

---

# ANÁLISE SOBRE O DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO: um estudo baseado em rotas de conhecimento

---

*Analysis of scientific development: a study based on knowledge routes*

---

**Alex Fabianne de Paulo (1), Breno Augusto Pinto Lima (2)**

(1) Universidade Federal de Goiás, Brasil, alex.paulo@ufg.br.

(2) Universidade Federal de Goiás, Brasil, breno\_apl@hotmail.com



## Resumo

Este artigo tem o objetivo de mapear e caracterizar por meio de rotas de conhecimento como se dá a evolução dos estudos científicos sobre coronavírus a partir de trabalhos desenvolvidos por pesquisadores afiliados a instituições de pesquisa do Brasil. Inspirado nos processos do KDD, os dados foram obtidos a partir de artigos publicados na Web of Science até 2021. Em seguida foi construída a rede de citações e, por meio do algoritmo SPLC, obteve-se as rotas de conhecimento. Os resultados explicitaram a alta concentração de publicações após 2020, demonstrando a preocupação e empenho de pesquisadores vinculados ao Brasil nas investigações deste tema. Os resultados também apontaram que as áreas prioritárias de estudo são a médica, seguida pela social no que tange medidas sociais para conter a disseminação do vírus. Também identificou duas rotas de conhecimento com características diversificadas, reforçando a abrangência dos conhecimentos relacionados ao tema. Assim, este estudo contribui com a literatura ao apresentar a evolução do conhecimento científico, reiterando a qualidade e capacidade de produção de pesquisadores filiados a instituições brasileiras. Contribui ainda ao apresentar os temas mais pesquisados e apontar os perfis dos pesquisadores envolvidos. Por fim, este estudo complementa a literatura vigente ao ratificar o uso de análise de rede como instrumento para representação e investigação do conhecimento, além do mapeamento e análise sobre a evolução do conhecimento.

**Palavras-chave:** Gestão do conhecimento; rotas de conhecimento; análise de redes; Covid-19.

## Abstract

This manuscript aims to map and characterize, through knowledge routes, the evolution of scientific studies on coronavirus based on papers developed by researchers affiliated with research institutions in Brazil. Inspired by the KDD processes, the publication's data were obtained from Web of Science until 2021. Then the citation network was built and, using SPLC algorithm, the knowledge routes were designed. The results showed the high concentration of publications after 2020, demonstrating the concern and commitment of

Brazilian researchers in investigations on this topic. The results also showed priority areas such as medical, followed by social that approach measures to contain the virus spread. It also identified two knowledge routes with different characteristics, reinforcing the scope of knowledge related to the topic. Thus, this paper contributes to the literature by presenting the evolution of scientific knowledge, reiterating the quality and production capacity of researchers affiliated to Brazilian institutions. It also contributes by presenting the most researched topics and pointing out the profiles of the researchers involved. Finally, it complements the current literature by ratifying the use of network analysis as a tool for representing and investigating knowledge, in addition to mapping and analyzing the evolution of knowledge.

**Keywords:** Knowledge management; knowledge routes; network analysis; Covid-19.

## 1 Introdução

---

Em 11 de março de 2020 foi declarada pela Organização Mundial da Saúde a pandemia do novo coronavírus, também denominado SARS-COV-2 (Covid-19). Após a ocorrência inicial em Wuhan, cidade da China, a Itália foi o primeiro país a ser atingido na Europa e o impacto foi imenso (WHO 2020; Spinelli e Pellino 2020). Em linhas gerais, a Covid-19 é caracterizada pelos sintomas de pneumonia viral, como febre, fadiga, tosse seca e linfopenia. Além disso, muitos dos pacientes mais velhos que se tornam gravemente doentes por possuírem evidências de doenças subjacentes, tais como doenças cardiovascular, hepática, renal ou tumores malignos. Esses pacientes, muitas vezes, morreram devido à comorbidades já existentes ou agravada pela contaminação pelo Covid-19. Assim, passou-se a observar mais rigorosamente todas as comorbidades que influenciaram e intensificaram os casos graves ou óbitos relacionados à nova variante desta doença viral (Cucinotta e Vanelli 2020).

A transmissão do Sars-CoV-2 se dá por meio da inoculação do vírus em membranas mucosas (nariz, olhos ou boca) e do contato com superfícies inanimadas contaminadas. Partindo dessas informações, foram estabelecidas medidas de prevenção para conter a disseminação do vírus, conforme relatou Wu e McGoogan (2020). Dentre as principais medidas, foram reforçadas as recomendações para higienização das mãos com frequência, utilização de álcool 70° INPM, uso de máscaras para evitar que salivas e afins potencialmente contaminados fossem expelidos e isolamento geral da população, decretando fechamento de comércio, escolas, universidades, eventos ou qualquer outro ambiente que fosse de convívio social (Oliveira, Lucas e Iquiapaza 2020).

Paralelamente a tudo isso, as comunidades científicas nas suas mais diversas especialidades se mobilizaram e intensificaram as pesquisas sobre esse vírus, com o objetivo de investigar os impactos da doença nos seres humanos, bem como na busca por imunizantes que pudessem ser utilizados em escala mundial para reverter a situação de pandemia. Não só pesquisas de cunho biotecnológico tiveram um crescimento exponencial a partir de 2020, mas também outras relacionadas com os impactos da pandemia na economia, nos negócios, na educação, na saúde psicológica das pessoas, nas novas formas de relacionamento na sociedade, entre tantas outras. Para corroborar neste entendimento, foi realizado um estudo bibliométrico avaliando a produção científica brasileira sobre a Covid-19 de novembro de 2019 a maio de 2020, sendo a maioria dos autores da maioria da área de medicina, com participação de colaboradores internacionais (Figueredo et al. 2020). Neste estudo, os autores concluíram que existe uma carência de ampla abordagem sobre outros assuntos sociais, econômicos e afins que também sofreram impacto com a pandemia. Outro trabalho bibliométrico analisou 110 artigos científicos de autores vinculados a 83 instituições de 30 países, onde foi identificada também a predominância entre os autores das áreas medicina e biomedicina, apontando lacunas nos assuntos abordados sobre a doença no campo científico (Costa et al. 2020). Desta forma, para entender a evolução dos estudos científicos sobre o Covid-19 em todos os segmentos impactados, deve-se pensar na gestão do conhecimento alinhada a esses estudos, algo primordial para a sustentação do processo de decisão em seus diversos contextos.

O Brasil assumiu um papel relevante no cenário pandêmico pelo alto índice de população imunizada, mas, principalmente, pela politização da situação, o que acabou por penalizar em tempo e custo a população e as contas públicas. Inserido neste contexto, a comunidade científica brasileira tem trabalhado arduamente na produção de conhecimento nas mais diferentes áreas correlatas ou impactadas pela pandemia do coronavírus. Partindo desses fatos e aplicando uma delimitação no campo de estudo, o problema abordado nesta pesquisa se define em “como se caracteriza a evolução do conhecimento científico desenvolvido no Brasil referente ao Covid-19?”.

Dado o impacto que todos vivem referente ao novo coronavírus e a grande incerteza que a pandemia estabeleceu, mesmo após meses de estado de calamidade, tornou-se importante compreender a evolução do conhecimento em suas múltiplas áreas, especialmente quando envolve

esforços de pesquisadores do Brasil. Assim, colaborando para o preenchimento das lacunas existentes nos estudos científicos, o objetivo desta pesquisa é caracterizar por meio do mapeamento de rotas como se dá a evolução do conhecimento científico desenvolvido por autores filiados a instituições brasileiras sobre a temática do Covid-19.

## 2 Visão geral sobre pandemia

---

O coronavírus foi identificado anteriormente por Tyrell e Bynoe em 1966, e a partir de então, sofreu mutações e se espalhou em nível global dando início à maior crise sanitária das últimas décadas, sendo então decretado o estado de pandemia pela Organização Mundial de Saúde. Cientificamente denominado Sars-Cov-2, mas popularmente por coronavírus ou COVID-19, este vírus pertence ao gênero Betacoronavírus de origem zoonótica (Chen, Liu e Guo 2020). Os coronavírus são caracterizados por possuírem um RNA que proporciona infecções respiratórias em animais, porém entre suas variações, sete são patógenos também em humanos, podendo apresentar sintomas comuns de gripe e alguns destes até agravamento na respiração, com possibilidade de danificar partes do pulmão (Lana et al. 2020). Porém, com a falta de estudos consistentes sobre o novo coronavírus, após o alerta da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre a pandemia, iniciaram-se recomendações de controle de disseminação do vírus entre diversas autoridades governamentais do mundo para reduzir o avanço da doença (Kraemer et al. 2020).

Dentre as medidas adotadas, o isolamento horizontal tornou-se uma das principais orientações para conter alto contágio da doença e evitar um colapso das estruturas de saúde disponíveis em diversos países. Portanto, esperou-se com esse isolamento a desaceleração na disseminação do vírus, com intenção de redução do número de mortes em casos graves, evitando a sobrecarga dos hospitais e colapso no sistema de saúde (Schuchmann et al. 2020). Devido ao isolamento social, surgiram outros impactos causados também por essas medidas, e um dos primeiros a serem identificados se direcionou para a oferta agroalimentar, com o escoamento de insumos, produção agrícola, falta de mão-de-obra e outros prejuízos. Os efeitos ocorreram em diferentes graus de intensidade a depender da realidade de cada país, porém a baixa oferta e escoamento de produtos, conseqüentemente elevou os preços de produtos alimentícios e, em piores cenários, levou a escassez desses produtos (Soendergaard et al. 2020).

A fim de comparar o impacto econômico e sanitário com pandemias passadas, estudos foram realizados, sendo um destes referente à Gripe Espanhola de 1918, que se assemelha em diversas perspectivas aos impactos da pandemia do Covid-19. Tais estudos mostraram melhor recuperação econômica nos locais que adotaram rapidamente medidas não farmacêuticas como o distanciamento social, assim evitando gastos em massa com medicamento e toda infraestrutura de saúde e, assim, mantendo maior controle da situação sanitária. As evidências destes trabalhos mostraram que a redução da mortalidade causada pela gripe espanhola e a adesão das medidas sanitárias de prevenção salvaram vidas e mitigaram maiores impactos na economia (Correia et al. 2020).

Abarcado a esse contexto que envolve múltiplas facetas por todo o mundo, pode-se identificar a crescente produção de pesquisas relacionadas ao assunto, sendo a maioria de natureza biomédica e cujos objetivos foram descobrir tratamentos eficazes, seguros e de menor custo em contraponto ao avanço do vírus. Neste sentido, um estudo concluiu que entre dezembro de 2019 e maio de 2020, foram publicadas 3.947 indexações sobre o tema, um número grandioso para o estágio inicial da pandemia (Da Silva Bomfim et al. 2020). O Brasil foi posicionado no 18º lugar quanto à produção de estudos dentro desse período, o que revela um interesse progressivo sobre trabalhos relacionados à doença no país, fato esse que reforça a motivação para o mapeamento do fluxo do conhecimento científico sobre o Covid-19 no país.

### **3 Gestão do Conhecimento**

---

Há diversos estudos sobre a produção de conhecimento e a forma como é gerado, desde clássicos explorados por Choo (2003) que interligou a construção do conhecimento à criação de sentido, Nonaka e Takeuchi (1997) que pesquisaram sobre a criação do conhecimento por meio do processo SECI (Socialização, Externalização, Combinação e Internalização) e Probst et al. (2007) que propuseram elementos construtivos para estruturação das atividades relacionadas à gestão do conhecimento. Corroborando, Abrantes e Martins (2007) afirmaram que o conhecimento teórico é elemento essencial na produção do conhecimento científico, que se consolida através do conhecimento prático obtido pela interação entre sujeito e objeto.

Numa perspectiva mais recente, Gontijo et al. (2021) propuseram uma discussão sobre a produção do conhecimento na pesquisa acadêmica com base em cinco momentos, sendo eles: (i) uso de fontes secundárias para familiar com a temática de estudo; (ii) entendimento inicial dos fatos reais; (iii) exploração sobre excepcionalidades e planejamento para discussão aprofundada; (iv) discussão aprofundada do tema e (v) organização, avaliação e divulgação dos resultados. E com os avanços das tecnologias da informação e comunicação, a disseminação e documentação de conhecimentos se tornou mais fácil e rápida. A tecnologia da informação (TI) foi destacada por Ramos et al. (2020) como tendo relevante papel habilitador na GC em organizações. Paralelamente, Dufloth e Saldanha (2019) destacam as mídias sociais como novas fontes geradoras de conhecimento.

Para Leite e Costa (2007), é imprescindível a comunicação científica para a criação de conhecimento científico, pelo fato de que para um processo de desenvolvimento de qualquer pesquisa é necessária a comunicação entre atores. Exemplificando, um pesquisador não inicia a produção de conhecimento científico sem o uso de outros conhecimentos já gerados anteriormente. Logo, para produzir um conhecimento novo ou mais aprofundado, é necessário o embasamento em conhecimentos já consolidados. Partindo da comunicação científica, Collins (2001) divide o processo de criação do conhecimento científico em conhecimento explícito e tácito. O conhecimento explícito é definido por todo o conhecimento codificado e que possa ser estruturado e consumido por meios formais, ao contrário do conhecimento tácito que se adquire por comunicações pessoais. Portanto o conhecimento tácito é direcionado a como um ator absorve tal entendimento, gerando seu próprio conhecimento juntamente à sua interpretação e experiência, e por isso, não pode ser explanado em codificações, diagramas e afins.

A importância dos periódicos científicos para a disseminação do conhecimento e comunicação científica é destacada no estudo feito por Firme, Miranda e Silva (2017). Através de análise de redes sociais (ARS), os autores verificaram que, em uma amostra de 163 artigos, apenas 15 eram de autoria única, sendo o restante desenvolvido por colaboração intra e interinstitucional. Observa-se assim que atualmente há uma tendência na produção colaborativa de artigos científicos em todas as áreas, o que contribui fortemente para a criação e o desenvolvimento de conhecimento científico (Firme, Miranda e Silva 2017).

## **4 Evolução e fluxo do conhecimento por meio de ARS**

---

O conceito de redes sociais já é estudado por diversas áreas do conhecimento, como Psicologia, Sociologia, Antropologia, Ciência da Informação, Administração e outros, a fim de entender diversos fenômenos que são ocasionados a partir de troca de informação constante entre indivíduos ou grupo de indivíduos. As redes são estruturadas por atores com interesses e valores em comuns, que compartilham informação direta ou indiretamente em algum meio de interação (Souza e Quandt 2008). Essas redes podem ser visualizadas através de grafos, compostos por pontos denominados nós (ou vértices) e interligados por linhas denominadas laços (ou arestas). Assim numa rede, os nós representados por indivíduos ou objetos possuem relações entre si expressas pelos laços (Basso 2020).

Um dos primeiros estudos sobre redes sociais foi conduzido pelos matemáticos Erdős e Rényi (Ravasz e Barabási 2003). Eles realizaram diversas pesquisas sobre a teoria dos grafos e utilizaram como exemplo uma festa onde, ao se inserir convidados aleatórios no local, seria necessário no mínimo uma ligação entre eles para que, ao fim da festa, todos estivessem conectados. A partir disso, foi possível notar que quanto mais conexões entre indivíduos, maiores se tornavam as probabilidades de se formarem grupos com interesses em comum (Recuero 2004). Corroborando, Fialho (2014) ressalta que o conhecimento compartilhado pode ser utilizado como insumo para se obter como resultado uma informação sobre aquela partilha. A partir desse pressuposto, torna-se possível a utilização de análises de redes sociais como uma técnica para na disseminação e gestão do conhecimento científico.

Outros exemplos da utilização de ARS encontram-se no uso agregado com técnicas de bibliometria e cientometria, identificando relações entre pesquisadores e artigos científicos. Em um ambiente empresarial pode ser utilizada para identificar relações que se desenvolvem capital social internamente ou externamente. Pode-se aprofundar ainda para outros assuntos relacionados a Ciência da Informação (CI), como comportamento informacional, adesão a novas tecnologias e construção de inovação em ambientes específicos (Matheus e Silva 2006).

Suportado pela ARS pode-se então explorar o conhecimento por meio de rotas de conhecimento. As rotas são utilizadas para demonstrar o caminho percorrido pelo conhecimento

acerca de um determinado tema, podendo ser rotas de conhecimento científico, quando se trata de publicações científicas, ou rotas tecnológicas, quando construídas a partir de patentes. Além disso, por meio das rotas é possível identificar o tanto o conhecimento base quanto a tendência sobre um determinado tema analisado. A utilização de rotas, assim como seu algoritmo SPLC (*Source Path Link Count*) foram idealizadas a princípio por Hummon e Doreian (1989) e Verspagen (2007), e são utilizadas atualmente em estudos de análise de rotas de conhecimento e tecnológicas.

Nos últimos anos, diversos trabalhos foram produzidos utilizando rotas como instrumento de análise e prospecção tecnológica. Entre alguns exemplos estão, tecnologias emergentes para sistemas de propulsão de veículos (De Paulo, Nunes e Porto 2020), cooperação e rotas tecnológicas para o desenvolvimento de tecnologias sobre energia solar fotovoltaica (De Paulo 2019), análises de redes baseadas em patentes para compreender os caminhos e tendências de inovações tecnológicas (Linares, De Paulo e Porto 2019), evolução das redes colaborativas de tecnologias aplicadas à energia solar (De Paulo e Porto 2018), mineração de patentes e tecnologias emergentes relacionadas à biotecnologia (fator VIII recombinante) por meio de análises de redes (Pereira et al. 2018) e mapeamento de terapias emergentes com células CAR-T através de rotas tecnológicas (Picanco-Castro et al. 2020).

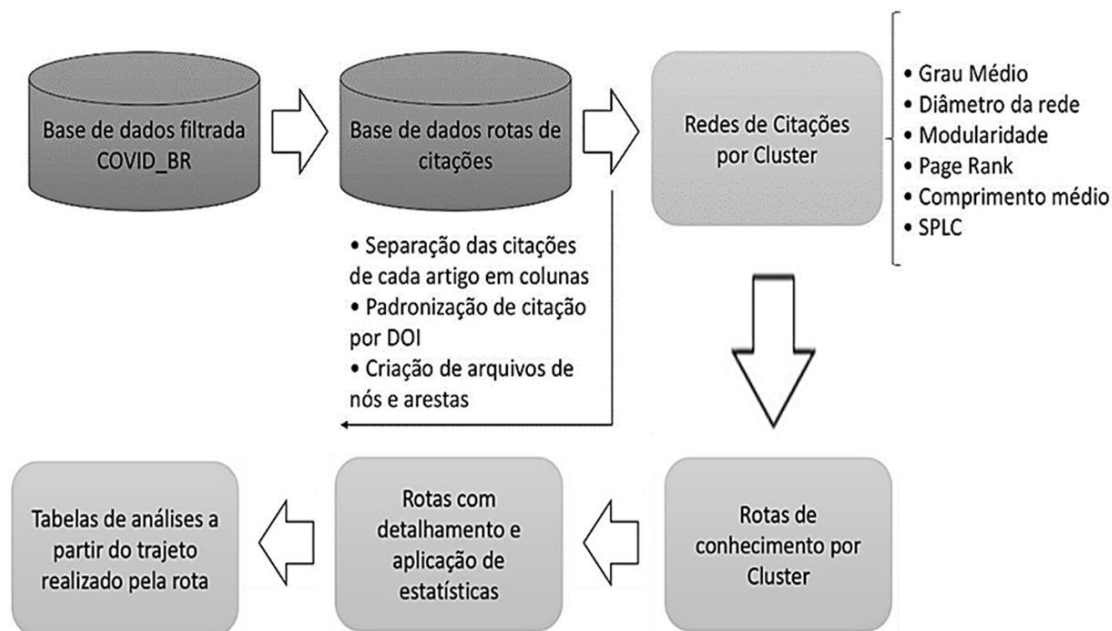
A análise de rotas com base em citações tem diversos benefícios, sendo um destes o mapeamento de conteúdo intelectual contido nos nós (por exemplo, artigo ou patente) e demarcação de seus limites, bem como a interação entre tais nós na trajetória da citação. Conforme afirmaram Hummon e Doreian (1989) é possível obter uma visão histórica e evolutiva do desenvolvimento científico. Assim, identificação de uma rota é realizada com base nas citações progressas a um outro nó (*backward citations*). Ou seja, a partir das citações se obtém as rotas, dando destaque aos caminhos mais relevantes conforme cada técnica utilizada. Verspagen (2007) ressalta que esses caminhos são acíclicos e, no caso de referências citadas, são referenciados apenas estudos que foram publicados anteriormente, seguindo uma linha temporal e contínua.



## 5 Metodologia

A metodologia adotada neste estudo se inspira nos processos de descoberta do conhecimento previstos no *KDD - Knowledge Discovery in Database* (Fayyad, Haussler, e Stolorz 1996), onde os dados são selecionados, tratados e limpos, transformados para posterior utilização ARS para representação e extração do conhecimento (figura 1).

Figura 1 – Síntese sobre o processo de obtenção dos dados, tratamento, construção da rede de citação e mapeamento das rotas de conhecimento sobre COVID-19



Fonte: Elaborada pelos autores

Na etapa de seleção foram coletados artigos científicos relacionados à Covid-19, publicados na Web of Science (WoS) entre janeiro de 1973 a fevereiro de 2021 e cujos autores fossem filiados a instituições do Brasil. A busca utilizou os termos “Covid-19”, “Coronavirus” ou “Sars-Cov-2” e considerou apenas artigos e artigos de conferência, totalizando 1.443 artigos e 47.320 citações. Averiguou-se ainda se existiam trabalhos publicados anteriores à pandemia. Apesar do período de busca ser anterior à pandemia, foram encontrados apenas 11 artigos relacionados ao tema. Dessa forma, 99,3% dos estudos selecionados foram publicados nos anos de 2020 e 2021.

Na etapa seguinte de transformação dos dados, foram tratadas duplicidades, ruídos, dados ausentes e eventuais inconsistências. Além disso, selecionou-se os atributos essenciais para construção das rotas de conhecimento, sendo neste caso, os nomes das publicações e suas respectivas citações. No que tange as citações, foram consideradas aquelas com *Digital Object Identifier* (DOI) válido, uma vez que a construção das rotas depende de um atributo de valor único (chave primária), sendo o DOI o tipo de atributo mais adequado para este propósito. Após este tratamento, obteve-se a mesma quantidade de artigos, porém com 30.794 citações. Desta maneira, se tem o arquivo de nós (artigos) e arestas (citações) necessário para a construção da rede.

Na próxima etapa, utilizou-se ARS para construção da rede de citações de artigos científicos. A opção por esta técnica deve-se à possibilidade de compreender tendências e comportamentos e identificação de padrões em um fluxo de conhecimento, conforme observou-se em estudos como de Fontana, Nuvolari e Verspagen (2009) e De Paulo e Porto (2020). Este método pode ser utilizado para estudos em áreas distintas através de relações sociais, podendo ser de natureza individual, organizacional entre outras entidades que se relacionam ou ainda para análise sobre disseminação epidêmica (Chen et al. 2002; Scott 2011), o que reforça a segurança no uso da técnica nesta pesquisa. Assim, nesta etapa, utilizou-se o software livre Gephi 0.8.2, onde os dados foram importados, aplicados layouts e configurações básicas de visualização para melhor entendimento da rede. Após a definição da melhor estrutura de visualização, foram aplicadas estatísticas tais como grau, *pagerank*, diâmetro, modularidade, diâmetro da rede e comprimento médio (Newman 2006; Blondel et al. 2008), permitindo assim ampliar a caracterização dos trabalhos com base na posição e relações estabelecidas na rede.

Nos estudos publicados por De Paulo e Porto (2018), Linares, De Paulo e Porto (2019) e Pigola et al. (2022) com o uso de patentes e suas referências citadas, foi assumido como proxy para a construção de rotas tecnológicas. Analogamente, este estudo assume que as publicações obtidas em uma base de dados conceituada como a WoS, bem como os artigos em que tais publicações referenciam (citações), são definidos como proxy para a obtenção das rotas de conhecimento científico sobre a temática desta pesquisa. Assim, a última etapa metodológica consiste em mapear e interpretar as rotas a partir da rede de citações de artigos sobre Covid-19.

Tal etapa equivale à aplicação de modelos e extração do conhecimento previstas no KDD (Fayyad, Haussler, e Stolorz 1996).

Para o mapeamento das rotas foi utilizado o algoritmo SPLC proposto por Hummon e Doreian (1989). Esse algoritmo torna-se eficiente na análise por meio de citações, pois oferece uma contagem das rotas mapeadas e, através disso, é capaz de identificar as principais trajetórias utilizadas para a evolução de estudos e quais destas foram mais relevantes para o desenvolvimento de uma temática (Verspagen 2007). Assim, o SPLC mede a frequência das relações de citação (arestas) que estão localizadas em diferentes caminhos da rede. As arestas que possuem mais conexões sinalizam a rota principal naquele domínio de conhecimento (Hummon e Doreian 1989). Verspagen (2007) ampliou a interpretação no uso do algoritmo SPLC, cuja implementação pode compreendida nos seguintes passos:

- Passo 1: para cada nó inicial em uma rede, obtenha a borda externa e o maior valor (de acordo com a contagem de SPLC) entre todas as bordas que saem do nó inicial. Se houver empate na contagem, selecione todas as arestas empatadas.
- Passo 2: selecione a aresta onde o valor obtido na etapa 1 é máximo. Este será o nó inicial da rota principal. Se houver empate, pode haver mais de um nó inicial.
- Passo 3: apontar os nós que foram citados pelas arestas selecionadas no passo anterior.
- Passo 4: a partir dos nós de destino indicados no passo 3, selecione novamente as arestas de saída que possuem o valor máximo entre as arestas de saída dos nós de destino. Se houver empate, selecione todas as arestas que amarram. Adicione esses nós à rota principal. Se todas as arestas apontarem para um nó final na rede, o algoritmo pode ser finalizado; caso contrário, volte para o passo 3 e continue.

Terminado a execução do algoritmo, tem-se as rotas mais importantes que representam os caminhos que obtiveram maior peso conforme o algoritmo SPLC. Neste estudo, foi utilizado um plugin do SPLC implementado para o Gephi (Linares 2015) e que possibilitou obter as rotas sobre COVID-19.

## 6 Resultados

---

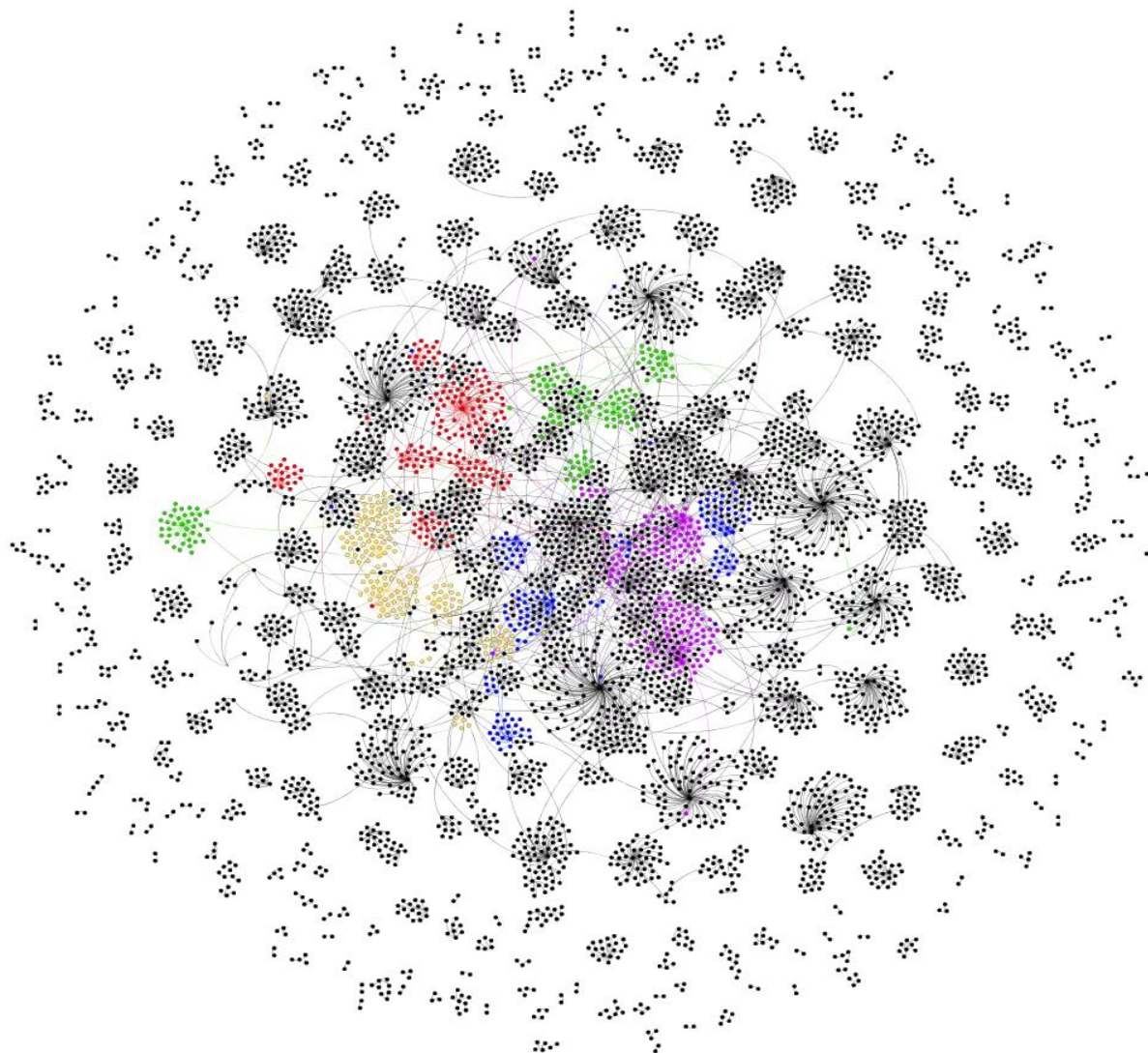
A seção seguinte apresenta os principais resultados obtidos com a rede de citação, mapeamento e análise das rotas de conhecimento sobre artigos científicos de Covid-19.

### 6.1 Análise geral da rede de citações e principais clusters

---

A rede geral é composta por um comprimento médio de caminho de 1,044, significando que existe em média 1 artigo percorrendo os menores caminhos dentre todos os nós da rede de citação. Ao utilizar a função modularidade, que agrupa os nós com características similares, foram identificadas 408 comunidades (clusters). Devido à quantidade de clusters na rede, foram extraídos os cinco maiores clusters para a identificação das principais rotas de conhecimento referente à tais agrupamentos. Assim, estes cinco clusters foram selecionados por concentrarem 14,35% dos nós dentre os 408 clusters identificados. A figura 2 representa os clusters de acordo com sua coloração, podendo notar que visualmente não há diferença significativa nas quantidades de nós das principais comunidades.

Figura 1 - Rede de citações de artigos sobre COVID-19



Fonte: Elaborada pelos autores

O cluster vermelho mostrado na rede é o maior e consiste em 174 nós, equivalente a 3,2% da rede geral, 183 arestas que correspondem a 3,34%, grau médio de 1,052 e comprimento médio do caminho de 1. O cluster amarelo consiste em 167 nós que equivalem a 3,08%, 204 arestas que correspondem a 3,73% do total de arestas da rede, grau médio de 1,222 e comprimento médio do caminho de 1,139. O cluster verde consiste em 147 nós e 153 arestas, equivalem a 2,71% e 2,79% respectivamente, grau médio de 1,041 e comprimento médio do caminho igual a 1,056. O cluster azul possui 146 nós (2,69%), 149 arestas (2,72%), grau médio de 1,021 e comprimento médio de

1,168. O quinto cluster, de cor rosa, contém 145 nós correspondente a 2,67% do total de nós da rede, 156 arestas equivalentes a 2,85%, grau médio de 1,076 e comprimento médio 1.

Tabela 1 – Caracterização e estatísticas dos clusters.

Cluster	Nós		Arestas		Grau Médio	Comprimento médio do caminho
	N	P	N	P		
Vermelho	174	3,2%	183	3,34%	1,052	1
Amarelo	167	3,08%	204	3,73%	1,222	1,139
Verde	147	2,71%	153	2,79%	1,041	1,056
Azul	146	2,69%	149	2,72%	1,021	1,168
Rosa	145	2,67%	156	2,85%	1,076	1
<i>Rede Geral</i>	<i>5430</i>		<i>5475</i>		<i>1,008</i>	<i>1,044</i>

Fonte: Elaborada pelos autores

Em geral, os cinco maiores clusters (tabela 1) são de tamanhos, graus e comprimentos muito semelhantes, não apresentando características estruturais tão díspares, mas se diferenciando principalmente pelas ligações estabelecidas, posição mais ou menos central na rede geral e ainda a proximidade com os demais nós em que têm ligações.

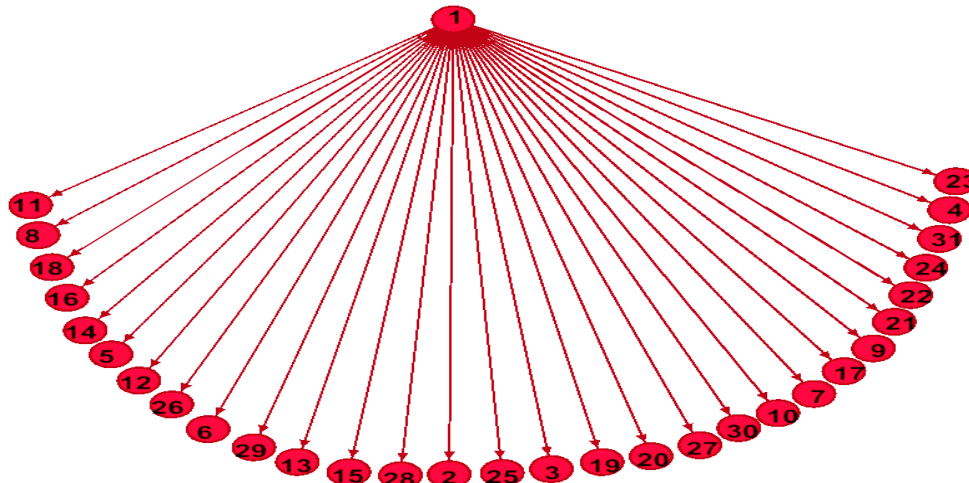
## 6.2 Identificação das principais rotas de conhecimento

A princípio foi mapeada a rota de conhecimento para a rede geral, considerando todos os 5.430 nós e 5.475 arestas sobre as publicações científicas referentes ao Covid-19 com autores filiados a instituições brasileiras. Assim, foi identificada uma rota principal com 32 nós e 31 arestas, com início do trajeto de 1927 até 2020. Entretanto, após identificar as rotas para cada um dos clusters, percebeu-se que a rota da rede geral foi a mesma mapeada para o cluster azul. Logo, entende-se que ser mais oportuno mapear as rotas separadamente por cluster, explorando assim dados implícitos à cada cluster e enriquecendo os resultados deste estudo. Com exceção dos clusters vermelho e azul, para os outros três agrupamentos anteriormente destacados, o SPLC não encontrou uma rota válida. Desta maneira, a seguir serão identificadas e caracterizadas as rotas, e os artigos que as compõem, referente às comunidades vermelha e azul.

A primeira rota foi extraída do maior cluster (vermelho) composto por 174 nós e 183 arestas. Após aplicação do SPLC, obteve-se uma rota de conhecimento com 31 nós e 30 arestas,



Figura 3 - Rota de conhecimento do cluster vermelho.



Fonte: Elaborada pelos autores

O artigo que está no topo desta rota de conhecimento (indexado como 1 na rota vermelha), caracterizado como um dos mais emergentes segundo o próprio conceito de rota, diz respeito à avaliação do risco do vírus Sars-Cov-2 na vida selvagem da Antártica. Isso induz na compreensão das palavras mais relevantes encontradas na nuvem desta rota, visto que o objetivo se trata de avaliar a doença em animais, uma vez que existem coronavírus que são transmitidos também por animais. Este artigo possui colaboração de autores da Espanha, Estados Unidos, Brasil, Argentina, França, Austrália e Chile. Na Espanha, o autor colaborador foi Andrés Barbosa, filiado ao Museo Nacional de Ciencias Naturales. Nos Estados Unidos (EUA) tiveram participação os autores Arvind Varsani de Arizona State University, Virginia Morandini de Oregon State University e Amandine Gamble da University of California Los Angeles. No Brasil, o participante foi Ralph Vanstreels do Instituto de Pesquisa e Reabilitação de Animais Marinhos. Na Argentina, a colaboradora foi Julia Diaz do Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores. Na França, o estudo foi colaborado por Thierry Boulinier da Université de Montpellier. Já a Austrália, com maiores participações, ressalta os autores Meagan Dewar da Federation University Australia, Rachael Gray da The University of Sydney, Cliver McMahon de Sydney Institute of Marine Science, Gary Miller da University of Western Australia, Michelle Power da Macquarie University e Michelle Wille de The University of Sydney. Por fim, o Chile conta com a participação de Daniel González-Acunã da Universidad de Concepción. Pela filiação dos autores que colaboraram para este estudo, foi possível identificar que a maioria são vinculados a centros de estudo específicos



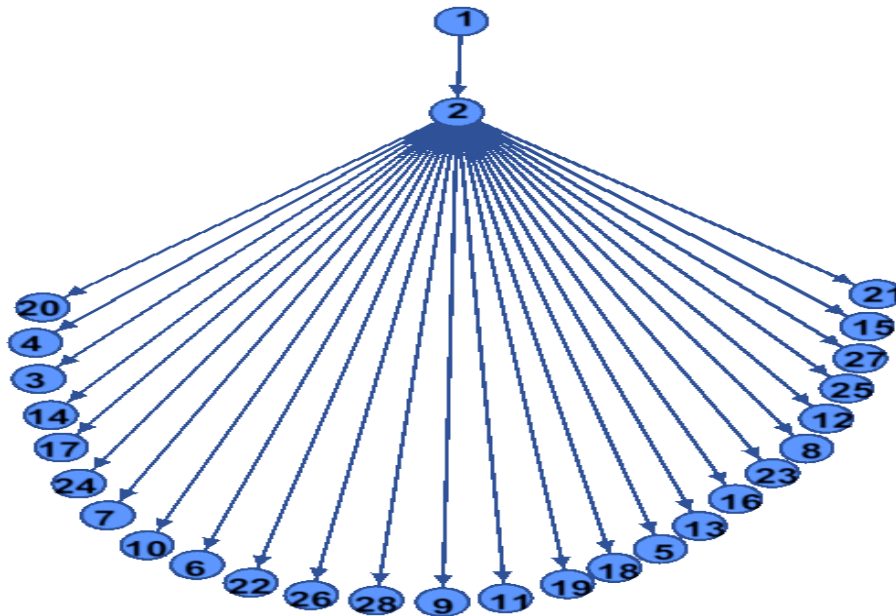
para animais, o que juntamente ao tema do estudo mostra que a preocupação levantada pela pandemia da Covid-19 não é apenas humana, mas engloba outros seres vivos.

Com base na rota vermelha, foi também possível analisar os países de maior predominância dentre os estudos que compõem esta rota. O país em que mais autores contribuíram para a evolução dos estudos foi a China, com 85 autores. Os EUA foram o segundo país com mais participantes, totalizando 41 autores. Em terceiro lugar, a Austrália com 21 participantes e em quarto, a Holanda com 19 participantes. Há de se destacar também outros países relevantes nesta rota, tais como Bélgica e Brasil com 8 autores cada e a Suécia participando com 7 autores. A partir destas constatações, é possível notar a grande diferença de participação da China, que representa o dobro de participação quanto comparado com os EUA. Mesmo considerando no escopo desta pesquisa apenas publicações que tivessem autores afiliados a instituições brasileiras, nota-se a relevância de países como China e EUA na produção de conhecimento sobre COVID-19, mas principalmente sendo amplamente referenciados (citados) nos estudos correlatos a este tema, sendo isto reflexo das intensas políticas de investimentos de ciência, tecnologia e inovação implementadas há várias décadas nestes países.

A segunda rota foi mapeada a partir do cluster azul, agrupamento este composto por 146 nós e 149 arestas. Após a execução do SPLC, foi identificada uma rota com 28 nós e 27 arestas, cujos trabalhos se concentram de 1927 a 2020. A fim de entender os principais assuntos contidos nesta, foi criada uma nuvem de palavras (figura 5) a partir dos resumos de cada artigo presente na rota azul. No centro da nuvem é possível identificar a relevância de palavras como “*Covid-19*”, “*China*”, “*model*”, “*disease*” e “*epidemic*”. Todas estas são palavras relacionadas ao objetivo do estudo final que se trata da Covid-19, portanto o nome da doença, o local de início da epidemia, doenças, epidemias e até modelos são termos que fazem sentido em ser muito utilizados. Porém pode-se encontrar em menor proporção palavras relacionadas a áreas estatísticas, computacionais, administrativas e sociais.



Figura 5 - Rota de conhecimento do cluster azul.



Fonte: Dados da pesquisa

O artigo no topo desta rota (nó 1), aborda o efeito das estratégias de controle de aglomerações sociais durante a pandemia da Covid-19, tais como a suspensão do atendimento presencial da maior parte das atividades comerciais e a recomendação de se ficar em casa com distanciamento social. Foi produzido por autores como Dyego Leandro Bezerra de Souza afiliado à Carrer Sagrada Família em Barcelona, Yan Nogueira Leite de Freitas da Universidade Federal do Amazonas em Manaus, Camila Alves dos Santos Siqueira da Universidade Rio Grande do Norte em Natal, Marianna de Camargo Cancela do Instituto Nacional do Câncer no Rio de Janeiro e Monica Carvalho da Universidade Federal do Paraíba em João Pessoa. Conforme se observa na rota, o artigo acima (nó 1) referencia um outro estudo (nó 2), que também explora impactos das estratégias utilizadas na pandemia e as notificações dos casos da Itália, Coreia do Sul e Brasil, do ano de 2020. Este estudo foi produzido por autores como Ruy Freitas Reis da Universidade Federal de Juiz de Fora, Barbara de Melo Quintela da Universidade Bologna na Itália, Joventino de Oliveira Campos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Johnny Moreira Gomes da Universidade Federal Juiz de Fora, e Bernardo Martins Rocha da Universidade Bologna na Itália. Nota-se que estes dois artigos (nós 1 e 2) utilizando como base os conhecimentos advindos de outros trabalhos (nós 3 a 28). Estes trabalhos considerados como basilares apontam

contribuições sobre teorias matemáticas de epidemias e sensibilidades globais, linguagem Python para computação científica, modelagem de doenças infecciosas em humanos e animais, ferramentas de projeção para quantificação de incerteza, ciclo de vida do vírus da hepatite C durante sua infecção, efeito das incertezas na mecânica cardíaca, desenvolvimento de vacina para Covid-19, entre outros assuntos relacionados com a pandemia e suas estratégias de controle na disseminação do vírus.

Assim como na rota vermelha, a China se destaca como o país com mais autores distintos que compõem esta rota (63). O segundo país com mais participação foi o Brasil (28 autores) e em terceiro lugar, os EUA (22 autores). Outros países que tiveram participações relevantes foram Coréia do Sul, Inglaterra, Itália e Noruega, todos com 10 autores na rota. Isso mostra novamente que entre os estudos que compõem a rota, houve ampla a colaboração internacional, como também foram utilizados estudos estrangeiros como citações para a evolução dos estudos.

## 7 Conclusões

---

O presente estudo buscou compreender como se desenvolveu a produção científica relacionado a Covid-19 desde 2004, quando foi produzido o primeiro estudo sobre coronavírus por autores filiados a instituições do Brasil. Esse número teve um aumento significativo após o início da pandemia, visto que antes eram produzidos 2 ou 4 artigos no máximo por ano, e em 2020 se tornaram milhares.

Através da análise de redes, foi possível verificar e mapear relações entre os estudos e estabelecer os fluxos de conhecimento sobre o tema. O algoritmo SPLC foi capaz de traçar as rotas de conhecimento identificadas em dois clusters, contribuindo para o portfólio de estudos sobre rotas de conhecimento, bem como a outros trabalhos que mapeiam rotas tecnológicas baseadas em patentes (Linares, De Paulo e Porto 2019; De Paulo, Nunes e Porto 2020).

Concluiu-se também, que o motivo de apenas duas rotas terem sido analisadas, deve-se ao fato de a maioria dos estudos serem recentes, interferindo na construção temporal das rotas e consequentemente tornando-as muito simplificadas e pouco ramificadas. Este fato, concentração de trabalhos em um curto espaço temporal, representa uma descoberta importante sobre a

utilização dessa metodologia, uma vez que limita a análise evolutiva do conhecimento sobre um determinado tema.

Os artigos que compõem as rotas de conhecimento reforçam que a maioria dos estudos sobre Covid-19 selecionado tiveram como objetivo final a produção científica na área médica especialmente sobre a doença, seja ela em humanos ou animais, ou medidas sociais para conter a disseminação do vírus. Entretanto, nota-se que para a evolução e conclusão destas, foram necessários conhecimentos de áreas distintas, abordando temáticas sociais, administrativas, computacionais, matemáticas e psicológicas. Portanto, conclui-se que o assunto abordado não se limita apenas à área principal de pesquisa, sendo necessário estabelecer fluxos referenciais variados e que agreguem conhecimentos distintos. Esses fatores confirmam a ideia de Choo (1996) que para a evolução do conhecimento, é necessário alimentar novas percepções aos conhecimentos já existentes, para então criar um novo conhecimento ainda mais aprofundado.

Desta forma, este artigo contribui com a literatura ao apresentar a evolução do conhecimento científico advindo de artigos publicados e indexado na WoS, demonstrando não só a qualidade, mas também a alta capacidade de produção de pesquisadores filiados a instituições brasileiras diante do cenário vivido com a pandemia do coronavírus (Vasconcelos e Do Nascimento 2020; Elhawary et al. 2020; Dehghanbanadaki et al. 2020; Fan et al. 2020; Chahrour et al. 2020). Adicionalmente, explora aspectos relacionados à evolução do conhecimento sobre o tema, demonstrando as temáticas mais em voga, além dos perfis dos atores (pesquisadores e suas instituições), propiciando assim uma fotografia sobre diversos aspectos correlatos ao tema. Por fim, esta pesquisa complementa com uma metodologia inovadora aliando KDD com ARS. Além disso, reforça o uso de análise de redes na representação do conhecimento, bem como o uso de rotas como instrumento de mapeamento de conhecimento científico, conforme abordagens utilizando patentes feitas por Verspagen (2007), De Paulo e Porto (2018) e Telenti et al. (2021).

Entre limitações deste trabalho, inclui-se a utilização no uso do DOI como campo chave na identificação das relações de citação, o que acaba por desconsiderar trabalhos potencialmente relevantes. Para futuros trabalhos, quando os conhecimentos sobre Covid-19 estiverem mais evoluídos, será possível identificar com maior clareza rotas mais completas e até mesmo mais

complexas. Também será possível ampliar a análise dos dados e rotas para uma amostra maior que não se limite a apenas estudos produzidos por autores filiados a instituições brasileiras.

## Referências

---

- Abrantes, Angelo Antonio, e Lígia Márcia Martins. "A produção do conhecimento científico: relação sujeito-objeto e desenvolvimento do pensamento." *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, vol. 11, 2007, pp. 313-325, <https://www.scielo.br/j/icse/a/jNXHHJnmpN4pvfwMbTYjgFz>. Acessado 27 jun. 2022.
- Basso, Fernanda. "Mapeamento de tendências tecnológicas: uma análise a partir do esforço tecnológico na indústria farmacêutica", *Tese de Doutorado*, 2020, [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-26062020-090824/publico/FernandaGBasso\\_Corrigida.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-26062020-090824/publico/FernandaGBasso_Corrigida.pdf). Acessado 27 jun. 2022.
- Blondel, Vincent D., et al. "Fast unfolding of communities in large networks." *Journal of statistical mechanics: theory and experiment*, vol. 2008, no. 10, pp. 10008, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008/pdf>. Acessado 27 jun. 2022.
- Chahrour, Mohamad, et al. "A bibliometric analysis of COVID-19 research activity: a call for increased output." *Cureus*, vol. 12, no. 3, 2020, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7174863/pdf/cureus-0012-00000007357.pdf>. Acessado 27 jun. 2022.
- Chen, Anthony, et al. "Capacity reliability of a road network: an assessment methodology and numerical results." *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 36, no. 3, 2002, pp. 225-252, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0191261500000485>. Acessado 27 jun. 2022.
- Chen, Yu, Qianyun Liu, e Deyin Guo. "Emerging coronaviruses: genome structure, replication, and pathogenesis." *Journal of medical virology*, vol. 92, no. 4, 2020, pp. 418-423, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7167049/>. Acessado 27 jun. 2022.
- Choo, Chun Wei. "The knowing organization: How organizations use information to construct meaning, create knowledge and make decisions." *International journal of information management*, vol. 16, no. 5, 1996, pp. 329-340, [https://cmappublic.ihmc.us/rid=1221759646170\\_331979060\\_13314/the%20knowing%20organization.pdf](https://cmappublic.ihmc.us/rid=1221759646170_331979060_13314/the%20knowing%20organization.pdf). Acessado 27 jun. 2022.

- Choo, Chun Wei. "Perspectives on managing knowledge in organizations." *Cataloging & classification quarterly*, vol. 37, no. 1-2, 2003, pp. 205-220, <http://choo.fis.utoronto.ca/FIS/respub/CCQ/CCQ.pdf>. Acessado 27 jun. 2022.
- Collins, Harry M. "Tacit knowledge, trust and the Q of sapphire." *Social studies of science*, vol. 31, no. 1, 2001, pp. 71-85.
- Correia, Sergio, et al. "Fight the pandemic, save the economy: Lessons from the 1918 flu." *Federal Reserve Bank of New York*, vol. 5, 2020, <https://libertystreeteconomics.newyorkfed.org/2020/03/fight-the-pandemic-save-the-economy-lessons-from-the-1918-flu.html>. Acesso 27 jun. 2022.
- Costa, Isabelle, et al. "Produção científica em periódicos online sobre o novo coronavírus (Covid-19): pesquisa bibliométrica." *Texto & Contexto-Enfermagem*, vol. 29, 2020, <https://www.scielo.br/j/tce/a/hJLtfNKkGCRLgVhLDddxwKJ>. Acessado 27 jun. 2022,
- Cucinotta, Domenico, e Vanelli, Maurizio. "Who declares Covid-19 a pandemic." *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*, vol. 91, no. 1, 2020, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32191675/>. Acessado 27 jun. 2022.
- Da Silva Bomfim, Vitoria Vilas Boas, et al. "Pandemia do SARS COVID-19: estudo bibliométrico." *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, vol. 12, n. 10, 2020, pp. 1-9, <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/4141/2822>. Acessado 27 jun. 2022.
- De Paulo, Alex Fabianne, e Porto, Geciane. "Evolution of collaborative networks of solar energy applied technologies." *Journal of Cleaner Production*, vol. 204, 2018, doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.344.
- De Paulo, Alex Fabianne. "Cooperação e rotas tecnológicas para o desenvolvimento de tecnologias sobre energia solar fotovoltaica: uma análise baseada em patentes", *Tese de Doutorado*, 2019, [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-25062019-095212/publico/AlexFPaulo\\_Corrigida.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-25062019-095212/publico/AlexFPaulo_Corrigida.pdf). Acessado 27 jun. 2022.
- De Paulo, Alex Fabianne, Nunes, Breno, e Porto, Geciane. "Emerging green technologies for vehicle propulsion systems". *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 159, 2020, pp. 120054, doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120054.
- Dehghanbanadaki, Hojat et al. "Bibliometric analysis of global scientific research on Coronavirus (Covid-19)." *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, vol. 54, pp. 51, 2020, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7481853/>. Acessado 27 jun. 2022.

- Dufloth, Simone Cristina, e Saldanha, Cristina Camila Teles. "Produção de conhecimento pelas mídias sociais: um olhar retrospectivo da polarização política dos fenômenos do Brexit e do impeachment presidencial de 2016." *Liinc em Revista*, vol. 15, no. 1, 2019, doi.org/10.18617/liinc.v15i1.4568.
- Elhawary, Hassan, et al. "Bibliometric analysis of early Covid-19 research: the top 50 cited papers." *Infectious Diseases: Research and Treatment*, vol. 13, 2020, pp. 1-5, <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1178633720962935>. Acessado 03 jul. 2022.
- Fan, Jingchun, et al. "Bibliometric analysis on Covid-19: a comparison of research between English and Chinese studies." *Frontiers in public health*, 2020, pp. 447, doi.org/10.3389/fpubh.2020.00477.
- Fayyad, Usama, David Haussler, e Paul Stolorz. "Mining scientific data." *Communications of the ACM*, v. 39, n. 11, 1996, p. 51-57, <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/240455.240471>. Acessado 03 jul. 2022
- Fialho, Joaquim. "Análise de redes sociais: princípios, linguagem e estratégias de ação na gestão do conhecimento." *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, 2014, pp. 9-26, <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/51709>. Acessado 03 jul. 2022.
- Figueredo, Wilton, et al. "Análise bibliométrica da produção brasileira sobre a Covid-19." *Revista Baiana de Enfermagem*, vol. 34, 2020, doi.org/10.18471/rbe.v34.37107.
- Firme, Simone, Miranda, Angélica, e Silva, João. "Produção do conhecimento científico: um estudo das redes colaborativas." *Biblos*, vol. 31, no. 2, 2017, pp. 45-61, <https://brapci.inf.br/index.php/res/v/23316>. Acessado 03 jul. 2022.
- Fontana, Roberto, Nuvolari, Alessandro, e Verspagen, Bart. "Mapping technological trajectories as patent citation networks. An application to data communication standards." *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 18, no. 4, 2009, pp. 311-336, doi.org/10.1080/10438590801969073
- Gontijo, Daniela Tavares, Maria Natália Santos Calheiros, e Maria Eliete Santiago. "Investigação Temática freireana e produção do conhecimento na pesquisa acadêmica: reflexões teórico-metodológicas." *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, vol. 18, no. 55, 2021, pp. 211-233, <http://revistaadmmade.estacio.br/index.php/reeduc/article/view/9716/47968004>. Acessado 03/07/2022.
- Hummon, Norman, e Dereian, Patrick. "Connectivity in a citation network: The development of DNA theory." *Social networks*, vol. 11, no. 1, 1989, pp. 39-63, [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(89\)90017-8](https://doi.org/10.1016/0378-8733(89)90017-8).
- Kraemer, Moritz, et al. "The effect of human mobility and control measures on the Covid-19 epidemic in China." *Science*, vol. 368, no. 6490, 2020, pp. 493-497, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abb4218>. Acessado 03 jul. 2022.



- Lana, Raquel, et al. "Emergência do novo coronavírus (SARS-CoV-2) e o papel de uma vigilância nacional em saúde oportuna e efetiva." *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 36, 2020, <https://www.scielo.br/j/csp/a/sHYgrSsxqKTZNK6rJVpRxQL/>. Acessado 03/07/2022.
- Leite, Fernando, e Costa, Sely. "Gestão do conhecimento científico: proposta de um modelo conceitual com base em processos de comunicação científica." *Ciência da Informação*, vol. 36, no. 1, 2007, pp. 92-107, doi.org/10.1590/S0100-19652007000100007.
- Linares, Ian, De Paulo, Alex, e Porto, Geciane. "Patent-based network analysis to understand technological innovation pathways and trends." *Technology in Society*, vol. 59, no. 101134, 2019, pp. 10.1016, doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.04.010
- Linares, Ian. "Prospecção tecnológica na área de biotecnologia: uma abordagem baseada em rotas tecnológicas." *Dissertação de Mestrado*, 2015, doi.org/10.11606/D.96.2015.tde-20032015-143503.
- Matheus, Renato, e Silva, Antonio. "Análise de redes sociais como método para a Ciência da Informação." *DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação*, vol. 7, no. 2, 2006, [http://eprints.rclis.org/7470/1/Art\\_03.htm](http://eprints.rclis.org/7470/1/Art_03.htm). Acessado 03 jul. 2022.
- Newman, Mark EJ. "Modularity and community structure in networks." *Proceedings of the national academy of sciences*, vol. 103, no. 23, 2006, pp. 8577-8582, doi.org/10.1073/pnas.0601602103.
- Nonaka, Ikujiro, e Takeuchi, Hirotaka. *A new organizational structure. Knowledge in Organisations*, 1997.
- Oliveira, Adriana, Lucas, Thabata, e Iquiapaza, Robert. "What has the Covid-19 pandemic taught us about adopting preventive measures?" *Texto & Contexto-Enfermagem*, vol. 29, 2020, <https://www.scielo.br/j/tce/a/cgMnvhg95jVqV5QnnzfZwSQ>. Acessado 03 jul. 2022.
- Pereira, Cristiano, et al. "Patent mining and landscaping of emerging recombinant factor VIII through network analysis." *Nature biotechnology*, vol. 36, no. 7, 2018, pp. 585-590, doi.org/10.1038/nbt.4178.
- Picanco-Castro, Virgínia, et al. "Emerging CAR T cell therapies: clinical landscape and patent technological routes." *Human vaccines & immunotherapeutics*, vol. 16, no. 6, 2020, pp. 1424-1433, doi.org/10.1080/21645515.2019.1689744.
- Pigola, Angélica, et al. "High Analytics Information Technological Routes: a patent network analysis." *Research, Society and Development*, vol. 11, no. 4, 2022, pp. e38011427569-e38011427569, doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27569
- Probst, Gilberto, Steffen Raub, e Kai Romhardt. *Gestão do conhecimento: os elementos construtivos do sucesso*. Bookman Editora, 2009.

- Ramos, Ney Kassiano, Cristina Keiko Yamaguchi, e Ubirajara Maciel da Costa. "Tecnologia da informação e gestão do conhecimento: estratégia de competitividade nas organizações." *Brazilian Journal of Development*, vol 6, no. 1, 2020, pp. 144-161, <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/5830/5238>. Acessado 03 jul. 2022.
- Ravasz, Erzsébet, e Barabási, Albert-László. "Hierarchical organization in complex networks." *Physical review E*, vol. 67, no. 2, 2003, pp. 026112, doi.org/10.1103/PhysRevE.67.026112.
- Recuero, Raquel. "Teoria das redes e redes sociais na internet: considerações sobre o Orkut, os Weblogs e os Fotologs." IV Encontro dos Núcleos de Pesquisa da XXVII Intercom, 2004, <http://www.portcom.intercom.org.br/pdfs/121985795651418859729998795470196200751.pdf>. Acessado 03 jul. 2022.
- Schuchmann, Alexandra, et al. "Isolamento social vertical X Isolamento social horizontal: os dilemas sanitários e sociais no enfrentamento da pandemia de Covid-19". *Brazilian Journal of Health Review*, vol. 3, no. 2, 2020, pp. 3556-3576, doi.org/10.34119/bjhrv3n2-185.
- Scott, John. "Social network analysis: developments, advances, and prospects." *Social network analysis and mining*, vol. 1, no. 1, 2011, pp. 21-26, doi.org/10.1007/s13278-010-0012-6.
- Soendergaard, Niels, et al. "Impactos da Covid-19 no agronegócio e o papel do Brasil." *Inspere - Centro do Agronegócio Global*. Texto para discussão, no. 2, 2020.
- Souza, Queila, e Quandt, Carlos. "Metodologia de análise de redes sociais." *O tempo das redes*. São Paulo: Perspectiva, 2008, pp. 31-63, [https://www.academia.edu/257818/Metodologia\\_De\\_An%C3%A1lise\\_De\\_Redes\\_Sociais](https://www.academia.edu/257818/Metodologia_De_An%C3%A1lise_De_Redes_Sociais). Acessado 03 jul. 2022.
- Spinelli, Antonino, e Pellino, Gianluca. "Covid-19 pandemic: perspectives on an unfolding crisis." *Journal of British Surgery*, vol. 107, no. 7, 2020, pp. 785-787, doi.org/10.1002/bjs.11627.
- Telenti, Amalio, et al. "After the pandemic: perspectives on the future trajectory of Covid-19." *Nature*, vol. 596, no. 7873, 2021, pp. 495-504, doi.org/10.1038/s41586-021-03792-w.
- Vasconcelos, Iara, e Do Nascimento, Danilo. "Mapeamento da produção científica sobre Covid-19." *Interamerican Journal of Medicine and Health*, vol. 3, 2020, pp. e202003044, doi.org/10.31005/iajmh.v3i0.134.
- Verspagen, Bart. "Mapping technological trajectories as patent citation networks: A study on the history of fuel cell research." *Advances in Complex Systems*, vol. 7, no. 1, 2007, pp. 104, doi.org/10.1142/S0219525907000945.

WHO, World Health Organization. "Coronavirus disease 2019 (Covid-19)." *Situation report – 69*. Genève, Switzerland: World Health Organization, 2020, <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200329-sitrep-69-Covid-19.pdf>. Acessado 03 jul. 2022.

Wu, Zunyou, e Mcgoogan, Jennifer. "Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (Covid-19) outbreak in China: summary of a report of 72314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention." *Jama*, vol. 323, no. 13, 2020, pp. 1239-1242, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32091533/>. Acessado 03 jul. 2022.

---

Copyright: © 2022 De Paulo, Alex Fabianne, and Lima, Breno Augusto Pinto. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons CC Attribution-ShareAlike (CC BY-SA), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, under the identical terms, and provided the original author and source are credited.

---

Received: 24/01/2022

Accepted: 01/06/2022