



Persistências e rupturas no estudo do Coronavírus após a epidemia da COVID-19

Persistence and ruptures in the study of the Coronavirus after the COVID-19 epidemic

Ronaldo Naziazeno¹

Cláudia de Souza Ferreira Martins²

Cristina Guedes³

Marcelo Santana Pinheiro⁴

Hélio Souza de Cristo⁵

Lynn Rosalina Gama Alves⁶

Aloisio Santos Nascimento Filho⁷

Hugo Saba⁸

¹ Mestre em Engenharia Mecânica, Centro Universitário Senai - Cimatec. Av. Orlando Gomes, 1845, Piatã, Salvador - BA, CEP: 41650-010. E-mail: rnaziazeno@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0771-8387>

² Mestra em Nutrição, Coordenação-Geral de Planejamento Estratégico, Instituto Carlos Chagas – Fiocruz, Rua Professor Algacyr Munhoz Mader, 3775, Cidade Industrial de Curitiba, Curitiba - PR, CEP: 81310-020. E-mail: claudia.martins@fiocruz.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-1977-655X>

³ Mestra Profissional em Gestão, Pesquisa e Desenvolvimento, Gestão Departamento de Logística -Farmanguinhos, Instituto Carlos Chagas – Fiocruz, Rua Professor Algacyr Munhoz Mader, 3775, Cidade Industrial de Curitiba, Curitiba - PR, CEP: 81310-020. E-mail: cristina.guedes@fiocruz.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-5225-6983>

⁴ Graduado em Engenharia de Produção Química, Centro Universitário Senai - Cimatec. Av. Orlando Gomes, 1845, Piatã, Salvador - BA, CEP: 41650-010. E-mail: marcelopinheiro.engenheiro@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-3014-954X>

⁵ Doutor em Difusão do Conhecimento, Centro Universitário Senai - Cimatec. Av. Orlando Gomes, 1845, Piatã, Salvador - BA, CEP: 41650-010. E-mail: helio-87@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1219-9304>

⁶ Doutor em Educação, Instituto de Humanidades, Artes e Ciência - Universidade Federal da Bahia (IHAC – UFBA), Ondina, Salvador – BA. E-mail: lynnalves@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3688-3506>

⁷ Doutor em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial, Centro Universitário Senai - Cimatec. Av. Orlando Gomes, 1845, Piatã, Salvador - BA, CEP: 41650-010. E-mail: aloisio.nascimento@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5601-8459>

⁸ Doutor em Difusão do Conhecimento, Universidade do Estado da Bahia - Centro Universitário Senai - Cimatec. Av. Orlando Gomes, 1845, Piatã, Salvador - BA, CEP: 41650-010. E-mail: hugosaba@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8402-6416>

Resumo

O presente artigo, partindo do conjunto de palavras-chave de mais de 500 artigos relacionados à família do coronavírus, com publicações ao longo de 20 anos (2002 – 2022) e a formação de redes semânticas, analisa tais redes em sua topologia e características, assim como o conjunto de análises sobre as centralidades de nós, com o objetivo de vislumbrar uma métrica que apontasse temas e autores que colaboraram no estudo dos coronavírus antes da pandemia, aqueles que vieram antes da pandemia, mas tiveram contribuição relevante ao longo da pandemia nos anos estudados e aqueles que se somaram nos pós *start* da pandemia. No geral, busca-se analisar as persistências e rupturas da comunidade acadêmica frente ao novo Sars-Cov-2. Tal método se justifica como uma rota rápida e eficaz para filtrar bases teóricas e experimentais, pessoas e conhecimentos frente a um novo desafio, tal qual uma pandemia. Em linhas gerais, admite-se, neste trabalho, que palavras-chave são descritores importantes dos artigos publicados e, assim sendo, também cumprem um papel relevante como indicadores da agenda de pesquisa da comunidade de ciência. Percebe-se que as redes semânticas formadas por palavras-chave dos artigos selecionados mostraram aqui uma topologia com fortes características de uma rede mundo pequeno, o que evidencia uma forte ligação entre uma palavra-chave qualquer e sua vizinhança.

Palavras-chave: Redes Semânticas. Sistemas Complexos. Coronavírus. COVID-19.

Abstract

This article, based on the set of keywords of more than 500 articles related to the coronavirus family, with publications over 20 years (2002 - 2022) and the formation of semantic networks, analyzes such networks in their topology and characteristics, as well as the set of analyzes on the centralities of us, with the aim of envisioning a metric that would point out themes and authors who collaborated in the study of coronaviruses before the pandemic, those that came before the pandemic, but had a relevant contribution throughout the pandemic in the years studied and those that added up in the post-pandemic start. In general, we seek to analyze the persistence and ruptures of the academic community in the face of the new Sars-Cov-2. Such a method is justified as a quick and effective route to filter theoretical and experimental bases, people and knowledge in the face of a new challenge, such as a pandemic. In general terms, it is accepted, in this work, that keywords are important descriptors of published articles and, therefore, also play a relevant role as indicators of the research agenda of the science community. It is noticed that the semantic networks formed by keywords of the selected articles showed here a topology with strong characteristics of a small world network, which shows a strong connection between any keyword and its neighborhood.

Keywords: Semantic Networks. Complex Systems. Coronavirus. COVID-19.

Introdução

A dinâmica de difusão em doenças infecciosas apresenta comportamentos típicos de sistemas complexos, com implicações para a saúde pública, interações sociais e fenômenos socioeconômicos [1, 2, 3, 4, 5]. O vírus Sars-Cov-2 emergiu no final de 2019 na cidade de Wuhan, China. Em poucos meses, em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) reconheceu a Covid-19, uma doença causada pelo Sars-Cov-2, como uma epidemia mundial. Até o momento, a epidemia matou milhões de pessoas em todos os continentes e causou altas perdas econômicas, o que justifica os esforços da comunidade científica para entender, descrever e prevenir sua propagação.

No Brasil, a trajetória do vírus possuiu particularidades por conta das oscilações das políticas públicas e por conta das assimetrias sociais e econômicas constatadas no Brasil ao longo da pandemia. Ao mesmo tempo, possuiu uma grande similaridade com a ampla maioria dos países com casos de Covid-19, que foi o amplo espalhamento do vírus, dificuldades no sistema de saúde e um grande impacto nas relações de trabalho e na economia (BETTE *et al.*, 2021; BOUQUET, 2020).

Por tudo elencado, foi necessário um grande esforço da comunidade de ciência no enfrentamento da pandemia, sendo destaques a produção de vacinas (SILVA, 2020) e o mapeamento genético do vírus (FARIA *et al.*, 2021). Por óbvio, o enfrentamento ao Sars-Cov-2 se beneficiou do conhecimento acumulado no enfrentamento a um conjunto de outros vírus, em particular dos coronavírus anteriores. Em outras palavras, a pandemia exigiu um conjunto de inovações, mas essas se sustentaram no acúmulo anterior de conhecimento da comunidade científica, pois, sem esse, não teria sido possível a produção de respostas em tão rápido tempo.

Embora a afirmativa anterior possa soar como óbvia, é possível se perguntar se há possibilidade de instituir métricas que possam mensurar, ao menos qualitativamente, o quanto de inovação foi necessário para o enfrentamento da pandemia do Sars-Cov-2, e o quanto de persistência do conhecimento acumulado foi verificado. Uma rota possível para a produção de uma resposta adequada a essa questão se dá pela teoria dos grafos aplicadas para redes semânticas. Segundo Fadigas *et al.* (2009, p. 169):

A teoria dos grafos, a análise de redes sociais e a teoria das redes complexas têm sido usadas para investigar o comportamento e as estruturas de diversos tipos de redes, e.g. redes tecnológicas (Watts e Strogatz, 1998; Barabási e Albert, 1999; Faloutsos *et al.*, 1999); redes biológicas (Jeong *et al.*, 2000;

Liljeros et al., 2001); redes econômicas (Pereira et al., 2007); redes de informação (Newman, 2001a, 2001b); redes de disseminação de enfermidades (Vieira, 2005) e redes semânticas (Ferrer i Cancho e Solé, 2001; Caldeira et al., 2006).

O presente artigo parte do conjunto de palavras-chave de mais de 500 artigos relacionados à família do coronavírus, com publicações ao longo de 20 anos (2002 – 2022), formando com essas redes semânticas. Tais redes foram analisadas em sua topologia e as características dessas advindas, bem como um conjunto de análises sobre as centralidades de nós, tudo isso com o objetivo de vislumbrar uma métrica que apontasse temas e autores que colaboraram no estudo dos coronavírus antes da pandemia, aqueles que vieram antes da pandemia, mas tiveram contribuição relevante ao longo da pandemia nos anos estudados e aqueles que se somaram nos pós *start* da pandemia. Em outras palavras, busca analisar as persistências e rupturas da comunidade acadêmica frente ao novo Sars-Cov-2. Tal método se justifica como uma rota rápida e eficaz para filtrar bases teóricas e experimentais, pessoas e conhecimentos frente a um novo desafio, tal qual uma pandemia.

Metodologia

As redes semânticas foram formadas a partir das palavras-chave dos artigos selecionados na base *Scopus*. O critério para a escolha da base se deu por ser a *Scopus* o maior banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares: revistas científicas, livros, processos de congressos e publicações do setor (ELSEVIER, 2022). A palavra descritora usada na busca, inicialmente, foi “Coronavírus”.

Isso se deve à amplitude do termo ao motor de busca, possibilitando respostas amplas em diversas áreas, e também a sua centralidade nos objetivos da pesquisa. *A posteriori*, foram adotados alguns critérios de corte na resposta, sendo esses: idioma de publicação: Inglês. Estágio de publicação: Final. Tipo de publicação: Artigos e *Review*. Período de publicação: 2002-2018, 2002-2019, 2002-2020, 2002-2021, 2002-2022 e 2019-2002.

A justificativa do recorte se dá pela dimensão mundial da língua, o inglês. Pelo estágio final da publicação, evitando-se assim comunicações não revisadas, e pela predileção de pesquisa notadamente em artigos e artigos de revisão. Os recortes de períodos seguem recortes de pandemias provocados pelo Coronavírus. Os coronavírus (CoV) são uma grande família viral, conhecidos desde meados dos anos 1960, que causam infecções respiratórias em seres humanos e em animais.

Alguns coronavírus podem causar síndromes respiratórias graves, como a síndrome respiratória aguda grave que ficou conhecida pela sigla SARS da síndrome em inglês “*Severe*

Acute Respiratory Syndrome”. SARS é causada pelo coronavírus associado à SARS (SARS-CoV), sendo os primeiros relatos na China em 2002. O SARS-CoV se disseminou rapidamente para mais de doze países na América do Norte, América do Sul, Europa e Ásia, infectando mais de 8.000 pessoas e causando entorno de 800 mortes, antes da epidemia global de SARS ser controlada em 2003.

Em 2012, foi isolado outro novo coronavírus, distinto daquele que causou a SARS no começo da década passada. Esse novo coronavírus era desconhecido como agente de doença humana até sua identificação, inicialmente na Arábia Saudita e, posteriormente, em outros países do Oriente Médio, na Europa e na África. Pela localização dos casos, a doença passou a ser designada como síndrome respiratória do Oriente Médio, cuja sigla é MERS, do inglês “*Middle East Respiratory Syndrome*” e o novo vírus nomeado coronavírus associado à MERS (MERS-CoV) (SAÚDE-SP, 2022).

Em dezembro de 2019, a OMS foi alertada sobre vários casos de pneumonia na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China. Tratava-se de uma nova cepa (tipo) de coronavírus que não havia sido identificada antes em seres humanos. Já em 11 de março de 2020, a Covid-19 foi caracterizada pela OMS como uma pandemia (OPAS, 2020; PERLMAN, 2020).

Assim sendo, o recorte temporal procura, por meio de redes semânticas, localizar a pauta de pesquisa da comunidade científica, considerando as palavras-chave como indicadores importantes de assuntos abordados na divulgação da pesquisa por meio dos artigos, e como isso foi alterado antes da pandemia de Covid-19 (2002-2018) e pós-pandemia (2019-2022), bem como essa alteração (ou permanência) foi sendo sentida ano a ano a partir de 2019, dado o acréscimo anual.

A rede semântica não direcionada foi formada considerando que os nós são cada uma das palavras-chave constantes em cada artigo, ligadas entre si, formando assim um clique. No pós-formação da rede, alguns cuidados foram observados. O primeiro deles, foi a eliminação de termos repetidos no mesmo conjunto de palavras-chave, restando apenas uma única ocorrência. Nomes próprios devem formar um único nós (e.g. Arábia Saudita). Sequência de palavras que têm significado próprio devem formar um único nó (e.g. síndrome respiratória aguda). Foram preservadas em nós distintos siglas e termos completos (e.g. MERS e *Middle East Respiratory Syndrome*) por conta da possível distinção entre o vírus (MERS-COV) e a síndrome respiratória, por exemplo.

2.1 Teoria dos Grafos

No presente trabalho, algumas centralidades da rede são usadas para análise de importância de alguns nós como indícios de assuntos abordados nos artigos científicos. Freeman (1979) abordou o conceito de centralidade revisando um grande número de medidas até então publicadas e reduziu-as a três definições clássicas: a centralidade de grau (*Degree Centrality*), centralidade de proximidade (*Closeness Centrality*) e centralidade de intermediação (*Betweenness Centrality*)

O primeiro deles a ser considerado é centralidade por grau, assim definida: Grau é o número de arestas que um nó possui. Centralidade de grau $C_g(i)$ do nó i é o grau desse nó (k_i) dividido pelo maior grau que ele poderia ter (MONTEIRO, 2014):

$$C_g(i) = \frac{k_i}{N - 1}$$

A segunda análise de centralidade é sobre a proximidade. O grau de proximidade de um nó mede o quanto ele está próximo dos demais da rede. Este índice tenta capturar não só a importância local de uma palavra em relação aos vizinhos mais próximos, mas em relação a toda rede de palavras (FADIGAS *et al.*, 2009).

Por fim, a terceira centralidade analisada versa sobre a intermediação. A centralidade de intermediação pode ser vista como uma medida da influência que um nó tem sobre a propagação do fluxo de informação através da rede.

Ainda em análises de redes, e para conclusões acerca de sua topologia, outros índices são usados para análise, sendo esses o coeficiente de agregação médio; comprimento médio do caminho livre e diâmetro da rede. O coeficiente de aglomeração médio usado foi proposto por Watts e Strogatz (1998), e descreve a vizinhança imediata de um nó i em uma rede. Define-se o coeficiente de aglomeração local C_i do nó i como a fração dos pares de vértices vizinhos ao nó que estão eles mesmos conectados. O coeficiente de aglomeração da rede é a média dessa quantidade sobre todos os n vértices (NEWMAN *et al.*, 2006).

Por sua vez, o caminho mínimo médio é a média das menores distâncias tomando nó a nó. A distribuição de grau, também, foi empregada para investigação topológica da rede com vistas a uma possível classificação.

Resultados

A seguir, passa-se a expor os principais resultados na produção e análise da rede semântica constituída a partir das palavras-chave dos artigos. A figura 1 mostra a curva com o total de artigos analisados por ano.

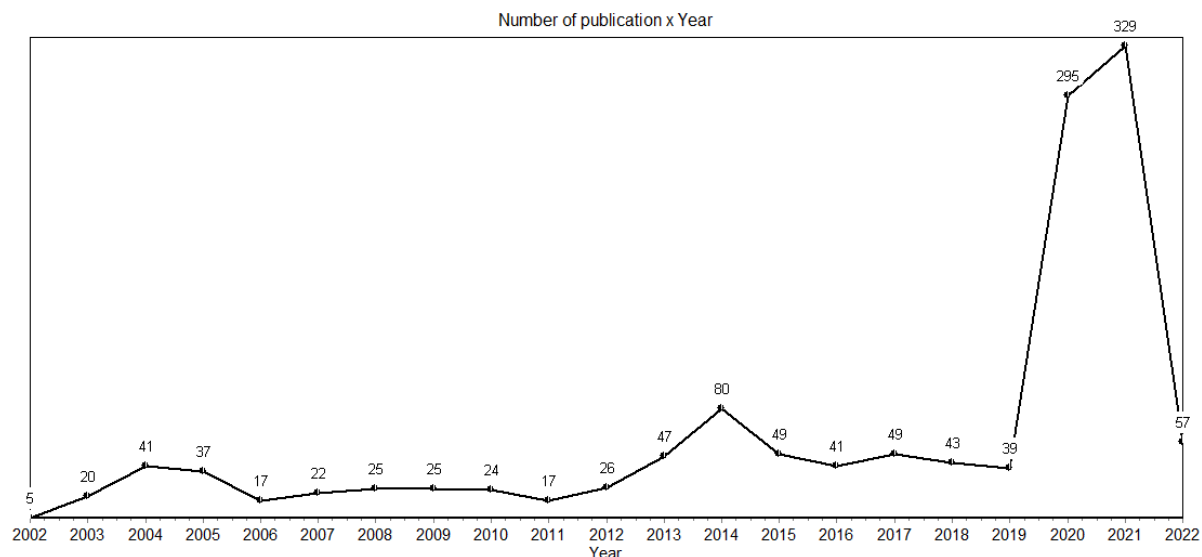


Figura 1: Total de artigos analisados por ano

Fonte: Autores.

Já nessa figura, evidencia-se o interesse crescente da comunidade de pesquisa pelo tema Coronavírus a partir do ano de 2019, que supera e muito a curva em anos anteriores. O ano de 2022 ainda se encontra em curso e assim não pode ser devidamente contabilizado. Tal comportamento, sem dúvidas, se alinha com as demandas surgidas a partir da epidemia da Covid-19, que mobilizou a comunidade de ciência mundial, exigindo dela esforços nas mais diversas áreas, até porque pandemias têm efeitos deletérios muito além daqueles visíveis nas estatísticas de morbimortalidade pelo agravo em tela (HORTA *et al*, 2022).

As Figuras 2 e 2.1 ilustram as redes semânticas antes e depois da pandemia.

	2002-2018	2002-2019	2002-2020	2002-2021	2002-2022	2019-2022
Nós	167	178	213	276	286	134
Arestas	5287	5883	7720	12109	13368	3785
Grau Médio	63,3	67,7	74,5	87,5	93,5	58
Componentes conectados	1	1	1	1	1	1
Coefficiente de clusterização (C_c)	0,78	0,78	0,78	0,77	0,78	0,77
Coefficiente de clusterização rede aleatória (C_{ca})	0,38	0,38	0,35	0,32	0,32	0,42
Relação C_c/C_{ca} (%)	205	205	223	240	244	183
Comprimento médio do caminho (l)	1,62	1,62	1,62	1,68	1,68	1,57
Diâmetro da rede	2	3	3	3	3	3
Comprimento médio caminho rede aleatória (l_a)	1,81	1,61	1,65	1,68	1,67	1,6
Relação l/l_a (%)	90	100	98	100	100	98
Topologia sugerida	Mundo pequeno	Mundo pequeno	Mundo pequeno	Mundo pequeno	Mundo pequeno	Mundo pequeno
Potência (livre de escala)	-1,13	-1	-1,13	-1,14	-1,15	-1,1

Tabela 1: Propriedades gerais das Redes

Fonte: Autores.

As redes possuem um componente gigante, plenamente, conectado o que coaduna com a metodologia proposta para a sua formação. Os diâmetros das redes são muito menores que o número de nós, essa também foi uma característica global verificada. Isso implica que todas as redes são pouco emaranhadas.

A topologia da rede foi duplamente testada, sendo o primeiro para uma rede mundo pequeno e o segundo para uma rede livre de escala. A distribuição de graus não autorizava uma rede aleatória. Monteiro (2010, p. 31) observa que redes, onde o livre caminho médio se equipara ao de uma rede aleatória equivalente (mesmo número de nós, e com grau médio igual), mas com coeficiente de agregação (“clusterização”) muito superior a essa, possuem características de uma topologia do tipo mundo pequeno. Esse é o caso em todas as redes apresentadas na Tabela 1.

Redes mundo pequeno se caracterizam por uma forte relação entre um nó e o seus vizinhos bem como um caminho de pequena distância independentemente do tamanho da rede. Considerando a metodologia adotada para constituir as redes expostas, é possível afirmar que, embora os artigos tenham sido publicados nas mais diversas áreas, o campo semântico escolhido para a representação dos mesmos, por meio das palavras-chave, se dá, em boa medida, de modo muito semelhante.

Redes de livre escala estudadas por Price (1965) e Barabási e Albert (1999) mostram que a distribuição de graus se aproxima de uma lei de potência. Em uma abordagem de dinâmica, esse comportamento mostra que novos vértices introduzidos na rede tendem a se ligar a vértices com alto grau. Os valores de potência obtidos, apresentados na Tabela 1, são

muito menores que aqueles apontados na literatura, que estão entre 2,1 e 4 (BARABÁSI; ALBERT, 1999), o que não nos autoriza a essa topologia.

3.1 Análise de Centralidades

A Tabela 2 apresenta o resultado da centralidade por grau, tomando como período inicial para a formação da primeira rede, 2002-2018, sendo acrescido um ano a partir desse até o ano atual (2022). Os resultados expõem os 10 maiores nós por período.

Dez maiores nós por grau por período.									
2002-2018		2002-2019		2002-2020		2002-2021		2002-2022	
Nó	Grau	Nó	Grau	Nó	Grau	Nó	Grau	Nó	Grau
virus	164	coronavirus	176	coronavirus	210	coronavirus	272	coronavirus	282
human	160	virus	174	virus	207	virus	261	human	271
animal	149	human	170	human	202	sars	241	virus	270
nonhuman	148	nonhuman	159	nonhuman	190	control	241	infection	250
protein	147	animal	157	protein	186	protein	236	control	249
sars-cov	140	protein	156	animal	182	nonhuman	233	sars-cov-2	252
gene	140	gene	151	sars-cov	181	gene	231	protein	244
rna	139	rna	149	gene	180	cell	229	gene	240
antibody	131	sars-cov	148	rna	178	covid-19	224	cell	236
female	130	female	139	antibody	168	sars-cov	224	covid-19	236

Tabela 2: Centralidade por Grau

Fonte: Autores.

A centralidade por grau mostra os nós (palavras-chave) que mais se repetem nos artigos. A primeira conclusão com o processo dinâmico adotado, adição de mais um ano a partir do período inicial, é um alto índice de persistência nos descritores abordados. Apenas 8 palavras-chave novas (em vermelho) foram incorporadas à lista nos períodos analisados. Isso se deve, principalmente, pelo peso dos nós anteriores a pandemia de Covid-19, o que, em alguma medida, mostra o acúmulo desses descritores.

Covid-19 só aparece entre os dez maiores no período de 2002-2021, mas ainda assim significativamente abaixo dos primeiros colocados. Como já dito, a isso se deve ao peso do passado antes da pandemia, ou pela escolha de um outro descritor para falar da Covid-19, coronavírus, por exemplo. Importante também observar que o termo “control” aparece no mesmo período que Covid-19. Isso pode sinalizar a preocupação da comunidade científica com as medidas de isolamento e assemelhados, que ensejaram grandes debates nos primeiros períodos da pandemia.

A próxima Tabela (3) mostra a centralidade de intermediação. Os critérios de apresentação são os mesmos da tabela anterior.

2002-2018		2002-2019		2002-2020		2002-2021		2002-2022	
Nó	Int.	Nó	Int.	Nó	Int.	Nó	Int.	Nó	Int.
virus	0.057	coronavirus	0.051	coronavirus	0.052	coronavirus	0.054	coronavirus	0.056
human	0.049	virus	0.049	Vírus	0.049	virus	0.038	sars-cov-2	0.037
animal	0.035	human	0.042	human	0.043	control	0.025	covid-19	0.034
nonhuman	0.030	animal	0.030	Nonhuman	0.029	protein	0.023	virus	0.026
protein	0.028	nonhuman	0.028	protein	0.028	sars	0.022	age	0.025
gene	0.022	protein	0.026	animal	0.027	nonhuman	0.021	adult	0.018
sars	0.020	gene	0.022	Sars	0.020	cell	0.020	antibody	0.017
antibody	0.018	sars	0.018	Gene	0.020	gene	0.020	review	0.017
rna	0.017	rna	0.017	Rna	0.018	animal	0.016	pandemic	0.016
female	0.017	female	0.016	antibody	0.016	antibody	0.016	sars	0.016

Tabela 3: Centralidade por intermediação por período (valores normalizados)

Fonte: Autores.

O grau de relação representa os nós com maior intermediação entre campos. São, portanto, palavras-chave que promovem ligações conceituais entre artigos distintos ou no mesmo artigo, demonstrando assim a sua relevância, embora não sejam as mais presentes, necessariamente. Mais uma vez, verifica-se o alto índice de permanência léxica no quadro apresentando, tendo sido incorporadas apenas 9 palavras-chave (vermelho) novas entre as dez mais importantes, nos períodos analisados.

Outra observação importante é que, em boa medida, o quadro de relações se sobrepõe ao quadro de grau. Ou seja, as palavras mais citadas, em boa medida, também são as que mais fazem relações entre campos léxicos. Por fim, é nesse quadro que aparece pela primeira vez o termo “Review”, o que reforça a importância de analisar nós com intermediações.

A tabela 4 mostra a análise de centralidade de proximidade. Os critérios seguem os mesmos já elencados.

2002-2018		2002-2019		2002-2020		2002-2021		2002-2022	
Nó	Prox	Nó	Prox	Nó	Prox	Nó	Prox	Nó	Prox
vírus	0.988	coronavirus	0.988	Coronavirus	0.990	coronavirus	0.989	coronavirus	0.989
human	0.965	virus	0.977	Vírus	0.976	virus	0.951	human	0.953
animal	0.907	human	0.956	human	0.954	sars	0.889	virus	0.952
nonhuman	0.902	nonhuman	0.903	nonhuman	0.905	control	0.889	infection	0.890
protein	0.897	animal	0.893	protein	0.890	protein	0.875	control	0.887
gene	0.864	protein	0.889	animal	0.876	nonhuman	0.867	sars	0.886
sars	0.864	gene	0.867	Sars	0.872	gene	0.862	protein	0.874
rna	0.860	rna	0.859	Gene	0.868	cell	0.856	gene	0.863
antibody	0.825	sars	0.855	Rna	0.861	covid-19	0.843	cell	0.853
female	0.821	female	0.819	antibody	0.828	sars	0.843	covid-19	0.853

Tabela 4: Análise de centralidade por proximidade

Fonte: Autores.

A centralidade de proximidade permite visualizar o quanto uma palavra-chave é próxima de todas as demais, evidenciando assim os termos mais centrais. Ocupa, portanto, uma posição privilegiada entre descritores distintos, mas faz ligações com toda a rede. Mais uma vez, existe um alto índice de resiliência nos termos adotados, com apenas 8 palavras

novas (vermelho) no período. E, mais uma vez, vê-se uma grande sobreposição da Tabela 4 com as Tabelas 2 e 3. Na rede formada, em boa medida, as palavras mais presentes, são também as de maior intermediação e de maior proximidade, ainda que considerando os termos novos. Esse fato mostrou a importância desse campo léxico como descritores, considerando a primeira epidemia provocada por um coronavírus até os dias atuais.

Com o intuito de perceber possíveis mudanças no antes e pós-pandemia de Covid-19, no que tange a pesquisa produzida pela comunidade científica, foi também analisada as mesmas centralidades, no antes e pós-pandemia, a partir das redes entre 2002-2018 e 2019-2022. O resultado pode ser visto na tabela 5.

Por Grau do Nó				Por Grau de Intermediação				Por Grau de Proximidade			
2002-2018		2019-2022		2002-2018		2019-2022		2002-2018		2019-2022	
Nó	Id.	Nó	Id.	Nó	Id.	Nó	Id.	Nó	Id.	Nós	Id.
Vírus	164	coronavirus	130	Vírus	0.057	coronavirus	0.056	virus	282	coronavirus	0.977
human	160	vaccines	130	Human	0.049	sars-cov-2	0.037	human	271	covid-19	0.949
animal	149	covid-19	126	Animal	0.035	covid-19	0.034	animal	270	sars-cov-2	0.949
nonhuman	148	sars-cov-2	126	nonhuman	0.030	virus	0.026	nonhuman	250	virus	0.910
protein	147	variant	125	Protein	0.028	Age	0.025	protein	249	age	0.904
sars-cov	140	virus	120	Gene	0.022	Adult	0.018	gene	252	adult	0.868
Gene	140	age	119	Sars	0.020	antibody	0.017	sars	244	antibody	0.862
Rna	139	adult	113	antibody	0.018	Review	0.017	rna	240	review	0.857
antibody	131	antibody	112	Rna	0.017	pandemic	0.016	antibody	236	pandemic	0.835
female	130	review	111	female	0.017	sars	0.016	female	236	nonhuman	0.835

Tabela 5: Antes e pós-pandemia de COVID-19 por grau de nó, intermediação e proximidade

Fonte Autores.

Utilizando redes confrontativas entre o antes e pós-pandemia de Covid-19, fica muito mais evidente as rupturas nos descritores, o que pode evidenciar também uma mudança na agenda de pesquisa frente à pandemia de Covid-19. Nessa tabela, verifica-se que por qualquer métrica adotada para análise de centralidades de nós (10 maiores), a mudança ocorreu com no mínimo 70% dos termos.

Com base nesse resultado, foi investigado quem eram os dez maiores autores nos períodos entre 2002 e 2022, com o recorte temporal já explicitado. O resultado pode ser visto na tabela a seguir:

2002-2018		2002-2019		2002-2020		2002-2021		2002-2022	
Autor	Publicações	Autor	Publicações	Autor	Publicações	Autor	Publicação	Autor	Publicação
Perlman, s.	106	Perlman, S.	111	Yuen, K. Y.	142	Yuen, K. Y.	186	Yuen, K. Y.	192
Yuen, K.Y.	105	Yuen, K. Y.	107	Perlman, S.	123	Perlman, S.	144	Perlman, S.	149
Baric, R.S.	102	Baric, R. S.	106	Baric, R. S.	120	Drosten, C.	141	Drosten, C.	143
Enjuanes, L.	99	Enjuanes, L.	102	Enjuanes, L.	104	Baric, R. S.	134	Baric, R. S.	138
Peiris, J.S.M.	81	Drosten, C.	90	Drosten, C.	98	Dhama, K.	115	Dhama, K.	117
Drosten, C.	81	Memish, Z. A.	83	Memish, Z. A.	87	Chan, K. H.	102	Chan, K. H.	104
Lau, S.K.P.	79	Woo, P. C. Y.	81	Peiris, J.S.M.	83	Al-Tawfiq, J. A.	97	Lippi, G.	102
Woo, P.C.Y.	77	Lau, S. K. P.	81	Woo, P. C. Y.	81	Lippi, G.	90	Al-Tawfiq, J. A.	101
Memish, Z.A.	72	Peiris, J. S. M.	81	Al-Tawfiq, J. A.	77	Lau, S.K.P.	87	Lau, S.K.P.	87
Chan, K. H.	55	Chan, K. H.	55	Chan, K. H.	76	Woo, P. C. Y.	85	Woo, P. C. Y.	85

Tabela 6: Dez maiores autores nos períodos entre 2002 e 2022

Fonte: Autores.

O resultado mostra, mais uma vez, uma enorme persistência entre os autores quando considerado todo o trabalho realizado a partir da primeira epidemia provocada por um coronavírus. Já a próxima tabela faz um confronto entre o antes e pós-pandemia, no que tange aos autores.

2002-2018		2019-2022	
Autor	Publicações	Autor	Publicações
Perlman, s.	106	Dhama, k.	109
Yuen, K.Y.	105	Lippi, G.	89
Baric, R.S.	102	Rezaei, N.	74
Enjuanes, L.	99	Raoult, D.	71
Peiris, J.S.M.	81	Yuen, K. Y.	69
Drosten, C.	81	Tiwari, R.	59
Lau, S.K.P.	79	Chan, J. F. W.	53
Woo, P.C.Y.	77	Rodriguez-Morales, A. J.	52
Memish, Z.A.	72	Henry, B. M.	50
Chan, K. H.	55	To, K. K. W.	46

Tabela 7: confronto entre o antes e pós-pandemia relacionado aos autores

Fonte: Autores.

A renovação nos nomes, quando se realiza o confronto no antes e pós-pandemia de Covid-19, é de 90%, o que evidencia a entrada de novos atores importantes.

Conclusão

Admite-se, nesse trabalho, que palavras-chave são descritores importantes dos artigos publicados e, assim sendo, também cumprem um papel relevante como indicadores da agenda de pesquisa da comunidade de ciência.

Redes semânticas formadas por palavras-chave dos artigos selecionados mostraram aqui uma topologia com fortes características de uma rede mundo pequeno, o que evidencia uma forte ligação entre uma palavra-chave qualquer e sua vizinhança.

Com as análises de centralidade duas evidências foram verificadas: a primeira é que a comunidade de ciência, ao se debruçar sobre o primeiro surto de coronavírus humano em 2002, legou aos cientistas atuais um acúmulo precioso de conhecimento que, certamente, foi incorporado à agenda de pesquisa diante da epidemia atual, dado que os seus descritores apresentaram pesos importantes nas análises de centralidade, mesmo quando incorporado o atual momento.

Ao mesmo tempo, a epidemia atual de Covid-19 demandou novos conhecimentos e isso também fica evidenciado nas análises confrontativas entre o antes e o pós-epidemia. A agenda de pesquisa se voltou muito fortemente para problemas advindos do SARS-CoV-2,

tais como vacinas e variantes, por exemplo, o que também ficou evidenciado nos marcadores de centralidade.

Em boa medida, tal cenário de persistência e rupturas pode ser explicado a partir dos principais autores, que, quando tomados ano a ano, não apresentou grandes incorporações de novos nomes, o que nos leva a crer numa agenda consolidada de pesquisa por pessoas e grupos. Mas, nas análises confrontativas, incorporou uma série de nomes que não apareciam com destaque no montante anterior, evidenciando-se assim novos atores e grupos, que se debruçaram sobre os novos problemas surgidos a partir da Covid-19.

Referências

- Barabási, A. L., Albert, R. (1999). Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, n. 286, p. 509-512.
- Bouquet, C. (2020). *How COVID-19 caused the future of work to arrive early*. Recuperado em 15 de outubro de 2020 de: <https://www.imd.org/research-knowledge/articles/How-COVID-19-caused-the-future-of-work-to-arrive-early/>
- Silva, L. O. P. da (2020). A corrida pela vacina em tempos de pandemia: a necessidade da imunização contra a Covid-19. *RBAC*, v. 52, n. 2, p. 149-53, 2020.
- Elsevier. (2022). *Todas as soluções*. Disponível em: <https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus> Acesso em: 19 abr. 2022.
- Fadigas, I. de S. *et al.* (2009). Análise de redes semânticas baseada em títulos de artigos de periódicos científicos: o caso dos periódicos de divulgação em educação matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 11, n. 1, p. 167-193.
- Freeman, L. C. (1979). “Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification”, *Social Networks*, v. 1, p. 215-239.
- Horta B. L. *et al.* (2022). COVID-19 and outpatient care: a nationwide household survey. *Cad Saúde Pública*, 38:e00194121.
- Monteiro, L. H. A. (2010). *Sistemas dinâmicos complexos*. Livraria da Física, São Paulo, 2010.
- Faria, N. R. (2021). *Genomics and epidemiology of the Sars-Cov-2 lineage in Manaus, Brazil*, Science.
- Newman, M. E. J., Barabási, A. L., Watts, D. J. (2006). *The Structure and Dynamics of Networks*. Princeton, Princeton University Press.
- Organização Panamericana de Saúde. (2020). *Histórico da Pandemia de Covid-19*. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19> Acesso em: 19 abr. 2022.
- Perlman, S. (2020). *Another decade, another coronavirus*. *New England Journal of Medicine*, v. 382, n. 8, p. 760-762.
- PRICE, D. J. (1965). Networks of scientific papers. *Science*, v. 149, n. 3683, p. 510-515.

Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo. (2022). *Sobre coronavírus*. Disponível em:

<https://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissao-respiratoria/coronavirus.html> Acesso em: 19 abr. 2022.

Watts, D. J., Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of ‘smallworld’ networks. *Nature*, v. 393, n. 4, p. 440-442.

Submetido em: 17.03.2023

Aceito em: 19.04.2023