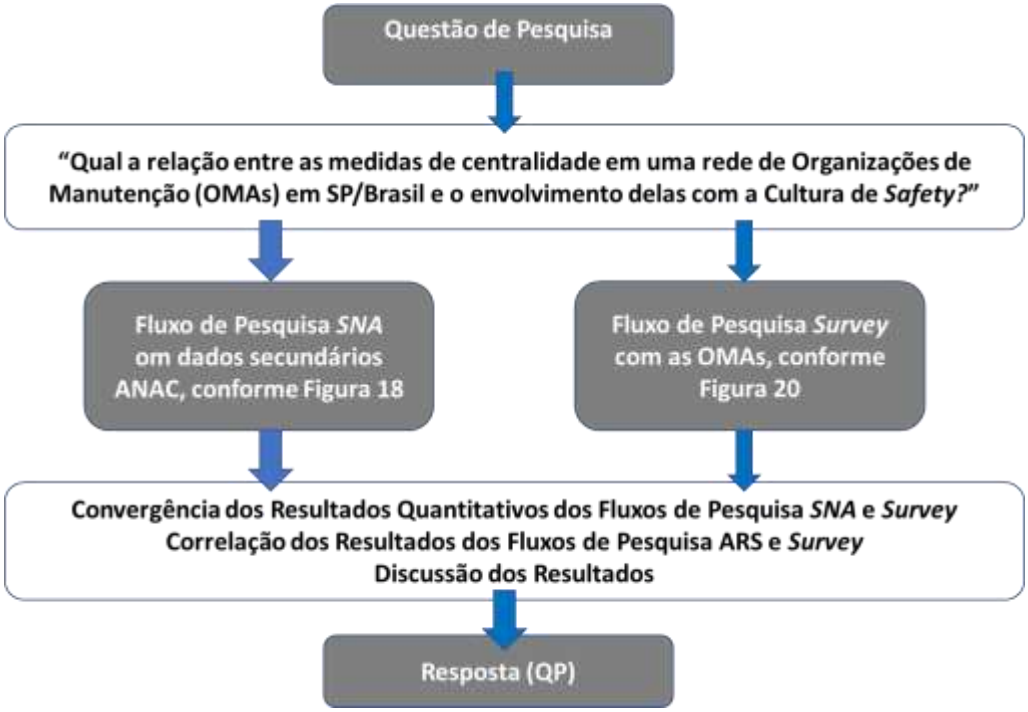
Fonte: Autor, 2020.

3.2.3Consolidação dos Procedimentos Metodológicos

O conjunto do trabalho, para responder à questão de pesquisa **(QP)** demanda uma consolidação dos resultados de cada um dos fluxos apresentados nas seções 3.2.1 e 3.2.2 (*SNA* e *Survey*), procedendo-se então uma análise com técnicas estatísticas para verificar se há associação significativa entre o engajamento com a Cultura de *Safety* e as métricas de

centralidade das OMAs na rede que opera no segmento da manutenção aeronáutica. Esse conjunto pode ser visualizado na Figura 20 – Fluxo de Pesquisa Consolidado.

Figura 20 – Fluxo de Pesquisa Consolidado



Fonte: Autor, 2020.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 CONSTRUÇÃO DA REDE DE OMAS - *SOCIAL NETWORK ANALYSIS (SNA)*

Mediante o procedimento metodológico descrito na seção 3.2.1. é construída uma rede de 155 (cento e cinquenta e cinco) OMAs, localizadas no estado de São Paulo, que são base principal e possuem certificados válidos pela ANAC. Essa rede de OMAs contempla todas as organizações que têm homofilia de capacitação técnica no mínimo 40% (quarenta por cento) similar, nos moldes da categorização por tipo de serviço prestado, conforme lista de escopos homologados pela ANAC e constante do Quadro 4 – Lista de Categorias e Classes de Serviços das OMAs, introduzido na seção 2.2.

A representação gráfica da rede é obtida pelo *software NetDraw* (BORGATTI, 2002) e está apresentada no APÊNDICE 1. Nessa representação os rótulos de cada Nó (OMAs) significam o respectivo código B145 na base de dados da ANAC. A construção da rede atende integralmente o Objetivo Específico **(OE2):** Construir uma rede com utilização de *software* específico (UCINet) contendo agentes OMAs do segmento de manutenção aeronáutica no estado de São Paulo.

Também através do *software* UCINet são obtidas as 4 (quatro) medidas de centralidade associadas a cada uma das OMAs, conforme apresentado no APÊNDICE 2. A obtenção dessas medidas de centralidade atende integralmente o Objetivo Específico **(OE3):** Gerar medidas de centralidade de rede relacionadas aos atores da rede de OMAs.

4.2 EXECUÇÃO DA *SURVEY*

Mediante o procedimento metodológico descrito na seção 3.2.2. é executada a pesquisa do tipo *Survey*. Um protocolo envolvendo planejamento de execução cuidadoso e com instruções detalhadas, procedimentos para abordagem dos respondentes e administração dos questionários é fundamental para o sucesso da coleta de dados da pesquisa (FORZA, 2002).

No planejamento da pesquisa foi considerado aplicar a *Survey* em toda a população de 155 (cento e cinquenta e cinco) OMAs envolvidas no recorte definido para análise, e não apenas em uma amostra pré-definida. Além da questão da definição da amostragem, o pesquisador deve examinar a aderência do questionário às medidas desejadas e viabilidade da administração da *Survey* (FORZA, 2002). No presente trabalho, conforme já salientado na seção 3.2.2 e demonstrado em detalhe no APÊNDICE 3, as questões da *Survey* foram adaptadas da literatura

referenciada sobre desenvolvimento de escala para *SMS* na indústria aeronáutica (CHEN; CHEN, 2012).

Quanto à administração do questionário foi definida de maneira a ocorrer em 2 (duas) etapas. A primeira etapa, denominada Piloto da Pesquisa, teve o objetivo de consultar um pequeno grupo de OMAs, antecipadamente. Nessa etapa piloto foi introduzida uma Seção nº 5, adicional ao questionário regular, contendo espaços em texto livre para os participantes apresentarem (i) suas críticas, identificação de inconsistências e enunciados considerados não totalmente claros; (ii) contribuições para melhoria, incluindo sugestão de itens relevantes não abordados; e (iii) outros comentários. Para essa primeira etapa foram intentados contatos com 20 (vinte) empresas, de forma aleatória, obtendo-se concordância em participar da etapa piloto por parte de 5 (cinco) OMAs. Dessas 5 (cinco) apenas 3 (três) OMAs efetivamente responderam a etapa piloto, não tendo ocorrido nenhuma crítica ou sugestão de alteração no questionário. Dado que essas empresas consideraram que o questionário estava adequado partiu-se para a aplicação da etapa seguinte e completa da pesquisa. Das 3 (três) respostas obtidas na etapa piloto, 2 (duas) puderam ser validadas para a segunda etapa da pesquisa.

A segunda etapa da pesquisa, envolvendo todas as OMAs faltantes da lista total de 155 (cento e cinquenta e cinco), ou seja, excluindo-se as que responderam na fase piloto, iniciou-se na 2ª quinzena de outubro/2020. Na primeira semana foram recebidas 2 (duas) respostas apenas. Após 7 (sete) dias foi feita a primeira cobrança automática do *Google Forms* às empresas com resposta pendente. Na segunda semana foram recebidas mais 2 (duas) respostas. Após os 14 dias ocorreu a segunda cobrança automática e foi iniciado processo de contatos telefônicos diretos com as empresas alvo da pesquisa, que perdurou por aproximadamente 1 mês, até a saturação. Nesse processo foi observado que o banco de dados público das OMAs, disponibilizado pela ANAC (2020), contém dados de contato incompletos ou desatualizados, com referência a empresas que mudaram de endereço e/ou telefone e não procederam atualização. As empresas cujos números de telefone do banco de dados não permitiram contato foram pesquisadas na *internet* com o propósito de atualização de dados, algumas com sucesso mas a grande maioria, em especial pequenas organizações de manutenção localizadas em aeroportos, não possuem site próprio, ou constatou-se que o site também contém informações desatualizadas. Também ocorreram muitas dificuldades com empresas que, por conta da pandemia do COVID-19, encontravam-se com o trabalho administrativo parcialmente remoto, porém não redirecionaram seus ramais para número de algum responsável por atendimento ou indicação do contato correto, ou ainda, cujos responsáveis remotos indicados pelo plantão administrativo não atendem ou retornam ligações de seus celulares. Esses fatos acima

evidenciados dificultaram bastante os contatos diretos para esclarecimento de dúvidas e obter maior número de respondentes. Essas deficiências cadastrais, além de prejudicarem o andamento de uma pesquisa, também deixam indisponíveis empresas que prestam serviços de máxima responsabilidade com a segurança pública e deveriam ser facilmente contatadas. Essas ocorrências ficam aqui registradas, pelo fato de um segmento que presta serviços de tal relevância ter o dever de proporcionar transparência e disponibilidade de informações, o que pode ser em algum momento diferencial considerável na garantia da segurança pública. Por essas razões, seria recomendável que a ANAC incluísse em seus procedimentos mecanismos para assegurar maior transparência e acuracidade de dados por parte do setor regulado. Ainda assim, foram realizados contatos diretos com 85 (oitenta e cinco) OMAs, até a saturação dos dados disponíveis e viáveis para contato. Os contatos bem sucedidos foram objeto de novo *mail* e reencaminhamento do *link* da pesquisa. Dessa forma foram trocados 117 (cento e dezessete) *mails* com 54 (cinquenta e quatro) OMAs para alinhamento da possível resposta. O número de respostas adicionais, até a primeira semana de dezembro/2020, por conta desse esforço de *follow-up* foi 18 (dezoito), tendo a pesquisa ficado em aberto durante 45 dias em sua totalidade. E foi obtido o total de 24 (vinte e quatro) respostas válidas.

Os fatos relatados trazem à luz uma questão fundamental na condução de *Surveys* que é a adesão dos respondentes. A obtenção da adesão dos participantes selecionados é importante, assim como, pode ser valiosa a obtenção de confiança mediante identificação com alguma organização de reconhecida legitimidade (FORZA, 2002). No presente trabalho, em paralelo à condução da *Survey*, o projeto foi apresentado à ANAC e pleiteado que oferecesse apoio à iniciativa, com foco na melhoria do acesso aos dados das OMAs, bem como, informações mais detalhadas sobre a implementação do Programa SGSO Para Todos. Essas informações complementares teriam sido de grande utilidade para triangulação de dados obtidos na *Survey*. A área responsável pela gestão da implementação do SGSO foi reestruturada durante o período em que a pesquisa era conduzida, ocorrendo substituição da equipe. Houve 2 (duas) reuniões com os responsáveis, antes e depois da reestruturação. O fornecimento pela ANAC de informações mais atualizadas do que as disponíveis nos dados públicos do site não foi efetuado.

Também restou não esclarecido o *status* efetivo da implementação do Programa SGSO Para Todos. Cabe lembrar que a implementação do SGSO nas OMAs é obrigatória, dentro do contexto do Programa SGSO Para Todos, lançado em maio de 2016, descrito na seção 2.1. E que a data limite, inscrita no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 145, para a implementação era para março de 2019. De fato, essa data consta inalterada no site da agência indicando a data 08/03/2019 (ANAC, visualização 23/11/2020). Sabe-se por informação obtida

nos contatos efetuados com OMAs que, desde o advento da pandemia do COVID-19, estão ocorrendo auditorias remotas, mediante agendamento prévio por parte da ANAC, o que pode ser um indício de que a implementação acima prevista não esteja plenamente concluída. Por outra perspectiva, foi integrada ao site da ANAC uma seção, publicada em 05/11/2020, denominada "Projeto Prioritário Regulação Responsiva", informando que a agência lançou esse novo projeto, em agosto de 2020, com o objetivo de buscar alternativas ao modelo de regulação, tornando-o mais responsivo e menos prescritivo. E dá sequência mencionando, como um dos maiores problemas identificados, que órgãos reguladores que atuam com modelos fortemente baseados em punições, denominados "comando e controle", costumam ter dificuldade para trazer os regulados à conformidade.

Na primeira reunião com a ANAC, quando o projeto foi apresentado, os responsáveis sugeriram que consideravam o aval da agência à pesquisa potencialmente negativo, por algumas OMAs temerem compartilhamento de dados com o regulador. A pesquisa teórica já havia identificado (seção 2.1) que a ANAC considera relevante a busca pela construção de um ambiente não punitivo de compartilhamento de dados e informações relativos ao gerenciamento dos riscos envolvidos nas atividades de manutenção em aeronaves (ANAC, 2020). De outra forma, esse efeito não é desconhecido na literatura: deve-se evitar o enfoque no erro, bem como, comportamentos punitivos em relação ao mesmo, que podem impactar as decisões das organizações em relação ao comportamento de *safety* (MACHADO, 2018; JAISWAL et al., 2018).

O relato das dúvidas que permanecem quanto ao efetivo estágio de implementação do Programa SGSO Para Todos visa a contextualizar possível situação em curso, que pode prejudicar as conclusões de uma pesquisa que tem propósito contributivo com a prática operacional. Pesquisas exigem bastante diligência dos pesquisadores para a obtenção de uma massa de respostas viável, em tempo adequado e qualitativamente não tendenciosas. Frequentemente as pesquisas passam por uma etapa de *follow-up* em que são feitos contatos para reforçar a relevância do tema investigado e o valor da colaboração prestada pelo respondente para a ciência. Esse procedimento é ainda mais difícil em um momento, por conta da pandemia do COVID-19, que muitos profissionais estão trabalhando em *home office*, aumentando a dificuldade para identificação e realização do contato. Ainda assim, há elementos suficientes para se inferir que o cronograma do Programa SGSO Para Todos possa não ter sido integralmente cumprido conforme o prazo oficial. Nas inúmeras conversas telefônicas com OMAs, houve casos de declarações, em caráter de confidencialidade, que não responderiam a pesquisa, para não se sujeitarem a essas informações serem divulgadas e acarretarem possíveis

punições. Esse posicionamento, em que pese o direito de qualquer pessoa não gerar provas contra si própria, fere as melhores práticas de *Compliance* e *Environmental, social and corporate governance (ESG),* tão caras a um segmento de atividade com tamanha responsabilidade pela segurança pública.

Em contraponto às ressalvas no parágrafo acima, 24 (vinte e quatro) OMAs responderam ao questionário, de forma aderente às expectativas de transparência com o conhecimento científico. Os dados obtidos junto às OMAs respondentes são tratados na pesquisa em caráter de confidencialidade. Foi elaborado um protocolo de manuseio confidencial das informações em que todas as análises são procedidas de forma cega, referenciadas para um número de ordem exclusivo da pesquisa. A relação entre esse número de ordem e código B145 da OMA é tratada como informação de acesso exclusivo ao autor e seu orientador, e não está anexada à documentação publicada nesta dissertação. Essa restrição é irrelevante para o propósito da pesquisa, que busca entender a possível relação entre Cultura de *Safety* e métricas de centralidade, em nenhum momento expondo informações individuais de cada OMA. A execução da *Survey* atende integralmente o Objetivo Específico **(OE4):** Verificar a autopercepção de profissionais da rede de OMAs quanto ao engajamento com a Cultura de *Safety.* O capítulo 5 apresenta a análise quantitativa dos dados obtidos nas respostas à *Survey* e sua relação com as métricas de centralidade da rede de OMAs.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Em Ciências Sociais há interesse em verificar a existência de algo em relação a um fenômeno do mundo real (FIELD, 2009, p.31). Os fenômenos são investigados empiricamente, coletando-se dados que, tratados adequadamente por modelos quantitativos, podem ser testados e eventualmente confirmados. A confirmação de uma hipótese experimental, neste trabalho representada por uma associação significativa entre a Cultura de *Safety* e as métricas de centralidade na rede de OMAs, como definido na seção 2.5, se dá pela rejeição da hipótese contrária, denominada hipótese nula **(Ho)**, que representa a inexistência do efeito previsto e em verificação. A rejeição da hipótese nula **(Ho)** é feita por intermédio de testes estatísticos que indicam baixíssima probabilidade de que a hipótese experimental ocorra por acaso (FIELD, 2009, p.52). A análise com técnicas quantitativas desenvolvida neste capítulo tem o propósito de testar estatisticamente a validade da hipótese experimental, em atendimento ao **(OE5)**: Identificar se as métricas de centralidade de rede geradas guardam associação significativa com a Cultura de *Safety* observada pelas respostas do questionário.

A investigação e coleta de dados no presente trabalho, conforme definido, foi a *Survey*, bem como, o universo a pesquisar planejado contemplou a população de 155 (cento e cinquenta e cinco) OMAs da rede localizadas no estado de São Paulo. Pelos aspectos discorridos na seção 4.2, a quantidade de respostas efetivas à *Survey*, 24 (vinte e quatro) respostas válidas, em torno de 15 % (quinze porcento) da população, não ofereceu segurança para se assumir as premissas usualmente presentes para adoção das análises estatísticas paramétricas, que envolvem primordialmente distribuição normal dos dados. Em linha com esse fato, foi adotada a utilização de uma técnica não paramétrica, menos restritiva, sem que isso represente menor robustez de suas conclusões (FIELD, 2009, p.474). Os testes são executados no *software* IBM SPSS *Statistics*.

Essa análise não paramétrica envolve tratar as variáveis representadas pelas métricas de centralidade das OMAs na rede - *Degree Centrality, Closeness Centrality, Eigenvector Centrality, e Betweenness Centrality* -, como variáveis de agrupamento, ou seja, categorizar os valores de cada uma dessas métricas em 3 (três) grupos correspondentes aos níveis baixo, médio e alto. Essa classificação em 3 (três) grupos, ou amostras independentes, fundamenta a utilização da técnica estatística não paramétrica de Kruskal-Wallis, também conhecida como teste H. Esse teste é utilizado para determinar se 3 (três) ou mais grupos independentes são equivalentes ou diferentes em relação a uma variável em escala ordinal, intervalar ou proporcional (CHAM; WALMSLEY, 1997). Assim, no caso do presente trabalho a intenção é

verificar se existem diferenças no comportamento dos grupos (baixo, médio e alto) quando associados aos componentes da Cultura de *Safety*.

Inicialmente as medidas de centralidade das 24 (vinte e quatro) OMAs que responderam efetivamente a *Survey* foram identificadas na Tabela de Medidas de Centralidade das OMAs obtida no UCINet, constante do APÊNDICE 2, e deram origem à Tabela 4 – Medidas de Centralidade das OMAs respondentes.

Tabela 4 – Medidas de Centralidade das OMAs respondentes

Nº de Ordem	***Degree***	***Closeness***	***Eigenvector***	***Betweenness***
11	105	203	0,677	28,512
26	111	197	0,626	50,468
32	100	208	0,815	14,653
35	93	215	0,248	50,795
43	149	159	0,781	170,682
45	146	162	0,776	161,947
48	72	236	0,631	1,427
55	38	270	0,258	0,000
57	32	276	0,094	0,000
62	100	208	0,602	31,842
66	42	266	0,259	2,513
70	105	203	0,677	28,512
73	88	220	0,215	46,940
90	108	200	0,755	36,000
96	64	244	0,425	0,000
119	100	208	0,815	14,653
123	100	208	0,815	14,653
130	111	197	0,626	50,468
133	77	231	0,497	8,744
140	135	173	0,803	115,858
147	72	236	0,598	0,000
150	79	229	0,405	9,436
151	72	236	0,598	0,000
152	22	286	0,059	0,000

Fonte: Autor, 2020.

Em seguida foi calculada a amplitude de cada uma das métricas de centralidade e os resultados divididos em 3 (três) intervalos equivalentes que foram numerados, de forma a

propiciar uma classificação representada pelo número 1 (hum) para o terço de valores mais baixos, 2 (dois) para valores do terço médio e, por fim, o 3 (três) para o terço dos valores mais altos, conforme exemplo:

Considerando os valores para a variável de agrupamento *Degree Centrality,* cujo menor valor é 22 (vinte e dois) e o maior valor é 149 (cento e quarenta e nove), tem-se a amplitude da sequência de medidas obtidas igual a 127 (cento e vinte e sete), que dividido por 3 (três) resulta em 42,3 (quarenta e dois e três décimos). Dessa forma a classificação de *Degree Centrality* é obtida conforme Quadro 11 – Memorial de apuração para Classificação de *Degree Centrality*.

Quadro 11 – Memorial de apuração para Classificação de *Degree Centrality*

Valor Mínimo até Valor Mínimo + 1/3 Amplitude = 22 + 42,3 = 64,3	22 ≤ *Degree* Baixo ≤ 64,3	1
Valor Mínimo + 1/3 Amplitude até Valor Mínimo + 2/3 Amplitude = 64,3 + 42,3 = 106,7	64,3 < *Degree* Médio ≤ 106,7	2
Valor Mínimo + 2/3 Amplitude até Valor Máximo = 106,7 + 42,3 = 149	106,7 < *Degree* Alto ≤ 149	3

Fonte: Autor, 2020.

Repetindo-se sucessivamente o mesmo procedimento para *Closeness, Eigenvector e Betweenness* obtém-se as respectivas classificações apresentadas nos Quadros 12, 13 e 14.

Quadro 12 – Memorial de apuração para Classificação de *Closeness*

Valor Mínimo até Valor Mínimo + 1/3 Amplitude = 159 + 42,3 = 201,3	159 ≤ *Closeness* Baixo ≤ 201,3	1
Valor Mínimo + 1/3 Amplitude até Valor Mínimo + 2/3 Amplitude = 201,3 + 42,3 = 243,7	201,3 < *Closeness* Médio ≤ 243,7	2
Valor Mínimo + 2/3 Amplitude até Valor Máximo = 243,7 + 42,3 = 286	243,7 < *Closeness* Alto ≤ 286	3

Fonte: Autor, 2020.

Quadro 13 – Memorial de apuração para Classificação de *Eigenvector*

Valor Mínimo até Valor Mínimo + 1/3 Amplitude = 0,059 + 0,252 = 0,311	0,059 ≤ *Eigenvector* Baixo ≤ 0,311	1
Valor Mínimo + 1/3 Amplitude até Valor Mínimo + 2/3 Amplitude = 0,311 + 0,252 = 0,563	0,311 < *Eigenvector* Médio ≤ 0,563	2
Valor Mínimo + 2/3 Amplitude até Valor Máximo = 0,563 + 0,252 = 0,815	0,563 < *Eigenvector* Alto ≤ 0,815	3

Fonte: Autor, 2020.

Quadro 14 – Memorial de apuração para Classificação de *Betweenness*

Valor Mínimo até Valor Mínimo + 1/3 Amplitude = 0 + 56,9 = 56,9	0 ≤ *Betweenness* Baixo ≤ 56,9	1
Valor Mínimo + 1/3 Amplitude até Valor Mínimo + 2/3 Amplitude = 56,9 + 56,9 = 113,8	56,9 < *Betweenness* Médio ≤ 113,8	2
Valor Mínimo + 2/3 Amplitude até Valor Máximo = 113,8 + 56,9 = 170,7	113,8 < *Betweenness* Alto ≤ 170,7	3

Fonte: Autor, 2020.

Para posterior inserção de dados no SPSS esses agrupamentos das métricas de centralidade das OMAs na rede deram origem à Tabela 5 – Faixas das Medidas de Centralidade.

O envolvimento das OMAs com a Cultura de *Safety* é representado na *Survey* pelos 4 componentes com 12 elementos, apresentados no Quadro 10, e as respectivas questões relacionadas com *SMS* (SGSO) detalhadas no APÊNDICE 4. Essas questões foram codificadas em relação ao seu componente de 1ª (primeira) ordem, conforme o Quadro 15 – Codificação das questões sobre *SMS* da *Survey*.

As notas atribuídas pelos respondentes aos quesitos relacionados com *Safety* - *SMS* (SGSO) na *Survey* foram tabuladas e obtidas as respectivas somatórias para cada um dos componentes de 1ª (primeira) ordem - POS, GRS, GSG e PSG -, propiciando a construção da Tabela 6 – Notas por Componente de *Safety*.

Tabela 5 – Faixas das Medidas de Centralidade

Nº Ordem	*Degree*		*Closeness*		*Eigenvector*		*Betweeness*	
11	105	2	203,000	2	0,677	3	28,512	1
26	111	3	197,000	1	0,626	3	50,468	1
32	100	2	208,000	2	0,815	3	14,653	1
35	93	2	215,000	2	0,248	1	50,795	1
43	149	3	159,000	1	0,781	3	170,682	3
45	146	3	162,000	1	0,776	3	161,947	3
48	72	2	236,000	2	0,631	3	1,427	1
55	38	1	270,000	3	0,258	1	0,000	1
57	32	1	276,000	3	0,094	1	0,000	1
62	100	2	208,000	2	0,602	3	31,842	1
66	42	1	266,000	3	0,259	1	2,513	1
70	105	2	203,000	2	0,677	3	28,512	1
73	88	2	220,000	2	0,215	1	46,940	1
90	108	3	200,000	1	0,755	3	36,000	1
96	64	1	244,000	3	0,425	2	0,000	1
119	100	2	208,000	2	0,815	3	14,653	1
123	100	2	208,000	2	0,815	3	14,653	1
130	111	3	197,000	1	0,626	3	50,468	1
133	77	2	231,000	2	0,497	2	8,744	1
140	135	3	173,000	1	0,803	3	115,858	3
147	72	2	236,000	2	0,598	3	0,000	1
150	79	2	229,000	2	0,405	2	9,436	1
151	72	2	236,000	2	0,598	3	0,000	1
152	22	1	286,000	3	0,059	1	0,000	1

Fonte: Autor, 2020.

Quadro 15 – Codificação das questões sobre *SMS* da *Survey*

Componente de 1ª ordem	Código	Elementos	Código das Questões
Política e Objetivos de *Safety*	POS	Comprometimento e Responsabilidade da Gestão	POS 1 POS 2
		Responsabilidade de Segurança	POS 3 POS 4
		Designação do pessoal chave de segurança	POS 5 POS 6
		Coordenação do plano de resposta a emergências	POS 7 POS 8
		Documentação do *SMS*	POS 9 POS 10
Gestão do Risco de Segurança	GRS	Identificação de Riscos	GRS 1
		Avaliação e Mitigação de Risco	GRS 2

Garantia de Segurança	GSG	Monitoramento e Medidas de Desempenho da Segurança	GSG 1
		Gestão da Mudança	GSG 2
		Melhoria Contínua do *SMS*	GSG 3
Promoção da Segurança	PSG	Treinamento e Educação	PSG 1 PSG 2 PSG 3
		Comunicação de Segurança	PSG 4 PSG 5 PSG 6 PSG 7

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 6 – Notas por Componente de *Safety*

Nº Ordem	POS	GRS	GSG	PSG
11	42	8	12	24
26	49	10	15	33
32	49	10	15	35
35	37	8	12	28
43	50	10	15	35
45	50	10	15	35
48	48	10	13	25
55	46	8	7	19
57	46	8	12	35
62	33	8	11	23
66	50	10	15	35
70	50	10	15	35
73	48	10	11	33
90	46	9	13	33
96	43	8	9	20
119	50	8	11	27
123	50	10	15	35
130	37	8	11	27
133	50	10	15	31
140	43	4	14	27
147	50	10	15	31
150	49	8	15	35
151	49	10	15	31
152	50	10	15	34

Fonte: Autor, 2020.

Com os elementos apresentados procedeu-se os testes não paramétricos de Kruskal-Wallis de cada métrica de centralidade, agrupada nos níveis baixo (1), médio (2) e alto (3),

quando associada aos componentes de *Safety - SMS* (SGSO) na *Survey*, obtendo-se as respectivas análises.

5.1 ANÁLISE DA HIPÓTESE (H1A)

Para verificação da hipótese **(H1A)** é testada a associação entre a métrica *Degree* e o envolvimento com *Safety*, com base na Tabela 7 e obtendo-se no SPSS os resultados de Kruskal-Wallis indicados no Quadro 16:

Tabela 7 – Associação entre *Degree* e *Safety*

Nº Ordem	*Degree*	POS	GRS	GSG	PSG
11	2	42	8	12	24
26	3	49	10	15	33
32	2	49	10	15	35
35	2	37	8	12	28
43	3	50	10	15	35
45	3	50	10	15	35
48	2	48	10	13	25
55	1	46	8	7	19
57	1	46	8	12	35
62	2	33	8	11	23
66	1	50	10	15	35
70	2	50	10	15	35
73	2	48	10	11	33
90	3	46	9	13	33
96	1	43	8	9	20
119	2	50	8	11	27
123	2	50	10	15	35
130	3	37	8	11	27
133	2	50	10	15	31
140	3	43	4	14	27
147	2	50	10	15	31
150	2	49	8	15	35
151	2	49	10	15	31
152	1	50	10	15	34

Fonte: Autor, 2020.

Quadro 16 – Análise de Kruskal-Wallis da associação entre *Degree* e *Safety*

Estatísticas de teste[a,b]

	POS	GRS	GSG	PSG
H de Kruskal-Wallis	,181	,662	1,270	,297
df	2	2	2	2
Significância Sig.	,914	,718	,530	,862

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: DEGREE

5.2 ANÁLISE DA HIPÓTESE (H1B)

Para verificação da hipótese **(H1B)** é testada a associação entre a métrica *Closeness* e o envolvimento com *Safety*, com base na Tabela 8 e obtendo-se no SPSS os resultados de Kruskal-Wallis indicados no Quadro 17:

Tabela 8 – Associação entre *Closeness* e *Safety*

Nº Ordem	*Closeness*	POS	GRS	GSG	PSG
11	2	42	8	12	24
26	1	49	10	15	33
32	2	49	10	15	35
35	2	37	8	12	28
43	1	50	10	15	35
45	1	50	10	15	35
48	2	48	10	13	25
55	3	46	8	7	19
57	3	46	8	12	35
62	2	33	8	11	23
66	3	50	10	15	35
70	2	50	10	15	35
73	2	48	10	11	33
90	1	46	9	13	33
96	3	43	8	9	20
119	2	50	8	11	27
123	2	50	10	15	35
130	1	37	8	11	27
133	2	50	10	15	31
140	1	43	4	14	27
147	2	50	10	15	31
150	2	49	8	15	35
151	2	49	10	15	31
152	3	50	10	15	34

Fonte: Autor, 2020.

Quadro 17 – Análise de Kruskal-Wallis da associação entre *Closeness* e *Safety*

Estatísticas de teste[a,b]

	POS	GRS	GSG	PSG
H de Kruskal-Wallis	,181	,662	1,270	,297
df	2	2	2	2
Significância Sig.	,914	,718	,530	,862

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: CLOSENESS

5.3 ANÁLISE DA HIPÓTESE (H1C)

Para verificação da hipótese **(H1C)** é testada a associação entre a métrica *Eigenvector* e o envolvimento com *Safety*, com base na Tabela 9 e obtendo-se no SPSS os resultados de Kruskal-Wallis indicados no Quadro 18:

Tabela 9 – Associação entre *Eigenvector* e *Safety*

Nº Ordem	*Eigenvector*	POS	GRS	GSG	PSG
11	3	42	8	12	24
26	3	49	10	15	33
32	3	49	10	15	35
35	1	37	8	12	28
43	3	50	10	15	35
45	3	50	10	15	35
48	3	48	10	13	25
55	1	46	8	7	19
57	1	46	8	12	35
62	3	33	8	11	23
66	1	50	10	15	35
70	3	50	10	15	35
73	1	48	10	11	33
90	3	46	9	13	33
96	2	43	8	9	20
119	3	50	8	11	27
123	3	50	10	15	35
130	3	37	8	11	27
133	2	50	10	15	31
140	3	43	4	14	27
147	3	50	10	15	31
150	2	49	8	15	35
151	3	49	10	15	31
152	1	50	10	15	34

Fonte: Autor, 2020.

Quadro 18 – Análise de Kruskal-Wallis da associação entre *Eigenvector* e *Safety*

Estatísticas de teste[a,b]

	POS	GRS	GSG	PSG
H de Kruskal-Wallis	,172	,699	1,407	,242
df	2	2	2	2
Significância Sig.	,917	,705	,495	,886

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: EIGENVECTOR

5.4 ANÁLISE DA HIPÓTESE (H1D)

Para verificação da hipótese **(H1D)** é testada a associação entre a métrica *Betweenness* e o envolvimento com *Safety*, com base na Tabela 10 e obtendo-se no SPSS os resultados de Kruskal-Wallis indicados no Quadro 19:

Tabela 10 – Associação entre *Betweenness* e *Safety*

Nº Ordem	*Betweenness*	POS	GRS	GSG	PSG
11	1	42	8	12	24
26	1	49	10	15	33
32	1	49	10	15	35
35	1	37	8	12	28
43	3	50	10	15	35
45	3	50	10	15	35
48	1	48	10	13	25
55	1	46	8	7	19
57	1	46	8	12	35
62	1	33	8	11	23
66	1	50	10	15	35
70	1	50	10	15	35
73	1	48	10	11	33
90	1	46	9	13	33
96	1	43	8	9	20
119	1	50	8	11	27
123	1	50	10	15	35
130	1	37	8	11	27
133	1	50	10	15	31
140	3	43	4	14	27
147	1	50	10	15	31
150	1	49	8	15	35
151	1	49	10	15	31
152	1	50	10	15	34

Fonte: Autor, 2020.

Quadro 19 – Análise de Kruskal-Wallis da associação entre *Betweenness* e *Safety*

Estatísticas de teste[a,b]

	POS	GRS	GSG	PSG
H de Kruskal-Wallis	,519	,002	1,159	,877
df	1	1	1	1
Significância Sig.	,471	,961	,282	,349

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: BETWEENNESS

A hipótese experimental **(H1)**: A posição estrutural da OMA na rede interorganizacional influencia o processo de difusão da Cultura de *Safety*, que representa uma associação entre alguma das métricas de centralidade das OMAs na rede com os componentes de *Safety* investigados na *Survey*, pode ser considerada significativa se a hipótese nula **(Ho)** for rejeitada em algum dos testes de Kruskal-Wallis acima apresentados. Segundo Chan e Walmsley (1997) isso se verifica se o valor computado de H de Kruskal-Wallis for maior do que o valor crítico definido na Tabela de Valores Críticos da Distribuição Qui-quadrado (FIELD, 2009, p.671), reproduzida no APÊNDICE 5, considerando-se respectivo grau de liberdade (df) e nível alfa 0,05.

Assim, obtém-se na tabela que para 2 graus de liberdade (Estatísticas de Kruskal-Wallis referentes às associações com *Degree*, *Closeness* e *Eigenvector*, respectivamente apresentadas nos Quadros 13, 14 e 15), com nível alfa 0,05, o valor crítico de H é 5,99. Analogamente, para 1 grau de liberdade (Estatística de Kruskal-Wallis referente à associação com *Betweenness*, apresentada no Quadro 16), com nível alfa 0,05, o valor crítico de H é 3,84.

Da análise dos valores computados nas Estatísticas de Kruskal-Wallis todos ficaram abaixo dos respectivos valores críticos, não demonstrando significância adequada, logo não sendo possível rejeitar a hipótese nula **(Ho)**. Dessa forma, em atendimento ao **(OE5)**, a resposta à **(QP)**: "Qual a relação entre as medidas de centralidade em uma rede de Organizações de Manutenção (OMAs) em SP/Brasil e o envolvimento delas com a Cultura de *Safety*?" é que não foi encontrada associação significativa entre as medidas de centralidade e o envolvimento com a Cultura de *Safety*.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A pesquisa tinha por Objetivo Geral investigar, a partir de dados secundários públicos disponibilizados no site da ANAC, utilizando a *SNA*, a relação entre as medidas de centralidade das OMAs em uma rede, configurada com base em similaridade de capacitação técnica, e o seu envolvimento com práticas e valores positivos para a segurança, identificando se alguma dessas métricas é mais aderente que as demais e, assim, possa ser trabalhada eventualmente como fator habilitador da difusão da Cultura de *Safety*. Um dos aspectos de maior relevância da pesquisa é constituir-se em etapa fundamental para o desenvolvimento futuro de modelos para difusão da Cultura de *Safety*, nos moldes dos objetivos do projeto CNPq Nº 09/2020, citado no capítulo introdutório:

> "este projeto tem por objetivo, propor um modelo de difusão de *safety* em um setor cuja aplicação de práticas de segurança tem impacto significativo não só para os resultados das operações das OMAs que o compõem, mas também para a sociedade e o governo" (MACHADO, 2020).

Além da inserção no citado projeto, o estudo reflete a importância dos temas relacionados com indústria de transporte aeronáutico e segurança operacional, já destacados no capítulo introdutório. Na execução da *Survey* foi evidenciado mais um aspecto de relevância, quanto à atualidade e a oportunidade do estudo da difusão e implementação de uma forte Cultura de *Safety* no contexto do setor aeronáutico regulado brasileiro, por sua ocorrência coincidir com momento crítico no calendário do Programa SGSO Para Todos, conforme apresentado na seção 4.2.

Para contextualizar o atingimento objetivado em relação à pesquisa, nas seções deste capítulo são discutidos, etapa a etapa, os resultados encontrados e já apresentados nas seções anteriores. O propósito da discussão inclui analisar o significado das hipóteses no presente estudo e as razões pelas quais alguma possa não ter sido suportada pelos testes realizados (FORZA, 2002). Nesse intento podem ser levantadas conjecturas, de forma lógica e apropriada, sobre inadequações nas definições de amostragem, métricas, métodos de coleta de dados, definição da *Survey* e possível viés nas respostas dos participantes (FORZA, 2002).

6.1 DISCUSSÃO DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Foram definidos 5 (cinco) objetivos específicos que compõem etapas estruturantes da pesquisa, sendo que também constituem contribuições com valor independente para o conhecimento na prática de operações no setor aeronáutico.

O **(OE1)**: Identificar nas empresas de manutenção aeronáutica focadas as respectivas características ou capacitações técnicas, foi atendido pela construção da matriz duplo modo ("m" x "n"), baseada em dados secundários da ANAC. Essa informação pode fundamentar diversas ações e estratégias relacionadas ao entendimento do setor e respectivos provedores de serviços. A adoção do Índice Jaccard para avaliação de similaridades também é um elemento interessante e de execução simples para o entendimento de cadeias de prestadores de serviços e suas interrelações. Pelo aspecto negativo, dados secundários oriundos de informações setoriais sobre cadeias de provedores ou suprimentos são muito sensíveis ao grau e dinamismo na atualização dos bancos de dados disponibilizados.

O **(OE2)**: Construir uma rede com utilização de *software* específico (UCINet) contendo agentes OMAs do segmento de manutenção aeronáutica no estado de São Paulo; e o **(OE3)**: Gerar medidas de centralidade de rede relacionadas aos atores da rede de OMAs, foram atendidos conforme demonstrado nas seções 3.2.1 e 4.1. Em apresentação no XXIII SEMEAD 2020 (GROBMAN; MACHADO, 2020) foi demonstrado o ineditismo da metodologia para construção da rede de OMAs com dados secundários, a possibilidade de transformar dados qualitativos ou descritivos em dados quantitativos, com praticidade e baixos recursos em custo e tempo, adaptada da literatura (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017).

O **(OE4):** Verificar a autopercepção de profissionais da rede de OMAs quanto ao engajamento com a Cultura de *Safety* foi atingido com a realização da *Survey*, porém com a ressalva de que o número de respostas obtidas na rede de OMAs foi 24 (vinte e quatro), representando apenas 15% (quinze porcento) da população. Os aspectos relacionados ao nível de respostas foram detalhados na seção 4.2 e permitem conjecturar que a autopercepção da Cultura de *Safety*, por parte dos gestores responsáveis nas OMAs que deliberaram não responder, possa ser interpretada como insuficiente em comparação às demandas reguladas pela ANAC (2020). Assumindo-se esse aspecto, haveria um achado de pesquisa, indesejável, porém de utilidade para a prática pois propicia a visão de uma lacuna a ser visitada pelos agentes envolvidos na implementação do Programa SGSO Para Todos.

O **(OE5)**: Identificar se as métricas de centralidade de rede geradas guardam associação significativa com a Cultura de *Safety* observada pelas respostas do questionário, também foi

atingido, todavia com o fato inesperado de que uma premissa, aparentemente fundamentada na teoria, não foi empiricamente suportada, pelo menos até o limite da *Survey* realizada. É cabível conjecturar que, além das citadas questões relacionadas com quantidade de respondentes, outros fatores possam ter limitado a eficácia do questionário e prejudicado a demonstração empírica – como questões culturais e temporais. Um questionário adaptado de pesquisa realizada com sucesso em Taiwan (CHEN; CHEN, 2012) poderia não ter sido o mais adequado para aplicação no Brasil, por questões relacionadas a diferenças de cultura organizacional, profissional ou, em especial, nacional (JAISWAL et al., 2018). Esse fato corroboraria a conjectura de que a autopercepção dos gestores que deliberaram não responder é de insuficiência em relação às demandas reguladas. Por outro lado, também poderia ser considerado que, questões que possam dar margem à busca pela resposta correta implicassem em respostas com algum viés, o que é uma constante preocupação referenciada por diversos autores (FORZA, 2002; WILLIAMS; SHEPHERD, 2017). Por último, na perspectiva temporal, o momento em que a *Survey* foi realizada, que conjuminou a possível situação crítica em relação ao calendário do Programa SGSO Para Todos, já citada, com as dificuldades inerentes ao período atípico decorrente da COVID-19, pode ter sido preponderante para o baixo nível de resposta. Circunstâncias que podem inclusive estar potencializadas cumulativamente.

6.2 DISCUSSÃO DA HIPÓTESE E SEUS DESDOBRAMENTOS

A hipótese delineada na seção 2.5, **(H1)**: A posição estrutural da OMA na rede interorganizacional influencia o processo de difusão da Cultura de *Safety* foi desdobrada nas 4 (quatro) declarações **(H1A, H1B, H1C e H1D),** que relacionam respectivamente *Degree, Closeness, Eigenvector e Betweenness* com *Safety***.** A teoria é o que viabiliza confiar na hipótese alternativa, aqui denominada hipótese experimental (FORZA, 2002). A hipótese nula **(Ho)** é formulada de forma a ser testada para possível rejeição (FORZA, 2002). Se rejeitada a **(Ho)** a hipótese alternativa, no caso a hipótese experimental **(H1)** pode ser suportada. Na presente pesquisa **(H1A, H1B, H1C e H1D)** foram testadas e analisadas estatisticamente com a técnica não paramétrica Kruskal-Wallis, na forma detalhada no capítulo 5. Esses testes resultaram não suportar empiricamente uma associação significativa entre as métricas de centralidade e aspectos de *Safety*.

Além dos limites impostos pela forma com que a *Survey* foi executada, introduzidos na seção 6.1, é razoável conjecturar que esses desdobramentos **(H1A, H1B, H1C e H1D)** da hipótese principal não exauriram totalmente a investigação de aspectos estruturais de uma rede

de organizações. Por exemplo, outros aspectos que têm forte impacto potencial nas relações entre agentes não foram objeto desta pesquisa, como a densidade da rede, que daria espaço para conjecturas sobre relações entre OMAs mais próximas ou mais distantes e consequentemente a força dos laços. Uma outra linha de investigação, menos estrutural e mais qualitativa, que também poderia conduzir a entendimento de relações entre OMAs e seus impactos na difusão da Cultura de *Safety* envolve variáveis como Governança, Confiança e Coordenação.

6.3 DISCUSSÃO DA SOLUÇÃO DA QUESTÃO DE PESQUISA

A resposta à questão de pesquisa **(QP)**: **"Qual a relação entre as medidas de centralidade em uma rede de Organizações de Manutenção (OMAs) em SP/Brasil e o envolvimento delas com a Cultura de *Safety*?",** apresentada no capítulo 5, é que não foi encontrada associação significativa entre as medidas de centralidade e o envolvimento com a Cultura de *Safety*. Apesar da teoria frequentemente indicar que há fundamentos robustos para pressupor que uma hipótese experimental será suportada empiricamente, também é possível em todos os ramos do conhecimento encontrar respostas opostas, que correspondem muitas vezes ao processo de tentativas e pequenos incrementos que permitem grandes caminhadas. No caso específico da associação entre medidas de centralidade e *Safety*, a corroboração da hipótese experimental teria proporcionado uma trajetória fácil e de baixo custo para modelar a difusão. A rejeição dessa hipótese elimina um dos possíveis caminhos, sendo que há alternativas, já discutidas, que oferecem instigantes oportunidades para pesquisas futuras.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho avança na compilação e análise de aspectos de *Safety* no setor aeronáutico, em especial nas OMAs, um segmento em profunda revisão e adequação a um imperativo regulatório adotado internacionalmente, os *SMS* / SGSO. Essas adequações estão em franco período de implementação no Brasil, suscetíveis a uma série de desafios conjunturais, assim como, os inerentes ao momento atípico da COVID 19. O trabalho também acrescentou uma contribuição metodológica relevante ao desenvolver e utilizar a metodologia de construção da rede e *SNA* com dados secundários, proposta na literatura (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017) e que propicia uma abordagem prática, confiável e de baixo custo em recursos, que pode ser utilizada em diversos tipos de pesquisa envolvendo fenômenos sociais em redes. Também somou conhecimentos para a prática ao discutir os aspectos que relacionam posição estrutural em rede das OMAs e o envolvimento com *Safety*.

Por outro lado, as condições em que o trabalho foi desenvolvido foram amplamente discutidas no capítulo 6, evidenciando inclusive limitações e pontos que poderiam ser revisados ou complementados. Além do que já foi ressaltado na discussão, uma restrição de origem no trabalho foi o recorte focado nas 155 (cento e cinquenta e cinco) OMAs do estado de São Paulo. Essa limitação a priori foi assumida como viável e conveniente, considerando a representatividade do conjunto amostral, bem como a escalabilidade da metodologia. Ocorre que, à luz dos resultados em termos de número de respondentes, deve-se considerar que o foco nacional poderia ter propiciado uma visão mais acurada, tanto pelo lado positivo com mais respostas, quanto até pela confirmação dramática do achado negativo em relação à propensão das OMAs responderem satisfatoriamente ou não a *Survey*. O Brasil é um país de grandes dimensões e, dentre a rede de OMAs, uma grande parcela é composta por agentes menores e relacionados com os aeródromos locais, permitindo conjecturar que autopercepção de gestores em perspectiva de diferenças culturais possa ter significado relevante. Eventual replicação futura da pesquisa poderia contemplar um universo maior para a *Survey*, com as OMAs que operam em todo o território nacional, propiciando uma visão mais diversificada e potencialmente maior número de respondentes.

Outra questão digna de nota foi o nível de resposta entre as OMAs relacionadas aos grandes operadores do transporte aéreo de passageiros. Dentre o universo de mais de 500 (quinhentas) OMAs registradas e homologadas pela ANAC, a maior parcela delas é relativa a OMAs de diversos portes, porém desvinculadas das grandes operadoras de transporte aeronáutico de passageiros do país. A operação do transporte aeronáutico, por outro lado, é

concentrada em poucas grandes empresas que, por sua vez, também dispõem de estruturas de manutenção própria. Na perspectiva dos instrumentos utilizados nesta pesquisa as OMAs foram avaliadas individualmente na rede, porém, imaginando-se uma perspectiva de análise em que o impacto da atividade de manutenção aeronáutica e suas práticas fosse observado em uma relação proporcionalizada com o número de passageiros, ou número de pousos e decolagens, ou até mesmo *block-hour*s, é possível intuir que a representatividade dessas poucas OMAs integradas aos operadores, em algum momento, cresça de forma acentuada frente ao conjunto global de manutenção. Nessa ótica diferenciada de investigação ficaria destacada a questão de que, dentre as OMAs integradas a grandes operadoras, houve apenas 1 (uma) resposta efetiva à *Survey*. Nesse contexto ora descrito, em eventual replicação da pesquisa, deveria ser introduzido um dispositivo que resguardasse a obtenção do máximo de respostas pelo menos entre as OMAs integradas aos operadores. Para tanto a pesquisa poderia ser estruturada com uma metodologia de coleta dos dados que mesclasse a *Survey* para todas as OMAs da rede, entrevistas pessoais programadas com todas as OMAs integradas aos operadores aéreos, bem como, entrevistas com uma amostra selecionada dentre as OMAs independentes.

Assim, as limitações do trabalho sugerem estudos futuros que poderiam aprimorar as presentes conclusões e acrescentar mais conhecimento prático, alinhado com as demandas gerenciais, para uma implementação eficaz dos *SMS* / SGSO e assim robustecer a difusão da Cultura de *Safety*. Independente dessas limitações, foi evidenciado, conforme provocação adiantada no resumo, que a atividade de manutenção aeronáutica brasileira apresenta uma grande oportunidade de melhoria das práticas relacionadas com a Cultura de *Safety*. Nesse sentido a instituição pela ANAC, em agosto de 2020, do citado “Projeto Prioritário Regulação Responsiva”, com foco em um modelo de regulação mais responsivo e menos prescritivo, pode ser o prenúncio de instrumentos mais colaborativos e focados em resultados entre todos os agentes do ambiente regulado da manutenção aeronáutica no Brasil. Isso é o que deve acontecer e é de se esperar que haja sucesso, o que poderá ser monitorado por objetivos desafiadores e factíveis, metas compromissadas, indicadores e pontos de controle instituídos setorialmente, seguidos de engajamento responsável.

Os achados e sugestões evidenciados na presente pesquisa, à parte das prováveis imperfeições, visaram contribuir com o aprimoramento do setor aeronáutico brasileiro, assegurando sua posição no cenário global e propiciando os melhores instrumentos para uma atividade vital para a integração logística e posicionamento geopolítico do país.

REFERÊNCIAS

AIZSTRAUTA, D. et al. Applying Theory of Diffusion of Innovations to Evaluate Technology Acceptance and Sustainability. **Science Direct,** v.43, p.69-77, 2015.

ALIAS, E.S. et al. Adoption of Unified Communications and Collaboration from the Perspective of Diffusion of Innovation and Service-Dominant Logic: A Preliminary View. **International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology**, v.8, n.5, 2018.

ANAC. https://www.anac.gov.br/. (acesso 02.06.2020).

ARAUJO, A. H., Jr. et al. A eficiência operacional do transporte aéreo brasileiro. **Engenharia,** n.582, p.122-130, 2007.

BAGAN, H; GEREDE, E**.** Use of a nominal group technique in the exploration of safety hazards arising from the outsourcing of aircraft maintenance. **Safety Science,** v.118, p.795-804, 2019.

BAVELAS, A. A mathematical model for group structures. **Human Organization**, n.7, p.16-30, 1948.

BELLAMY, L.J. Exploring the relationship between major hazard, fatal and non-fatal accidents through outcomes and causes. **Safety Science**, n.71, p.93-103, 2014.

BORGATTI, S.P.; FOSTER, P.C. The Network Paradigm in Organizational Research: A Review and Typology. **Journal of Management**, v.29, n.6, p.991-1013, 2003.

BORGATTI, S.P.; Centrality and network flow. **Social Networks**, n.27, p.55-71, 2005.

BORGATTI, S.P; LI, X. On Social Network Analysis in a Supply Chain Context. **Journal of Supply Chain Management**, v.45, n.2, p.1-17, 2009.

BORGATTI, Stephen P.; OFEN, Brandon, 2010: Overview: Social Network Theory ans Analysis. (in) DALY, Alan J. **Social Network Theory and Educational Change.** Harvard Education Press, 2010.

BONACICH, P. A Technique for Analysing Overlapping Memberships. **Sociological Methodology (Herbert Costner)**, p.176-185, 1972 (a).

BONACICH, P. Factoring and Weighting Approaches to Status Scores and Clique Identification. **Journal of Mathematical Sociology,** n.2, p.113-20, 1972 (b).

BONACICH, P. Power and Centrality: A Family of Measures. **AJS (The University of Chicago)**, v.92, n.5, p.1170-1182, 1987.

BNDES. Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: Relatório Consolidado**.** Rio de Janeiro: McKinsey & Company, 2010 (http://www.bndes.gov.br).

CAMPBELL, John D.; REYES-PICKNELL, James V. (1995) **Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management.** CRC Press – Taylor and Francis Group, p.193-202, 2016.

CASTELLS, Manuel; CARDOSO, Gustavo. **A Sociedade em Rede: Do Conhecimento à Acção Política**. Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 2006

CENIPA. http://www2.fab.mil.br/cenipa/ (acesso 13/07/2020).

CHAN, Y.; WALMSLEY, R.P. Learning and Understanding the Kruskal-Wallis One-Way Analysis-of-Variance-by-Ranks Test for Differences Among Three or More Independent Groups. **Physical Therapy**, v.77, n.12, p.1755-1761, 1997.

CHATZI, A. V. Safety management systems: an opportunity and a challenge for military aviation organisations. **Aircraft Engineering and Aerospace Technology**, v. 91, n. 1, p. 190–196, 2018.

CHEN, C.F.; CHEN, S. C. Scale develompment of safety management system evaluation for the airline industry. **Accident Analysis and Prevention**, 2012.

COSTA, E.F.; DEL-VECCHIO, R.R. Análise de centralidade de proximidade em aeroportos dos Estados Unidos da América. **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTE DA ANPET**[7], Ouro Preto, 2015.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2ª. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CZEPIEL, Edward. **Practices and Perspectives in Outsourcing Aircraft Maintenance**. Federal Aviation Administration, Washington, 2003.

DECEA. https://www.decea.gov.br/ (acesso 13/07/2020).

DeepAI. https://deepai.org/ (acesso 02/06/2020).

EASLEY, David; KLEINBERG, Jon. **Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World**. Cambridge University Press, 2010.

FIELD, Andy. **Descobrindo a estatística usando o SPSS**. Artmed, 2009

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management,** v.22, n.2, p.152-194, 2002.

FREEMAN, L.C. Centrality in Social Networks Conceptual Clarification. **Social Networks,** n.1, p.215-239, 1978/1979.

[7] ANPET: Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes.

FUKUOKA, K.; FURUSHO, M. Relationship between latent conditions and the characteristics of holes in marine accidents based on the Swiss cheese model. **WMU Journal of Maritime Affairs**, v.15, n.2, p.267–292, 2016.

GHANI, M.S.M.; YI, W.Z. Implementation of Swiss Cheese for UniKL MIAT hangar. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,** 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GILL, G.K; SHERGILL, G.S. Perceptions of safety management and safety culture in the aviation industry in New Zealand. **Journal of Air Transport Management**, n.10, p.233-239, 2004.

GRANOVETTER, M. The Strength of Weak Ties. **The American Journal of Sociology**, v.78, n. 6, p.1360-1380, 1973.

GRANOVETTER, M. Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness. **The American Journal of Sociology**, v.91, n.3, p.481-510, 1985.

GROBMAN, F. MACHADO, M.C. Metodologia baseada em dados secundários em Social Network Analysis (SNA): uma aplicação em Manutenção Aeronáutica. **XXIII SEMEAD**, 2020.

HO, Y; CHIU, H. A social network analysis of leading semiconductor companies' knowledge flow network. **Asia Pac J Manag (Springer),** v.30, p.1265-1283, 2013.

HOPPE, B; REINELT, C. Social network analysis and the evaluation of leadership networks. **The Leadership Quarterly,** n.21, p.600-619, 2010.

HSE (Health and Safety Executive). Successful Health and Safety Management (1991). https://www.hse.gov.uk/ (acesso 30/01/2020).

ICAO. **Annex 19 Safety Management**. First ed. Montreal, Quebec: [s.n.] (a).

ICAO. **Doc 9859 Safety Management Manual**. Third ed. Montreal, Quebec: [s.n.] (b).

ICAO. https://www.icao.int/ (acesso 16/07/2020).

JAISWAL, K. et al. Safety Culture in Aircraft Maintenance Organizations of United Arab Emirates. **Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)**, 2018.

JUNQUEIRA, V.S.V. et al. Procedure structuring for programming aircraft maintenance activities. **Revista de Gestão,** v.27, n.1, p.2-20, 2020.

KAPLAN, Abraham (1964). **The Conduct of Inquiry: methodology for behavorial science**. Routlegde – Taylor and Francis Group, p.23, 2017.

KISTRUCK, G.M. et al. Microfranchising in Base-of-the-Pyramid Markets: Institutional Challenges and Adaptations to the Franchise Model. **Entrepreneurship: Theory & Practice,** p.503-531, 2011.

KNOTTS, R.M.H.. Civil aircraft maintenance and support: Fault diagnosis from a business perspective. **Journal of Quality in Maintenance Engineering,** v.5, n. 4, p.335-347, 1999.

KUO, N-T et al. Establishing a measurement scale for safety culture in the hotel industry. **Journal of Hospitality and Tourism Management**, n.42, p.12-28, 2020.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAWRENSON, A. J.; BRAITHWAITE, G. R. Regulation or criminalisation: What determines legal standards of safety culture in commercial aviation? **Safety Science**, v. 102, n. February 2017, p. 251–262, 2018.

LEE, W.K; KIM, S.J. Roles of Safety Management System (SMS) in Aircraft Development. **International Journal of Aeronautical and Space Sciences**, v.16, n.3, p.451–462, 2015.

LEVIN, D.Z; CROSS, R. The Strength of Weak Ties You Can Trust: The Mediating Role of Trust in Effective Knowledge Transfer. **Management Science**, v.50, n. 11, p.1477-1490, 2004.

MCDONALD, N et al. Safety management systems and safety culture in aircraft maintenance organisations. **Safety Science,** n.34, p.151-176, 2000.

MACHADO, M.C. Estudo sobre a relação entre a cultura de *safety* e a gestão da qualidade nas empresas de manutenção aeronáutica. **Chamada universal – MCTIC/CNPq nº 28/2018 Faixa B, 2018.**

MACHADO, M.C. Estudo sobre a difusão da Cultura de *Safety* em Empresas de Manutenção Aeronáutica: Uma análise a partir da utilização da abordagem de *Social Network Analysis*. **CHAMADA CNPq Nº 06/2019. Julho, 2019.**

MACHADO, M.C. Difusão da Cultura de *Safety* entre Empresas de Manutenção Aeronáutica: Uma análise a partir da utilização da abordagem de *Social Network Analysis*. **Chamada CNPq Nº 09/2020. Julho, 2020.**

MACHADO, M.C. et al. Manutenção Aeronáutica no Brasil: distribuição geográfica e técnica. **Gestão da Produção**, v.22, n. 2, p.243-253, 2015.

MACHADO, M.C. et al. Gestão de Empresas de Manutenção Aeronáutica. **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Salvador: ENEGEP, 2009.

MACHADO, M.C. et al. A qualitative study of outsourced aeronautical maintenance: The case of Brazilian organizations. **Journal of Air Transport Management**, n.55, p.176-184, 2016.

MARQUES, L. et al. Knowledge diffusion in a global supply network: a network of practice view. **Journal of Supply Chain Management**, v.56, n.1, pg.33-53, 2020.

MITCHELL, J. Clyde. The concept and use of social networks. In: J.C.Mitchell (Ed). **Social networks in urban situations.** Manchester, England: University of Manchester Press, 1969.

NÆVESTAD, T. O.; HESJEVOLL, I. S.; PHILLIPS, R. O. How can we improve safety culture in transport organizations? A review of interventions, effects and influencing factors. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v.54, p.28–46, 2018.

NOHRIA, Nitin. Introduction: is a network perspective a useful way of studying organizations? In: NOHRIA, Nitin, ECCLES, Robert (ed). **Networks and organizations: structure, form and action.** Boston: Harvard Business School Press, 1992.

OEE - https://www.oee.com.br/ (acesso 30/01/2020).

OTANI, M; MACHADO, W.V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, v.4, n.2, p.1-16, 2008.

PASSENIER, D. et al. Modeling safety culture as a socially emergent phenomenon: a case study in aircraft maintenance. **Springerlink.com**, 2016.

PETTERSEN, K.A.; AASE, K. Explaining safe work practices in aviation line maintenance. **Safety Science,** n.46, p.510-519, 2008.

PIDGEON, N; O'LEARY, M. **Organisational safety culture: implications for aviation practice (1994)**. In: Johnston, N.; Fuller, R.; McDonald, N (Eds.) Aviation Psychology in Practice. Routlegde – Taylor and Francis Group, p.21-43, 2017.

PINTELON, L. et al. Evaluating the effectiveness of maintenance strategies. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v.12, n.1, p.7-20, 2006.

PROVAN, K.G. et al. Interorganizational Networks at the Network Level: A Review of the Empirical Literature on Whole Networks. **Journal of Management,** v.33, n.3, p.479-516, 2007.

PUN, K.F. et al. An effectiviness-centred approach to maintenance: a case study. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v.8, n. 4, p.346-368, 2002.

QUIVY, Raymond; VAN CAMPENHOUDT, Luc. **Manual de Investigação em Ciências Sociais.** 4ª Ed, Lisboa: Gradiva, 2005.

REASON, J. Human error: models and management. **BMJ,** v.320, p.768-770, 2000.

ROGERS, Everett M**. Diffusion of Innovations.** 3ª Ed, London: The Free Press. 1983**.**

ROGERS, Everett M**.** Diffusion of preventive innovations. **Addictive Behaviors,** n.27, p.989-993, 2002.

SARKIS, J. et al. An organizational theoretic review of green supply chain management literature. **International Journal of Production Economics,** n.130, p.1-15, 2011.

SARKIS, J. et al. Overcoming the Arrogance of Ignorance: Supply-Chain Lessons from COVID-19 for Climate Shocks. **One Earth,** n.3, p.9-12, 2020.

SHAW, M.E. Group structure and behavior of individuals in small groups. **Journal of Psychology**, n.38, p.139-149, 1954.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2005.

TANG, R; ELIAS, B. Offshoring of airline maintenance: Implications for domestic jobs and aviation safety. **Congressional Research Service,** 2012.

TICHY, N.M. et al. Social Network Analysis for Organizations. **Academy of Management Review,** v.4, n.4, p.507-519, 1979.

TOFFLER, Alvin. **Powershift: As Mudanças do poder**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Record, 1990.

TSANG, A.H.C. A strategic approach to managing maintenance performance. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v.4, n.2, p.87-94, 1998.

VAN NUNEN, K. et al. Bibliometric analysis of safety culture research. **Safety Science**, v. 108, n. November 2016, p.248–258, 2018.

WANG, H.L. Perception of safety culture: Surveying the aviation divisions of Ministry of National Defense, Taiwan, Republic of China. **Safety Science**, n.108, p.104-112, 2018.

WICHMANN, B.K; KAUFMANN, L. Social network analysis in supply chain management research. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management,** v.46, n.8, p.740-762, 2016.

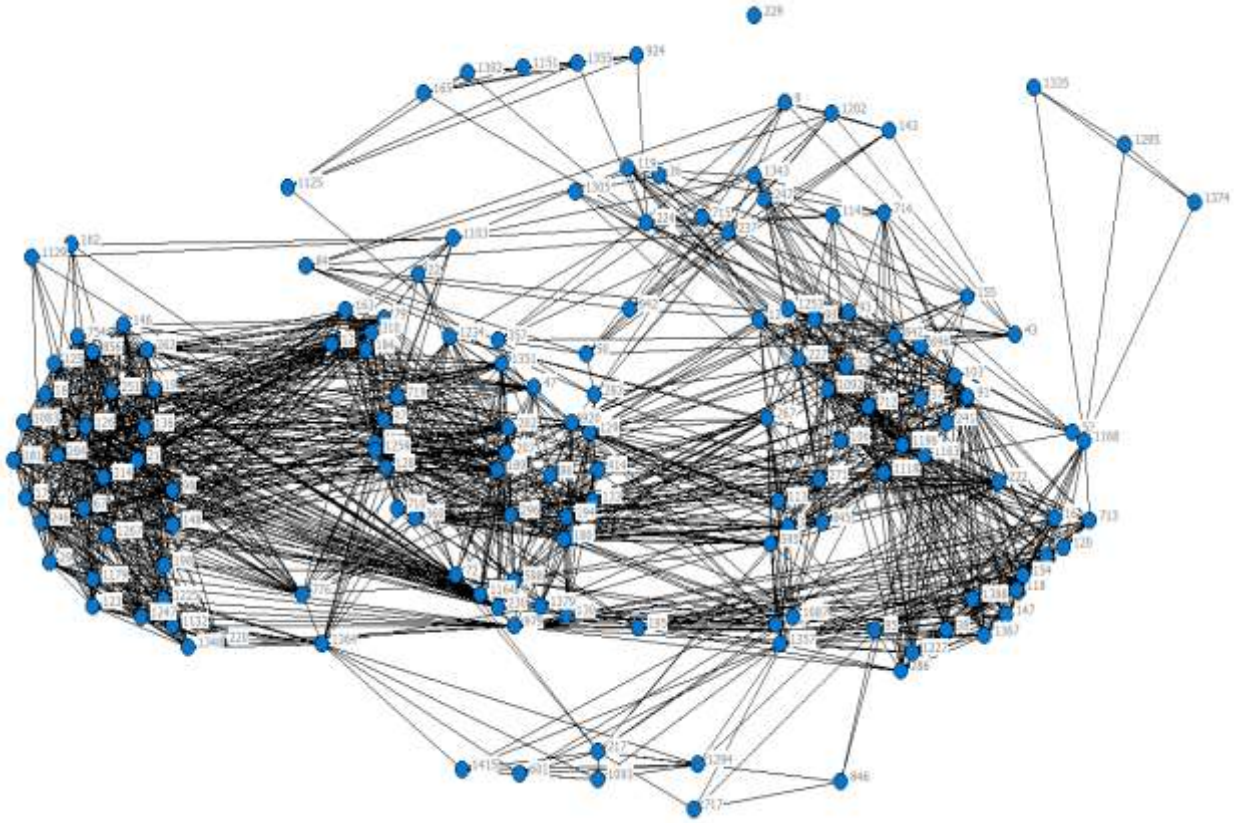
WIKIPEDIA (https://en.wikipedia.org/wiki/Swiss_cheese_model), 2020.

WILLIAMS, T.A.; SHEPHERD, P.A. Mixed Method Social Network Analysis: Combining Inductive Concept Development, Content Analysis, and Secondary Data for Quantitative Analysis. **Organizational Research Methods**, v.20, n.2, p.268-298, 2017.

YAZGAN, E.; YILMAZ, A. K. Prioritisation of factors contributing to human error for airworthiness management strategy with ANP. **Aircraft Engineering and Aerospace Technology**, v.91, n.1, p.78–93, 2018.

APÊNDICE 1

Rede de OMAs gerada com dados ANAC no *NetDraw*



APÊNDICE 2

Tabela de Medidas de Centralidade das OMAs obtida no UCINet

Nº Ordem	1 Degree	2 Closeness	3 Eigenvector	4 Betweeness
1	108	200,000	0,755	36,000
2	44	264,000	0,127	9,774
3	112	196,000	0,821	43,084
4	72	236,000	0,598	0,000
5	72	236,000	0,631	1,427
6	73	235,000	0,486	2,733
7	76	232,000	0,750	4,642
8	76	232,000	0,750	4,642
9	100	208,000	0,496	32,421
10	69	239,000	0,538	0,000
11	105	203,000	0,677	28,512
12	66	242,000	0,312	0,000
13	100	208,000	0,564	14,653
14	72	236,000	0,598	0,000
15	139	169,000	0,911	104,471
16	93	215,000	0,248	50,795
17	132	176,000	0,740	102,081
18	146	162,000	0,464	185,749
19	81	227,000	0,377	17,121
20	74	234,000	0,665	3,203
21	122	186,000	0,854	61,040
22	111	197,000	0,769	39,083
23	72	236,000	0,598	0,000
24	98	210,000	0,258	64,298
25	145	163,000	0,654	160,155
26	111	197,000	0,626	50,468
27	100	208,000	0,815	14,653
28	112	196,000	0,499	65,691
29	78	230,000	0,516	7,886
30	121	187,000	0,849	63,682
31	76	232,000	0,750	4,642
32	100	208,000	0,815	14,653
33	100	208,000	0,564	14,653
34	106	202,000	0,792	27,616
35	93	215,000	0,248	50,795
36	72	236,000	0,598	0,000
37	64	244,000	0,425	0,000
38	72	236,000	0,598	0,000

39	69	239,000	0,538	0,000
40	72	236,000	0,631	1,427
41	76	232,000	0,750	4,642
42	119	189,000	0,826	60,361
43	149	159,000	0,781	170,682
44	121	187,000	0,739	64,439
45	146	162,000	0,776	161,947
46	76	232,000	0,750	4,642
47	43	265,000	0,114	7,230
48	72	236,000	0,631	1,427
49	72	236,000	0,598	0,000
50	76	232,000	0,750	4,642
51	90	218,000	0,564	19,420
52	72	236,000	0,598	0,000
53	119	189,000	0,826	60,361
54	139	169,000	0,811	104,471
55	38	270,000	0,258	0,000
56	112	196,000	0,821	43,084
57	32	276,000	0,094	0,000
58	121	187,000	0,739	64,439
59	114	194,000	0,725	45,676
60	136	172,000	1,000	88,082
61	136	172,000	0,895	91,463
62	100	208,000	0,602	31,842
63	74	234,000	0,665	3,203
64	136	172,000	1,000	88,082
65	136	172,000	1,000	88,082
66	42	266,000	0,259	2,513
67	69	239,000	0,538	0,000
68	77	231,000	0,497	8,744
69	82	226,000	0,401	19,916
70	105	203,000	0,677	28,512
71	14	294,000	0,025	0,000
72	120	188,000	0,827	54,222
73	88	220,000	0,215	46,940
74	100	208,000	0,564	14,653
75	74	234,000	0,665	3,203
76	75	233,000	0,321	15,837
77	76	232,000	0,605	4,642
78	76	232,000	0,750	4,642
79	118	190,000	0,702	74,440
80	114	194,000	0,608	64,824
81	154	154,000	0,534	247,849
82	76	232,000	0,750	4,642
83	72	236,000	0,598	0,000
84	139	169,000	0,870	102,220
85	69	239,000	0,538	0,000
86	112	196,000	0,821	43,084

87	76	232,000	0,750	4,642
88	141	167,000	0,473	205,349
89	142	166,000	0,666	144,142
90	108	200,000	0,755	36,000
91	130	178,000	0,806	91,166
92	35	273,000	0,188	0,000
93	100	208,000	0,564	14,653
94	120	188,000	0,720	66,875
95	100	208,000	0,815	14,653
96	64	244,000	0,425	0,000
97	85	223,000	0,339	35,040
98	25	283,000	0,116	0,000
99	116	192,000	0,748	52,755
100	72	236,000	0,631	1,427
101	106	202,000	0,575	37,641
102	106	202,000	0,792	27,616
103	25	283,000	0,116	0,000
104	72	236,000	0,631	1,427
105	148	160,000	0,847	159,842
106	32	276,000	0,094	0,000
107	113	195,000	0,307	92,448
108	135	173,000	0,362	143,762
109	72	236,000	0,631	1,427
110	91	217,000	0,466	20,161
111	100	208,000	0,815	14,653
112	35	273,000	0,188	0,000
113	86	222,000	0,535	20,228
114	100	208,000	0,815	14,653
115	58	250,000	0,239	17,745
116	38	270,000	0,258	0,000
117	69	239,000	0,538	0,000
118	32	276,000	0,083	0,000
119	100	208,000	0,815	14,653
120	120	188,000	0,827	54,222
121	80	228,000	0,413	19,157
122	69	239,000	0,538	0,000
123	100	208,000	0,815	14,653
124	44	264,000	0,127	9,774
125	69	239,000	0,538	0,000
126	100	208,000	0,815	14,653
127	128	180,000	0,685	101,984
128	110	198,000	0,701	45,060
129	69	239,000	0,538	0,000
130	111	197,000	0,626	50,468
131	119	189,000	0,826	60,361
132	74	234,000	0,665	3,203
133	77	231,000	0,497	8,744
134	15	293,000	0,023	0,000

135	32	276,000	0,094	0,000
136	66	242,000	0,312	0,000
137	15	293,000	0,023	0,000
138	64	244,000	0,425	0,000
139	69	239,000	0,538	0,000
140	135	173,000	0,803	115,858
141	32	276,000	0,094	0,000
142	88	220,000	0,570	13,383
143	89	219,000	0,664	22,906
144	72	236,000	0,598	0,000
145	82	226,000	0,401	19,916
146	124	184,000	0,787	68,459
147	72	236,000	0,598	0,000
148	35	273,000	0,188	0,000
149	88	220,000	0,543	27,312
150	79	229,000	0,405	9,436
151	72	236,000	0,598	0,000
152	22	286,000	0,059	0,000
153	72	236,000	0,598	0,000
154	72	236,000	0,598	0,000
155	64	244,000	0,425	0,000

APÊNDICE 3

Elaboração do Questionário

No Quadro 1 é introduzida a Escala para Avaliação de *SMS* na Indústria de Transporte Aéreo elaborada por Chen e Chen (2012). Essa escala está estruturada em 5 fatores contendo um total de 25 itens.

Quadro 1

DESENVOLVIMENTO DE ESCALA PARA AVALIAÇÃO DE *SMS* NA INDÚSTRIA DE TRANSPORTE AÉREO Chen e Chen (2012)		
FATORES		**ITENS**
Factor 1	**Documentation and commands**	**DC1: Managers order clear commands for SMS operation.**
		DC2: The contents of SMS manual are readily understood.
		DC3: System can precisely save, secure and trace the information.
		DC4: Establish an incentive system to reward the good SMS performance.
		DC5: There is an intranet system to share the SMS related information.
		DC6: Simple and unified standard for safety behavior.
		DC7: Documents are reserved and updated in a standardized format.
Factor 2	**Safety promotion and training**	**PT1: Employees learn the concepts through training.**
		PT2: Employees know how to execute SMS through training.
		PT3: Employees upgrade the self-managed ability through training.
		PT4: Company provides training continuously.
		PT5: Employees construct the correct safety attitude through training.
		PT6: Company holds SMS promotion activities regularly.
		PT7: Company provides diverse training programs.
Factor 3	**Executive management commitment**	**EMC1: Top management participates in the SMS related activities.**
		EMC2: Management handles safety issues following just culture.
		EMC3: Top management declares the determination to execute SMS, even when the company finance is in the down cycle.
		EMC4: Top management declares commitment in formal documents.
Factor 4	**Emergency preparedness and response plan**	**EP1: Employees acquainted with the plan.**
		EP2: Employees are trained to execute the plan periodically.
		EP3: Company simulates the plan periodically.
		EP4: Company establishes the plan with clear procedures and individual responsibility.
Factor 5	**Safety Management Policy**	**MP1: Company develops the precise standard to monitor and evaluate the SMS performance.**
		MP2: Company continuously improves the SMS performance.
		MP3: Company's internal reporting channel is highly accessible.

No Quadro 2 os 25 itens da Escala para Avaliação de *SMS* na Indústria de Transporte Aéreo elaborada por Chen e Chen (2012) são arranjados, mediante análise qualitativa dos respectivos conteúdos, na estrutura de 4 componentes com 12 elementos definida pela *ICAO* como diretrizes para implementação de *SMS*.

Quadro 2

ESTRUTURA 4 COMPONENTES COM 12 ELEMENTOS *ICAO* (2020)	ARRANJO DOS ITENS DA ESCALA NA ESTRUTRA ORIENTADA PELA *ICAO*
1. Safety policy and objectives	
1.1 Management commitment and responsibility	EMC4: Top management declares commitment in formal documents.
	EMC3: Top management declares the determination to execute SMS, even when the company finance is in the down cycle.
1.2 Safety accountabilities	EMC1: Top management participates in the SMS related activities.
	EMC2: Management handles safety issues following just culture.
1.3 Appointment of key safety personnel	DC1: Managers order clear commands for SMS operation.
	EP1: Employees acquainted with the plan.
1.4 Coordination of emergency response planning	EP4: Company establishes the plan with clear procedures and individual responsibility.
	EP3: Company simulates the plan periodically.
1.5 SMS documentation	DC2: The contents of SMS manual are readily understood.
	DC7: Documents are reserved and updated in a standardized format.
2. Safety risk management	
2.1 Hazard identification	DC3: System can precisely save, secure and trace the information.
2.2 Risk assessment and mitigation	DC6: Simple and unified standard for safety behavior.
3. Safety assurance	
3.1 Safety performance monitoring and measurement	MP1: Company develops the precise standard to monitor and evaluate the SMS performance.
3.2 The management of change	DC4: Establish an incentive system to reward the good SMS performance.
3.3 Continuous improvement of the SMS	MP2: Company continuously improves the SMS performance.
4. Safety promotion	
4.1 Training and education	PT7: Company provides diverse training programs.
	PT4: Company provides training continuously.
	PT1: Employees learn the concepts through training.
	PT2: Employees know how to execute SMS through training.
	PT3: Employees upgrade the self-managed ability through training.
	PT5: Employees construct the correct safety attitude through training.
4.2 Safety communication.	PT6: Company holds SMS promotion activities regularly.
	MP3: Company's internal reporting channel is highly accessible.
	DC5: There is an intranet system to share the SMS related information.
	EP2: Employees are trained to execute the plan periodically.

APÊNDICE 4

Questões relativas a *SMS* (SGSO)

Os 25 itens arranjados na estrutura da *ICAO* foram traduzidos e adaptados para o contexto do SGSO / ANAC para originar as questões da *Survey*, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1

Requisitos ICAO DOC 9859	Afirmações para Análise Concordância ou Discordância	Resposta em Escala Likert 5 pontos (1) Discordo Totalmente (2) Discordo Parcialmente (3) Neutro (4) Concordo Parcialmente (5) Concordo Totalmente
1. Política e Objetivos de *Safety*		
1.1. Comprometimento e Responsabilidade da Gestão	A alta gestão da empresa declara comprometimento com a Cultura de *Safety* e o SGSO em documentos formais	
	A alta gestão declara a determinação de executar o SGSO mesmo quando os resultados financeiros não estão bons	
1.2. Responsabilidade de Segurança	A alta gestão participa das atividades relacionadas com SGSO	
	A alta gestão lida com assuntos de segurança de forma adequada aos parâmetros de SGSO	
1.3. Designação do pessoal chave de segurança	As ordens de comando para operações relacionadas ao SGSO são claras	
	Os empregados têm a correta atitude de segurança alinhada com os parâmetros estabelecidos para o SGSO	
1.4. Coordenação do plano de resposta a emergências	A empresa estabelece os planos relacionados a Cultura de *Safety* e ao SGSO com procedimentos claros e responsabilidades individuais discriminadas	
	A empresa estimula o desenvolvimento e atualização dos seus membros em relação ao Plano de Respostas e Emergência periodicamente	
1.5. Documentação do SGSO	O conteúdo do Manual de SGSO é facilmente inteligível para todos os níveis de colaboradores da empresa	
	Os documentos relacionados ao SGSO são elaborados e atualizados em formatos padronizados e com sistema de controle de versão	

2. **Gestão do Risco de Segurança**		
2.1. Identificação de Riscos	O sistema SGSO pode manter, assegurar e rastrear as informações com precisão	
2.2. Avaliação e Mitigação de Riscos	Há na empresa padrões simples e unificados para identificação e ações relacionadas ao SGSO	
3. **Garantia de Segurança**		
3.1. Monitoramento e Medidas de Desempenho da Segurança	A empresa desenvolve o padrão claro e objetivo para monitorar e avaliar o desempenho do SGSO	
3.2. Gestão da Mudança	A empresa tem iniciativas de incentivo para recompensar a melhoria da performance em segurança, com parâmetros definidos no SGSO	
3.3. Melhoria Contínua do SGSO	A empresa promove a melhoria contínua do desempenho do SGSO	
4. Promoção da Segurança		
4.1. Treinamento e Educação	A empresa provê programas de treinamentos diversos relacionados ao SGSO e outros temas específicos da segurança	
	Os treinamentos aos colaboradores relacionados ao SGSO ocorrem periódica e regularmente	
	Os treinamentos aos colaboradores relacionados ao SGSO envolvem conceitos de segurança, práticas de segurança e habilidades de auto-gestão em segurança	
4.2. Comunicação de Segurança	A empresa efetua atividades de comunicação e promoção da Cultura de *Safety* e SGSO regularmente	
	Os canais internos de reporte da empresa são de alta acessibilidade em relação aos temas de segurança	
	A empresa tem um sistema na *intranet* com área especificamente dedicada ao compartilhamento das informações relacionadas a SGSO	
	Os colaboradores são atualizados sobre SGSO e Plano de Resposta a Emergências regularmente	

APÊNDICE 5

Tabela de Valores Críticos da Distribuição Qui-quadrado

(FIELD, 2009, p.671)

	p			p	
gl	0.05	0.01	gl	0.05	0.01
1	3.84	6.63	25	37.65	44.31
2	5.99	9.21	26	38.89	45.64
3	7.81	11.34	27	40.11	46.96
4	9.49	13.28	28	41.34	48.28
5	11.07	15.09	29	42.56	49.59
6	12.59	16.81	30	43.77	50.89
7	14.07	18.48	35	49.80	57.34
8	15.51	20.09	40	55.76	63.69
9	16.92	21.67	45	61.66	69.96
10	18.31	23.21	50	67.50	76.15
11	19.68	24.72	60	79.08	88.38
12	21.03	26.22	70	90.53	100.43
13	22.36	27.69	80	101.88	112.33
14	23.68	29.14	90	113.15	124.12
15	25.00	30.58	100	124.34	135.81
16	26.30	32.00	200	233.99	249.45
17	27.59	33.41	300	341.40	359.91
18	28.87	34.81	400	447.63	468.72
19	30.14	36.19	500	553.13	576.49
20	31.41	37.57	600	658.09	683.52
21	32.67	38.93	700	762.66	789.97
22	33.92	40.29	800	866.91	895.98
23	35.17	41.64	900	970.90	1001.63
24	36.42	42.98	1000	1074.68	1106.97