

**METODOLOGIA BASEADA EM DADOS SECUNDÁRIOS EM SOCIAL NETWORK ANALYSIS (SNA): uma aplicação em Manutenção Aeronáutica**

**FERNANDO GROBMAN**  
UNIVERSIDADE PAULISTA (UNIP)

**MARCIO CARDOSO MACHADO**  
UNIVERSIDADE PAULISTA (UNIP)

# METODOLOGIA BASEADA EM DADOS SECUNDÁRIOS EM *SOCIAL NETWORK*

## *ANALYSIS (SNA): uma aplicação em Manutenção Aeronáutica*

### 1. INTRODUÇÃO

A *Social Network Analysis (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* também pode ser vista como uma abordagem que foca na maneira pela qual as relações entre os atores na rede social são estruturadas, dispondo de técnicas de modelagem e ferramentas analíticas para sua avaliação (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 literatura relacionando *SNA* com Operações e Cadeia de Suprimentos é extensa e variada, sendo que o estado da arte do conhecimento é constantemente ampliado com novas pesquisas, grande parte com temas inéditos ou abordagens originais. Trabalhos introdutórios da teoria de *SNA*, bem como revisão sistemática de literatura (BORGATTI; LI, 2009; WICHMANN; KAUFMANN, 2016) proporcionaram um *overview* para pesquisadores envolvidos com Operações e Cadeias de Suprimentos. Pesquisas recentes na base de dados Scopus indicam tendências interessantes na utilização da *SNA* em temas de Operações e Cadeias de Suprimentos, como por exemplo (i) a identificação dos *stakeholders* com significativa influência nas decisões que impactam custos de transação em uma rede que opera com habitações pré-fabricadas (WU et al, 2019), e (ii) a aferição das preferências de consumidores em uma estrutura relacional de mercado de alimentos (NICOLOSI et al, 2019).

Em contraponto à diversificação dos temas à luz da *SNA*, observa-se um manifesto desconforto de pesquisadores quanto às dificuldades inerentes ao método. Apesar da atratividade decorrente pela abordagem de redes, levantam diferentes desafios metodológicos associados ao uso do método *SNA* (WICHMANN; KAUFMANN, 2016). Esses desafios são muito relacionados com as dificuldades de coleta de dados para estruturação das redes. Grande parte das pesquisas é feita com dados primários de caráter quantitativo coletados com base em mecanismos de geração de nomes (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017), o que pode tender a configuração da estrutura da rede e acarretar desvios nas medidas de centralidade (WICHMANN; KAUFMANN, 2016). O mapeamento de redes de grandes proporções pode demandar recursos e tempo muitas vezes indisponíveis para a característica da pesquisa (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017).

Pelas razões expostas, a aplicação de um método em *SNA*, alternativo ao procedimento hegemônico, envolvendo dados secundários de caráter qualitativo ou descritivo, oferece atratividade e uma série de benefícios. Em especial permite a fusão de diversos conjuntos de dados que permitem explorar mais extensivamente redes maiores, com menor dispêndio de recursos, em tempo e valor (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017).

Esse conceito metodológico foi escolhido para investigar as Organizações de Manutenção Aeronáutica – OMA, no Brasil, mediante dados secundários, disponíveis de forma confiável e a baixo custo, publicados por um órgão regulatório nacional acreditado como a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

As OMAs são as estruturas habilitadas pela ANAC para executar, em diversos arranjos organizacionais as atividades de manutenção aeronáutica. Têm como propósito prover a disponibilidade confiável das aeronaves, ao mínimo custo, para os operadores aéreos (KNOTTS, 1999). O desempenho dessas organizações é crítico, por razões de custo, disponibilidade operacional e integração entre as regiões em um país com as dimensões do Brasil (MACHADO et al, 2015). O país está entre os 10 (dez) maiores mercados aeroviários do mundo, com mais de 93 milhões de passageiros anuais (ANAC, 2019).

Dessa forma, a questão de pesquisa (QP) para este artigo é:

*QP: Como aplicar um método baseado em dados secundários, em SNA, no contexto das OMAs no Brasil?*

A solução se baseia na aplicação e respectiva validação do método adaptado da metodologia proposta por Williams e Shepherd (2017).

O trabalho está em progresso e este artigo tem o propósito limitado à apresentação da metodologia baseada em dados de fonte secundária em *SNA*, que é utilizada para a construção da rede e geração das respectivas medidas de centralidade.

A relevância da publicação, antecipada e em separado, dos aspectos metodológicos testados é a promoção e debate de um instrumento de pesquisa, como já mencionado, de extrema simplicidade, envolvendo poucos recursos em tempo e valor. E que, sobretudo, é adaptável a uma extensa gama de pesquisas sociais relacionadas a fenômenos que podem ser investigados na perspectivas de redes, para os quais haja disponibilidade de dados secundários de acesso confiável.

Para fundamentar a adequação do método à pesquisa é necessário delinear referências teóricas sobre *SNA* e as respectivas métricas das redes, assim como, Manutenção Aeronáutica.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. *Social Network Analysis* – SNA**

A perspectiva de redes não é nova no estudo organizacional. Nessa perspectiva 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). Na perspectiva de redes, qualquer sistema é visto como um conjunto de agentes ou nós (BORGATTI; LI, 2009). De maneira simples, redes são qualquer conjunto de objetos em que alguns pares desses objetos estão conectados, ou seja, têm ligações (EASLEY; KLEINBERG, 2010, pg.2).

Um dos aspectos mais notórios em relação à sociedade e à economia, no mundo atual, é a chamada Sociedade em Redes (CASTELLS; CARDOSO, 2005) e o comportamento econômico dos agentes numa sociedade em rede é, em muito, decorrente da sua incorporação ou imersão na própria rede de relacionamentos (GRANOVETER, 1985).

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, 2005). Esse fato está intimamente conectado ao enunciado da difusão proposto por Rogers (1983), de que a disseminação da inovação se dá pela informação comunicada em determinados canais, para um meio social específico ao longo do tempo.

Esses aspectos acima mencionados, de maneira conjunta, conduzem ao interesse em avaliar a comunidade de empresas que realizam manutenção em aeronaves, bem como, o grau de interação entre elas, sob a ótica de redes. O corpo de conhecimento que propicia entendimento de como se estruturam fisicamente as redes, bem como, a tipologia dos relacionamentos que ocorrem entre os agentes, é a *SNA*. 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). E a característica fundamental da *SNA* é que a unidade básica de dados para estudo é a díade - par de atores ou nós – e sempre considerados os relacionamentos entre todos os pares de nós da rede (BORGATTI; LI, 2009).

A tipificação das ligações é análoga, seja quando se trata de pessoas, ou de organizações, podendo ser sintetizada no Quadro 1 - Tipologia das Ligações Estudadas na *SNA*, no qual as ligações, ou vínculos, são de dois tipos principais, contínuas ou discretas.

As similaridades são condições pré-existentes da díade, coparticipação ou atributos compartilhados. As relações sociais são ligações como parentesco, amizade, afeto ou desafeto. As interações são eventos discretos que podem ser contados no tempo. E, por fim, os fluxos são algo que se move ou é transmitido entre os nós por conta da interação, podendo ser informação, material e valores. Por fim, todas essas ligações podem ocorrer simultaneamente, fenômeno denominado “multiplexidade”. (BORGATTI; LI, 2009).

Quadro 1 – Tipologia das Ligações Estudadas na *SNA*

Tipo de Vínculo	Categorias	Nas Organizações	Para os Indivíduos
Contínuo	Similaridades	Participação conjunta em associações	Vizinhança
	Relações Sociais	JVs, alianças estratégicas, acordos comerciais, sociedade, concorrência	Amizade entre profissionais de empresas diferentes
Discreto	Interações	Vender para, concorrer com	Jogar futebol junto
	Fluxos	Transferência tecnologia, dinheiro, oferecer consignação de estoque	Empregado vaza informação para empregado de outra empresa

Fonte: Adaptado de BORGATTI; LI, 2009

Ainda no nível de díade, existe um princípio muito relevante na *SNA* - a homofilia -, que de forma simples representa a propensão de um ator à similaridade com seus amigos (EASLEY; KLEINBERG, 2010, pg.86). Reciprocamente, homofilia é constituída pela tendência de pessoas ou atores de estabelecer vínculos com outros atores parecidos em algum atributo social significativo (BORGATTI; OFEM, 2010, pg.20). Conectando o conceito de homofilia com o construto da Difusão das Inovações, o primeiro poderia traduzir-se em um direcionador da difusão por conta da tendência das pessoas para interagir mais com os da mesma espécie, inclusive adotando práticas análogas aos seus similares (BORGATTI; FOSTER, 2003; MARQUES et al., 2020). A homofilia pode ser categorizada por conta de seus antecedentes, como relacional, por localização e, muito em linha com os pressupostos deste trabalho, a homofilia por prática (MARQUES et al., 2020).

Os aspectos estruturais são representados por uma coleção de métricas que avaliam diversos aspectos da topologia da rede. 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. De outra forma, se os alters estiverem conectados entre si diz-se que a rede é densa (BORGATTI; LI, 2009).

Um aspecto que dá destaque ao entendimento das redes, na ótica da sua densidade, é a expectativa de que, para algumas questões, a interação do nó focal com nós interconectados

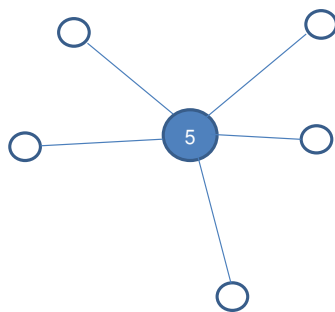
gera disseminação mais rápida e intensa da informação, porém a qualidade dessa informação pode ser redundante. Na hipótese da rede ter buracos estruturais e baixa interconectividade dos alters, ou seja, sendo mais esparsa, aumenta a chance de informações não redundantes. As redes esparsas também são ambientes tipicamente propícios à perda de controle da autoridade, por exemplo em indústrias licenciadas ou franqueadas, quando alters distantes ficam confortáveis para se distanciar de políticas e procedimentos.

As propriedades discutidas acima estão relacionadas 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 (GRANOVETTER, 1973; LEVIN; CROSS, 2004). Por esse entendimento, os laços fracos ocorrem entre atores distantes e que interagem com pouca frequência, mas são profícuos na difusão de ideias e soluções a problemas desafiadores. Em contraponto, 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).

Aspectos como os introduzidos acima conduzem à conclusão de que métricas conhecidas de redes, denominadas em conjunto como medidas de centralidade, são elementos fundamentais da *SNA*. A posição estrutural desses atores é um condicionante das oportunidades ou restrições que impactarão os mesmos. Essas métricas passam a ser examinadas a seguir (BORGATTI; LI, 2009; HO; CHIU, 2013; MACHADO, 2019):

- (i) Grau de Centralidade (*Degree centrality -DC*): mede como o ator se conecta com outros atores na rede. A ideia é que quanto maior a quantidade de outros atores com os quais um ator está conectado maior a sua importância. Em redes não direcionadas o grau de centralidade é dado pelo número de ligações diretas de um ator com os demais, conforme Figura 1 – Grau de Centralidade em Redes Não-direcionadas (BORGATTI; LI, 2009; HO; CHIU, 2013; MACHADO, 2019).

Figura 1 – Grau de Centralidade em Redes Não-direcionadas

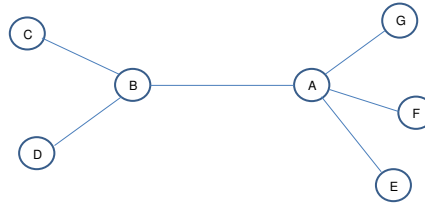


Fonte: Os Autores

Quando as redes são direcionadas podem ser realizadas as métricas *indegree* ou *outdegree*, que correspondem respectivamente à percentagem de ligações com outros atores que o ator tem em sua direção, ou ligações em direção aos outros atores (MACHADO, 2019).

- (ii) Centralidade de Intermediação (*Betweenness centrality -BC*): mede o quanto um ator serve de intermediário, ou “ponte”, entre outros pares de atores da rede, logo representa o grau em que um ator está no caminho mais curto entre dois outros atores. A ideia é que o quanto um ator serve de caminho para outros atores se conectarem ou receberem informações reflete a sua importância (BORGATTI; LI, 2009; HO; CHIU, 2013; MACHADO, 2019), conforme representado na Figura 2– Centralidade de Intermediação.

Figura 2 – Centralidade de Intermediação.



$$BC(A) = G-F + G-E + G-B + F-E + F-B + E-B + G-C + G-D + F-C + F-D + E-C + E-D = 12$$

$$BC(B) = C-D + C-A + D-A + C-G + C-F + C-E + D-G + D-F + D-E = 9$$

$$BC(C; D; E; F; G) = 0$$

Fonte: Os Autores

- (iii) Centralidade de Proximidade (*Closeness centrality - CC*): mede o quanto um ator está próximo do ator mais importante na rede; e, é definida pela soma das distâncias, em termos de números de ligações, “de” e “para” todos os outros atores. A ideia é que a proximidade com os outros nós confere importância ao ator. É uma medida mais útil e consistente quando não é considerada a direção da ligação. Considerando-se a mesma rede exemplificada na Figura 4, a avaliação de proximidade para cada nó se daria conforme Tabela 1 – Matriz de Apuração de Grau de Proximidade (BORGATTI; LI, 2009; HO; CHIU, 2013; MACHADO, 2019).

Tabela 1 – Matriz de Apuração de Grau de Proximidade

	A	B	C	D	E	F	G	SOMA
A	0	1	2	2	1	1	1	8
B	1	0	1	1	2	2	2	9
C	2	1	0	2	3	3	3	14
D	2	1	2	0	3	3	3	14
E	1	2	3	3	0	2	2	13
F	1	2	3	3	2	0	2	13
G	1	2	3	3	2	2	0	13

Fonte: Os Autores

- (iv) Centralidade de Autovetor (*Eigenvector Centrality - EC*): um ator que é conectado a atores que por sua vez são bem conectados é considerado mais central do que os atores conectados a outros menos conectados, ou seja, a Centralidade de Autovetor distingue atores que tem o mesmo Grau de Centralidade. É uma medida da influência de um nó na rede (BORGATTI; LI, 2009). A ideia é que um ator importante se relaciona com outros atores importantes. A medida do autovetor de um ator será proporcional à soma das pontuações de todos os atores que estão conectados a ele (MACHADO, 2019).

## 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 recondiçõamentos, 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 manutenção deixou de ter um papel tático nas organizações em geral, passando a exercer um papel muito mais estratégico, chegando a integrar o chamado “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 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 identificar as partes que falharam e farão as respectivas ações de reparo (KNOTTS, 1999; MACHADO et al., 2015).

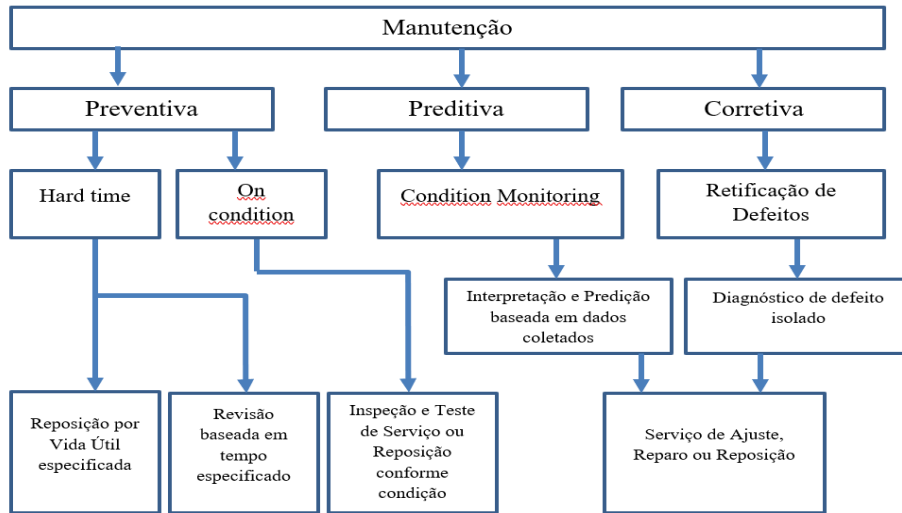
A manutenção preventiva é executada em intervalos predeterminados para mitigar a ocorrência de falhas, ou degradação dos ativos, ou queda no desempenho (OTANI; MACHADO, 2008; JUNQUEIRA et al., 2020). Também é conhecida como *hard time/on condition* e consiste na prática de substituição de componentes 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 previsão 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 em manutenção podem ser claramente visualizados e entendidos conforme o *framework* proposto por Knotts (1999) apresentado na Figura 3 – Modelos de Manutenção.

Figura 3 – 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 macro categorias, em função do foco: (i) medidas de desempenho de equipamento 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 altamente compreensivo e indicar de forma única e consolidada 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 apresentá-lo 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.

No campo da aviação, a manutenção das aeronaves tem um papel relevante pois mantém a aeronavegabilidade e confiabilidade definidas para aviação civil e militar, em seus projetos e na vida útil operacional (JUNQUEIRA et al, 2020). O objetivo primário da manutenção é



manter o sistema em serviço, ao mínimo custo, deixando-o dessa forma disponível para atender sua função, no caso da aviação para os operadores aéreos (KNOTTTS, 1999).

A atividade da manutenção aeronáutica torna-se ainda mais relevante como suporte ao transporte aéreo nos países como o Brasil, que se caracteriza pelo amplo território e 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., 2015).

Na atividade de manutenção identificam-se claramente 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*).

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 que tem como objetivo 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 aéreas de baixo custo (*low-cost airlines*), o mercado de transporte aeroviário 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 (KNOTTTS, 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 outras grandes rubricas no plano de custo operacional de uma operadora são representadas usualmente pelo combustível e os salários, os quais são mais inflexíveis e insensíveis a 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 crescia de forma aparentemente inexorável, até o momento anterior ao COVID-19, em função do aumento da demanda por voos. A resposta a esse aquecimento foi 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 criou 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. Foram constatadas em OMAs terceirizadas padrões de procedimentos de segurança abaixo das áreas de manutenção das operadoras aéreas (CZEPIEL, 2003, apud MACHADO, et al, 2016).

As práticas de segurança nas OMAs devem ser aprimoradas constantemente. A operação e manutenção aeronáutica são reguladas pelas agências internacionais de aviação e no Brasil pela ANAC. A ICAO (*International Civil Aviation Organization*), na qualidade de órgão regulatório internacional, requer que tanto as operadoras de transporte aéreo, como as organizações fornecedoras, prestadores e executoras de serviços de manutenção implementem sistemas do tipo *SMS (Safety Management Systems)*. Essa prática prevê análise de eventos e risco, seguida de medidas de mitigação. A manutenção tem como propósito aumentar 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 Gestão 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 2 – Lista de Categorias e Classes de Serviços das OMAs.

Quadro 2 – Lista de Categorias e Classes de Serviços das OMAs

<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>
<b>Acessório 1</b>	Acessórios mecânicos
<b>Acessório 2</b>	Acessórios elétricos
<b>Acessório 3</b>	Acessórios Eletrônicos
<b>Acordo internacional om</b>	Organizações de manutenção que possuem aprovações / certificações estrangeiras obtidas de acordo com as prerrogativas de acordos internacionais firmados pelo Brasil
<b>Caem</b>	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
<b>Célula 1</b>	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
<b>Célula 2</b>	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

<b>Célula 3</b>	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
<b>Célula 4</b>	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
<b>Hélice 1</b>	Hélices de madeira, metal ou material composto, de passo fixo ou ajustável no solo
<b>Hélice 2</b>	Outras hélices
<b>Instrumento 1</b>	Instrumentos mecânicos
<b>Instrumento 2</b>	Instrumentos elétricos
<b>Instrumento 3</b>	Instrumentos giroscópios
<b>Instrumento 4</b>	Instrumentos eletrônicos
<b>Motor 1</b>	Motores convencionais com até 400 hp (298 kW)
<b>Motor 2</b>	Motores convencionais com mais de 400 hp (298 kW)
<b>Motor 3</b>	Motores a turbina
<b>Rádio 1</b>	Equipamentos de comunicação
<b>Rádio 2</b>	Equipamentos de navegação
<b>Rádio 3</b>	Equipamentos de radar
<b>Serv. Esp.</b>	Atividades específicas de execução de manutenção
<b>Sgso spo</b>	O SGSO da empresa não é supervisionado pela SAR

Fonte: ANAC, 2020

### 3. METODOLOGIA

Para Gil (2008, p.8 e 26) uma pesquisa é um processo formal e sistemático de buscar respostas para problemas através de métodos e procedimentos científicos e comprovados. 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.

As abordagens ou estratégias de método podem ser quantitativas, qualitativas ou mistas. Uma abordagem quantitativa considera que tudo pode ser quantificável através de modelos matemáticos ou estatísticos (SILVA; MENEZES, 2005, p.20). É o método que majoritariamente se vale do pensamento dedutivo, no qual, se as premissas se confirmam como verdadeiras, deduz-se como verdadeira a conclusão (LAKATOS; MARCONI, 2003, p.92). Bem como, partindo-se de teorias e leis conhecidas é possível prever a ocorrência de fenômenos específicos, ou seja, uma conexão descendente (LAKATOS; MARCONI, 2003, p.106). Por sua vez, a abordagem qualitativa considera uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade que não pode ser traduzida em números. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Na abordagem qualitativa os pesquisadores majoritariamente se valem do pensamento indutivo, estabelecendo uma conexão ascendente, do particular para o todo e efetuando a generalização. A conclusão é provavelmente, mas não exatamente, verdadeira (LAKATOS; MARCONI, 2003, p.92). De forma crescente autores referem-se também a pesquisas com abordagem mista, envolvendo métodos quali-quantitativos. O método misto é ideal por possibilitar a fusão de dados e a conversão de dados qualitativos em quantitativos (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017). Essa abordagem mista envolve coleta de dados nas duas formas, quantitativos e qualitativos (CRESWELL, 2007, p.211). A metodologia mista é de especial interesse quando o foco da pesquisa são fenômenos sociais

contemporâneos relacionados com redes organizacionais e a utilização da *SNA* (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017).

Os fenômenos sociais são cada vez mais observados e aferidos na perspectiva estratégica de redes nas quais as organizações mantêm laços com outras organizações (GRANOVETER, 1985; NOHRIA, 1992; CASTELLS; CARDOSO, 2005; BORGATTI; LI, 2009; EASLEY; KLEINBERG, 2010; HO; CHIU, 2013). Em função dos desafios inerentes às pesquisas envolvendo a *SNA*, como dificuldades de coleta de dados, custos e tempo demandados, bem como, o próprio risco de tendenciosidade, existe uma grande atratividade e oportunidade para o desenvolvimento de procedimentos metodológicos que mesclam abordagens e se servem de dados de fontes secundárias (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017).

No caso do método testado e relatado neste artigo, é dada ênfase ao uso de dados de fonte secundária, em consonância com a proposta metodológica apresentada por Williams e Shepherd (2017). Um método misto é ideal por possibilitar a fusão de dados e a conversão de dados qualitativos em quantitativos (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017). Assim, a depender do formato em que os dados secundários forem disponibilizados, pode ser necessária uma profunda análise de conteúdo, como na proposta metodológica original de Williams e Shepherd (2017), ou, serem disponibilizados dados já categorizados em formato descritivo, o que por fim ocorreu em relação à fonte ANAC.

O método foi aplicado especificamente na construção de uma rede de OMAs a partir dos dados da fonte secundária; e, na sequência, à identificação de suas medidas de centralidade. A contribuição para a teoria e a prática objetivadas pela validação deste procedimento está vinculada à utilização dessas medidas de centralidade em uma investigação empírica posterior, da relação entre elas e a eficácia da difusão da Cultura de *Safety* entre as OMAs. O presente artigo tem o propósito limitado à apresentação da metodologia baseada em dados secundários em *SNA*, até a construção da rede e geração das respectivas medidas de centralidade. A contribuição teórica da validação do procedimento é a disseminação de uma alternativa metodológica prática, confiável e de baixo custo, tanto em valor quanto em tempo, propícia à elaboração de dados envolvendo grandes redes de organizações para as quais haja disponibilidade e acesso a fontes secundárias confiáveis.

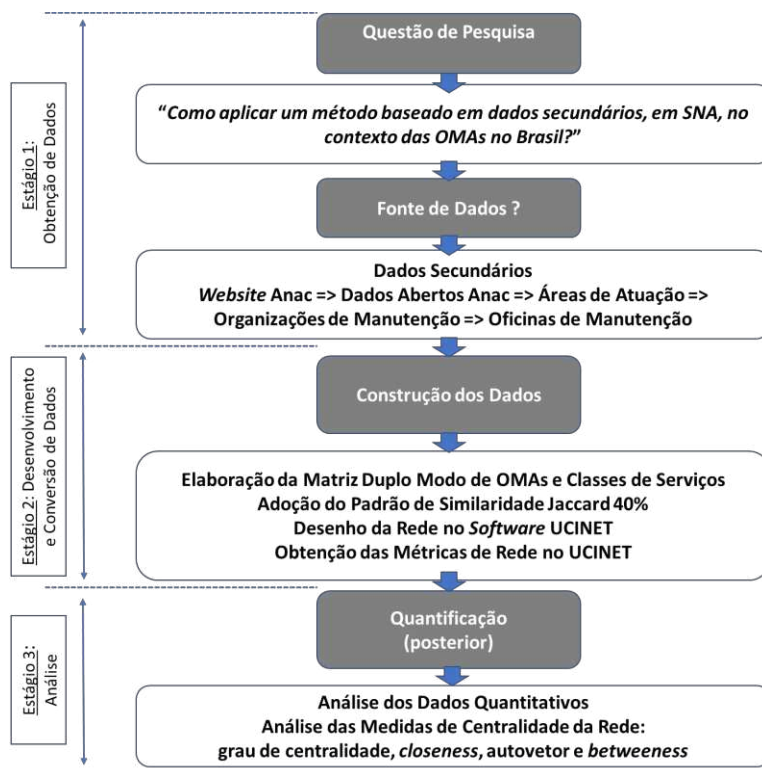
As diversas técnicas utilizadas estão destacadas passo a passo na Figura 4 – Fluxo *SNA* com dados secundários, apresentada abaixo. Essa figura estabelece a conexão com a literatura citada (WILLIAMS; SHEPHERD, 2017) ao replicar a metodologia apresentada pelos autores e adaptá-la para as circunstâncias e objetivos da Questão de Pesquisa deste artigo.

O Site da ANAC disponibiliza na primeira página um link 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 que dá acesso a um conjunto de documentos que contém dados sobre esses agentes em diversos formatos. Alguns documentos já se apresentam categorizados, como é o caso da classificação de categorias e classes de serviço (Quadro 2). Os dados foram transformados mediante a estruturação de matrizes de relacionamento, identificação de similaridades, que permitiram identificar a homofilia por prática (MARQUES et al., 2020), a construção de uma rede no *software* UCINET e a geração das medidas de centralidade, nos moldes dos passos a seguir.

Os dados foram utilizados inicialmente para a construção de uma matriz duplo modo, contendo 1430 linhas representando as OMAs e, nas colunas, as 23 Classes de Serviços definidas pela ANAC. Em seguida essa matriz foi depurada selecionando-se o CNPJ final 0001 que corresponde à empresa matriz de cada uma das OMAs. E na sequência aplicado um filtro para focar nas OMAs situadas no Estado de São Paulo, que será o objeto da primeira fase da pesquisa, por critério de viabilidade e praticidade, de vez que as operações aeroviárias no estado têm característica de *hub* e aqui está concentrada parte significativa da operação

nacional. Entretanto, a depender dos primeiros resultados, a escalabilidade da metodologia para 100% da operação nacional é absolutamente factível.

Figura 4 – Fluxo SNA com dados secundários



Fonte: Adaptado da Figura Modelo de Método Misto para SNA, Williams e Shepherd (2017)

Dessa forma, os filtros resultaram em uma matriz contendo 151 OMAS e as respectivas classes de serviços. As células dessa matriz foram categorizadas com o preenchimento dos valores 1 ou 0, indicando a presença ou ausência de um dado tipo de ligação (BORGATTI; OFEN, 2010), neste caso a similaridade de categoria de serviço, que indica a homofilia por prática (MARQUES et al., 2020).

O *Software UCINET* foi utilizado para gerar a rede de OMAS, mediante a seleção da modalidade correspondente ao Índice Jaccard, que corresponde dessa forma ao grau de similaridade dessas OMAS sob a ótica das respectivas classes de serviço em que estão habilitadas. O nível mínimo de similaridade parametrizado foi 40%. Todas as relações de similaridade entre as 151 OMAS foram quantificadas.

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, o que pode ser traduzido nas relações quantitativas (1) (DeepAI, 2020):

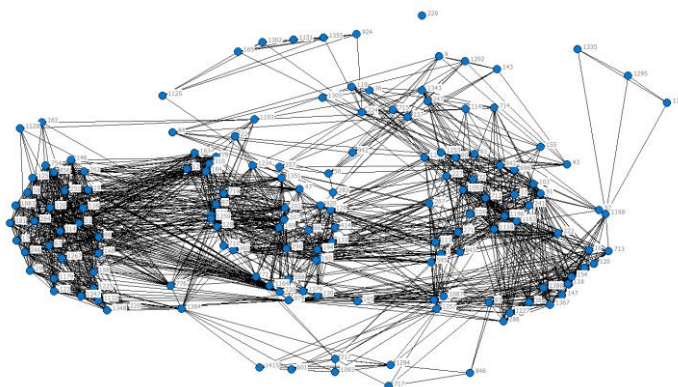
$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} = \frac{|A \cap B|}{|A| + |B| - |A \cap B|} \quad (1)$$

Tomando-se o nível de similaridade 40% adotado como parâmetro para a rede de OMAS desenhada no *Software UCINET* e com base na relação (1), vale exemplificar: se tomarmos 2 OMAS, A e B, com A homologada em 10 Classes de Serviço, e B homologada em 4 Classes de Serviço, caso todas as 4 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%. Se, de outra forma, apenas 2 das classes em que B atua forem comuns com alguma classe de A, o coeficiente de similaridade  $J(A,B)$  seria aproximadamente 16,6%.

A resultante da utilização do *Software NetDraw/UCINET* com os dados e os procedimentos descritos acima é a obtenção da rede apresentada na Figura 5 – Rede de OMA's completa gerada com dados ANAC, onde os rótulos de cada Nó (Organizações de Manutenção Aeronáutica) representam o seu número de ordem na base de dados da ANAC.

Figura 5 – Rede de OMA's completa gerada com dados ANAC



Fonte: Elaborada pelos autores com a utilização do Software UCINET

A partir da construção da rede de OMA's descrita acima, são geradas as medidas de centralidade (grau de centralidade, *closeness*, autovetor e *betweenness*) parcialmente relacionadas na Tabela 2 - Medidas de Centralidade das OMA's Estudadas (parcial 10/151), apresentada abaixo.

Segundo Williams e Shepherd (2017) um benefício decorrente da utilização de dados secundários é o uso de novas fontes de dados, potencialmente de larga escala, com menores custos em relação às abordagens de rede tradicionais.

Tabela 2 – Medidas de Centralidade das OMA's Estudadas (parcial 10/151)

Nº Ord.	OM	Grau	Closeness	Autovetor	Betweenness
1	3	35.621	196.000	0.690	35.797
2	9	10.548	258.000	0.104	13.181
3	12	37.624	190.000	0.831	40.526
4	16	27.212	233.000	0.512	0.000
5	17	30.675	228.000	0.709	1.322
6	18	30.675	228.000	0.709	1.322
7	19	35.069	224.000	0.820	4.527
8	21	35.069	224.000	0.820	4.527
9	22	22.982	200.000	0.504	31.983
10	29	25.800	231.000	0.577	0.000

Fonte: Elaborada pelos autores com a utilização do *Software UCINET*

#### 4. CONCLUSÃO

Neste artigo foi apresentado o teste de um procedimento metodológico baseado em dados secundários, adaptado de Williams e Shepherd (2017). Foi realizado um teste piloto dos passos desse fluxo, partindo dos dados extraídos da fonte secundária e tratados conforme as técnicas

descritas. O teste piloto evidenciou que é possível a construção de uma rede no *Software UCINET* e a geração das respectivas medidas de centralidade, baseando-se exclusivamente nos elementos citados. Assim foi respondida a Questão de Pesquisa proposta neste artigo:

*QP: Como aplicar um método baseado em dados secundários, em SNA, no contexto das OMA no Brasil?*

A utilização do método apresentou-se viável na elaboração de dados, construção da rede e geração das medidas de centralidade, bem como, sugere a potencial generalização para outros trabalhos envolvendo redes sociais em circunstâncias análogas. A originalidade do método consiste na viabilização de uma pesquisa confiável, com dados secundários, a custo relativamente baixo e muita rapidez. Adaptações dessa abordagem podem ser identificadas e aplicadas para outros problemas de pesquisa na prática de Operações e Cadeias de Suprimentos. Esse tipo de metodologia é inovador e de adoção bastante recente na comunidade acadêmica, em especial no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ANAC. <https://www.anac.gov.br/>.

BAGAN, H; GERERE, 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.

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; LI, X. On Social Network Analysis in a Supply Chain Context. **Journal of Supply Chain Management**, v.45, n.2, 2009.

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

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

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.

DeepAI. <https://deepai.org/machine-learning-glossary-and-terms/jaccard-index>

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

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

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.
- 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.
- ICAO. <https://www.icao.int/>.
- 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. **The Conduct of Inquiry: methodology for behavioral science**. Routledge – Taylor and Francis Group, p.23, 2017.
- 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.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003
- 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.
- 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 N ° 06/2019. Julho, 2019**.
- 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.
- NICOLOSI, A et al. Consumer habits of local food: Perspectives from Northern Sweden. **Sustainability**. n.11, p.1-25, 2019.
- 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.
- 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.



- 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 effectiveness-centred approach to maintenance: a case study. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v.8, n. 4, p.346-368, 2002.
- ROGERS, Everett M. **Difusion of Innovations**. 3<sup>a</sup> Ed, London: The Free Press. 1983.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- WU, H et al. Exploring transaction costs in the prefabricated housing supply chain in China. **Journal of Cleaner Production**, n.226, p.550-563, 2019.