

Análise de redes sociais contra a corrupção: estudo do orçamento público vinculado à pandemia do Covid-19

Social network analysis against corruption: a study of the public budget related to the Covid-19 pandemic

Rafael Sousa Lima^a , André Luiz Marques Serrano^a 

^a Universidade de Brasília - Brasil

Palavras-chave

Análise de redes sociais.
Grafo.
Corrupção.
Pandemia.

Keywords

Social network analysis.
Graph.
Corruption.
Pandemic.

Informações do artigo

Recebido: 15 de outubro de 2021
Aprovado: 07 de agosto de 2022
Publicado: 23 de novembro de 2022
Editor associado responsável: Prof. Dr.
Ricardo Rocha de Azevedo

Resumo

O combate à pandemia desencadeou quase que imediatamente reações por parte de governos em todo o mundo. Recursos econômicos foram direcionados para manutenção da economia e auxílio a famílias e empresas, gerando alterações sem precedentes nos orçamentos públicos. Considerando que a corrupção é um mal que aflige todas as sociedades, abriu-se uma janela de oportunidade para desvios de recursos públicos. Nesse contexto, este estudo teve por objetivo analisar os créditos extraordinários abertos no orçamento federal de 2020 destinados ao enfrentamento da pandemia do Covid-19, capturando dados da execução orçamentária e promovendo análises em busca de sinalizações para atos de corrupção nos municípios. Para tanto, foram utilizados métodos quantitativos e qualitativos, suportados pela análise de redes sociais e mineração de grafos. Os resultados indicam o potencial da abordagem com grafos na identificação de localidades mais suscetíveis à existência de atos de corrupção, uma vez que o estudo das relações entre empresas e municípios oferece *insights* investigativos que provavelmente não seriam alcançados por meio de modelos tradicionais de investigação. Como contribuição, os achados da pesquisa podem ser úteis para pesquisadores e profissionais que buscam métodos para fortalecer as atividades dos órgãos de fiscalização e controle, contribuindo com o aperfeiçoamento da gestão pública.

Abstract

The fight against the Covid-19 pandemic triggered almost immediate reactions from governments worldwide. Economic resources were requested to maintain the economy and help families and businesses, causing unprecedented changes in public budgets. However, this context opened a window of opportunity for corruption, an evil that afflicts all societies. Against this backdrop, this study captured budget data and applied social network analysis and graph mining techniques to examine the 2020 Brazilian extraordinary federal budget related to Covid-19, searching for signs of corruption in municipalities. The results indicate the potential of the graph approach to identify municipalities more susceptible to corruption since studying the relationships between companies and municipalities offers investigative insights that would probably not be achieved through traditional models. The findings are a valuable source for scholars and practitioners looking for methods to improve the work of monitoring and control agencies and law enforcement.

Implicações práticas

Os resultados revelaram *insights* investigativos que podem contribuir na identificação de municípios mais suscetíveis à ocorrência de corrupção. Com isso, seria possível direcionar atividades de fiscalização e controle, bem como aprimorar o processo de tomada de decisão em órgãos de segurança pública e agências de inteligência financeira.

1 INTRODUÇÃO

Pesquisadores sociais afirmam que o acréscimo inesperado de recursos financeiros em períodos de catástrofes naturais aumenta a ocorrência de atos de corrupção (Leeson & Sobel, 2008; Yamamura, 2014; Nikolova & Marinov, 2017), o que se estende para fraudes no âmbito da pandemia do Covid-19 (Gallego et al., 2020; Payne, 2020). Para Anessi-Pessina et al. (2020), o Covid-19 abriu as portas para o uso ineficiente de recursos públicos e para a corrupção, pois mais recursos tiveram que ser disponibilizados para lidar com a emergência, o que foi acompanhado pelo aumento da discricionariedade nos processos de tomada de decisão, principalmente na alocação dos recursos, seguido de relaxamento dos mecanismos de transparência e prestação de contas.

Diante da flexibilização dos mecanismos de controle e da complexidade inerente ao contexto de pandemia, ter uma agenda nacional de pesquisa se mostra fundamental para a construção de respostas eficazes, não apenas para o momento atual, mas também para outros que provavelmente ocorrerão no futuro (Miller & Blumstein, 2020). Estudos sobre políticas de segurança pública são oportunos, sendo importante que acadêmicos contribuam direcionando as discussões (Sheptycki, 2020), concentrando-as em pesquisas empíricas e não especulativas (Fazekas & Tóth, 2016). Outrossim, Luna-pla e Nicolás-Carlock (2020) afirmam que pesquisas sustentadas apenas em teorias não são suficientes para entender a natureza sistêmica da corrupção em ambientes de desastres, recomendando enfoque empírico e interdisciplinar.

No combate à corrupção, todo esforço deve ser direcionado na captura de dados, sendo que a pergunta principal a ser respondida pela academia é: “O que pode ser aprendido com essa experiência para reduzir a criminalidade no futuro?” (Stickle & Felson, 2020, p. 527). Logo, sobressai a importância da mineração de dados, o que se mostra um convite ao emprego da técnica conhecida por Análise de Redes Sociais (SNA), abordagem por meio da qual se busca perceber cenários com uso da diagramação de conjuntos de pontos, bem como linhas que conectam alguns desses pontos, formando redes ou grafos. Chang (2018) defende que a abordagem com SNA pode contribuir com a literatura ao oferecer uma nova metodologia para o estudo empírico da corrupção, enquanto Morselli (2010) afirma que, ao minerar grafos, é possível identificar estruturas de organizações criminosas e não apenas presumir determinadas formações, potencializando as pesquisas acadêmicas.

Este estudo teve por objetivo analisar as medidas provisórias emitidas pelo Poder Executivo Federal que abriram créditos extraordinários no orçamento de 2020 para o enfrentamento da pandemia do Covid-19, capturando dados da execução orçamentária e promovendo mineração de grafos em busca de possíveis sinalizações para atos de corrupção nos municípios brasileiros. Até onde se sabe, este é o primeiro estudo que empregou essa abordagem com esse propósito. Além disso, esta pesquisa focou na visão sistêmica da corrupção, saindo dos limites de casos isolados em direção a análises estruturais (“*big picture*”), ao mesmo tempo que se evitou centralizar as discussões em torno de modelos econométricos tradicionais. Os resultados mostraram que há uma rede de contratações públicas que vincula municípios e favorecidos por recursos públicos destinados ao enfrentamento do Covid-19 e que é possível sugerir algumas localidades com maior propensão à existência de atos de corrupção. Os achados podem auxiliar fiscalizações e investigações relacionadas à corrupção nos municípios brasileiros, bem como ajudar no aperfeiçoamento do processo de tomada de decisão em órgãos de segurança pública e agências de controle e inteligência financeira.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Já no século passado, Becker (1968) afirmava que a obediência à lei não poderia ser considerada como certa em uma sociedade, o que, naturalmente, levaria ao surgimento da corrupção. Nye (1967) acreditava que a corrupção estaria relacionada com comportamentos que se desviavam da função pública esperada, sendo motivados por um interesse privado, com ganhos pecuniários ou de *status*. Apesar do termo corrupção possuir delineamentos conceituais que podem variar ao longo do tempo, a ideia central permanece inalterada, ou seja, em linhas gerais, corrupção envolve qualquer uso de poder público para ganhar uma vantagem privativa injustificada (Hauser, 2018).

A fim de identificar fatores que impedem que gestores públicos realizem “sempre” as melhores escolhas do ponto de vista do interesse público, alguns estudos sobre corrupção se valem da teoria da escolha pública. Essa teoria contribui na análise da atividade governamental ao perceber a ação estatal como um processo que envolve agentes políticos individuais que reagem aos incentivos que recebem. Portanto, os governantes nem sempre buscam maximizar o bem-estar público, pois acabam colocando seus interesses pessoais como variável significativa no processo de tomada de decisão na gestão pública (Svensson, 2000; Garrett & Sobel, 2003; Yamamura, 2014; Carraro et al., 2015; Avis et al., 2018; Luna-Pla & Nicolás-Carlock, 2020).

Outra forma de compreender o conceito de corrupção é enxergá-la como o processo de captura do

estado por elites e interesses privados (Kaufmann et al., 2010), com uso abusivo da função pública para obter vantagem privada (Mauro et al., 2019). Fazekas e Tóth (2016) explicam que a captura do estado ocorre quando alguns membros de organizações ou grupos empresariais se apropriam de funções governamentais e usam suas prerrogativas para beneficiar seu grupo, mesmo que acarrete prejuízo a *res publica*.

Nesse sentido, Svensson (2000) explica que o termo *rent-seeking* é utilizado para descrever grupos sociais organizados que capturam grande parte dos recursos governamentais, seja com apropriação direta de benefícios financeiros ou indireta pela manipulação do sistema político para implementar ações (regulações/políticas) favoráveis ao grupo. Na visão de Sodré e Alves (2010), a provável ação de *rent-seekers* parece dar motivação ao aparecimento de atos de corrupção por parte de gestores públicos.

Svensson (2000) entende que o recebimento de recursos inesperados após desastres está mais associado com corrupção em países que sofrem com grupos sociais competitivos. Segundo Garrett e Sobel (2003), o apoio financeiro em situações de desastres é mais motivado por questões políticas do que de real necessidade, sendo que o apoio ocorre mais frequentemente em anos eleitorais. Em muitas sociedades, o comportamento corrupto está enraizado em origens históricas, normas sociais e cultura política, encontrando-se fortes interligações entre poder, política e dinheiro. Empresários e agentes políticos procuram maximizar seus interesses, encontrando no mercado político a oportunidade de atenderem suas demandas, uma vez que políticos precisam obter recursos para suas campanhas e assim aumentar a probabilidade de serem eleitos, ao passo que empresários precisam de políticas públicas voltadas aos seus objetivos e que permitam maximizar seus lucros (Yamamura, 2014; Carraro et al., 2015; Santos, 2019).

Logo, a necessidade dos governantes gastarem grandes quantias de recursos para enfrentar a pandemia criou oportunidades para corrupção em contratações públicas (Gallego et al., 2020; Anessi-Pessina et al., 2020). A principal causa seria o relaxamento dos protocolos que visam dar segurança, eficiência e transparência ao gasto público. Para os autores, aumentou a discricionariedade e a contratação de bens e serviços sem licitação, mudança mais evidente em localidades que possuem menor capacidade estatal e altos níveis de corrupção.

Ademais, Leeson e Sobel (2008) afirmam que a atmosfera caótica e confusa em cenários de desastre abre oportunidades para os fraudadores, o que vem acompanhado por um aumento no benefício da ação fraudulenta, fatores que favorecem a prática da corrupção, especialmente em governos locais. Já Nikolova e Marinov (2017) entendem que o aumento inesperado de recursos financeiros logo após desastres aumenta a corrupção em governos municipais, sendo que recursos tendem a ser mais desviados em municípios mais ricos e com eleitores menos informados.

No que tange à mineração de dados e seu caráter exploratório (Fayyad et al., 1996; Shafique & Qaiser, 2014; Martínez-Plumed et al., 2019), uma das linhas de atuação envolve a abordagem baseada em grafos. Minerar grafos consiste em utilizar algoritmos para descobrir padrões interessantes, inesperados e úteis em amplas redes de relacionamento, o que permite o profundo entendimento dos dados (Rehman et al., 2012; Aridhi & Nguifo, 2016). Essa técnica visual tem sido conveniente para capturar fenômenos do mundo real, inclusive se mostrando útil na detecção de anomalias em grandes massas de dados (Troncoso & Weber, 2020).

Na esfera da ciência social, algumas pesquisas se valeram de técnicas de mineração de grafos (Ribeiro, 2014; Fazekas & Tóth, 2016; Chang, 2018; Colliri & Zhao, 2019; Diviák et al., 2019; Luna-pla & Nicolás-Carlock, 2020; Resende, 2020). Na contabilidade, há estudos sobre a influência do capital social em redes de coautoria acadêmica (Barbosa Neto et al., 2016), o impacto do capital social no valor de mercado de empresas listadas (Aranha et al., 2016), a relação entre *board interlocking* e práticas de suavização de resultados (Ribeiro & Colauto, 2016), a composição de redes de auditores independentes (Kacanski & Lusher, 2017), entre outras. Em geral, as pesquisas utilizaram como suporte métricas como diâmetro, densidade, tamanho dos caminhos, centralidade, coeficiente de agrupamento, modularidade, cartografia de redes, *clusteres* e comunidades, entre outras.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa aplicou métodos quantitativos e qualitativos, cuja integração se deu com a abordagem SNA. O caráter qualitativo se mostrou na busca por explorar e entender o significado das entidades que compõem a rede orçamentária. O lado quantitativo se materializou no exame de relações entre variáveis com uso de procedimentos estatísticos e algoritmos matemáticos, sendo possível a replicação dos resultados.

3.1 Coleta e tratamento dos dados

A coleta de dados iniciou com o estudo da lei orçamentária. No ano de 2020 foram editadas 39 medidas provisórias para abertura de créditos extraordinários relacionados à pandemia, totalizando R\$630 bilhões. A partir das ações orçamentárias indicadas nas medidas provisórias, foi possível compor a execução orçamentária dos créditos extraordinários para o ano de 2020. Como este estudo se propôs a investigar o uso de recursos no nível dos municípios, tornou-se necessário buscar nos empenhos a localidade de aplicação dos recursos. Em que pese nos empenhos constar o nome da localidade à qual está associada a despesa, esses dados se resumiam aos estados da federação ou à categoria “nacional”.

Não obstante, a terceira maior ação orçamentária (21C0 - Enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do Coronavírus) possuía empenhos com dados sobre os municípios dos favorecidos, sinalizando o local de aplicação dos recursos, o que se constituiu na base de dados orçamentários. A execução do orçamento nessa ação foi realizada por 59 unidades orçamentárias, com emissão de 73.929 empenhos, sendo a maior parte dos empenhos emitida pelo Fundo Nacional de Saúde (36.723 | 50%) e pelo Ministério da Defesa (19.517 | 27%), além de 36 universidades (2.326 | 3%) e 18 outras instituições (15.363 | 20%).

Uma vez capturada a base de dados para análise do orçamento, foram coletadas informações que pudessem sinalizar maior propensão a atos de corrupção nos municípios. Foram escolhidas quatro variáveis municipais objetivas, descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis utilizadas na investigação da corrupção municipal

Atributo dos municípios	Análise sobre a propensão à corrupção	Estudos anteriores
(a) População	Aspecto que indiretamente captura a demanda latente do município por apoio governamental.	Leeson e Sobel (2008); Sodré e Alves (2010); Ferraz e Finan (2011); Yamamura (2014); Gallego et al. (2020).
(b) PIB por habitante	Aspecto que indiretamente captura a demanda latente do município por apoio governamental.	Leeson e Sobel (2008); Sodré e Alves (2010); Ferraz e Finan (2011); Yamamura (2014); Nikolova e Marinov (2017); Avis et al. (2018); Amaral et al. (2020).
(c) Partido do prefeito	Decisões “economicamente irracionais” podem ser “politicamente racionais”. Existência de “party clusters”.	Nikolova e Marinov (2017); Avis et al. (2018); Colliri e Zhao (2019).
(d) Primeiro ou segundo mandato do prefeito	Haveria menos corrupção em municípios onde prefeitos podem ser reeleitos, pois eles desejam preservar a imagem perante os eleitores. Por outro lado, prefeitos podem estar motivados à prática de atos corruptos pela necessidade de angariar recursos para financiamento de campanhas eleitorais de reeleição.	Ferraz e Finan (2011); Avis et al. (2018).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Visando robustecer as análises, também foram coletados dados sobre pessoas contaminadas e mortas em decorrência da pandemia. Embora não haja consenso sobre esses números, optou-se pelos dados disponibilizados no site do Ministério da Saúde conhecido como “painel de casos da doença no Brasil”. Os dados utilizados são números acumulados até 01/09/2020, época em que a “primeira onda” da pandemia começou a sinalizar redução. Embora essa escolha da data seja arbitrária, acredita-se que esses dados possivelmente influenciaram a execução do orçamento no último quadrimestre de 2020 e refletem, de certa forma, os impactos iniciais da pandemia.

A preparação das bases de dados costuma ser negligenciada em pesquisas sociais (Amani & Fadlalla, 2017), o que faz ressaltar que os dados coletados e tratados foram considerados adequados ao objetivo deste estudo, com observância aos aspectos de acurácia, validade, confiabilidade e erro de medição (Wasserman & Faust, 1994; Robins, 2015).

3.2 Análise dos dados

A análise se deu com suporte das ferramentas *IBM i2 Analyst's Notebook* e *Gephi* (Bastian et al., 2009). Seguindo Barabási (2016), deu-se preferência pelo uso dos termos rede, nó e vínculo, uma vez ser a terminologia mais recomendada para estudo de sistemas reais. Também foram empregados outros termos similares, como grafo, entidade e relacionamento.

Optou-se por construir uma rede com dois tipos de nós: municípios e favorecidos pelos empenhos. Para estes, utilizou-se como identidade o nome dos favorecidos constante dos empenhos. Quanto aos municípios, foi adotado o código do IBGE, incluindo na rede todas cidades brasileiras com atributos de população, PIB por habitante, partido do prefeito e reeleição ou não do prefeito.

O vínculo entre municípios e favorecidos pelos empenhos foi estabelecido com base na localidade dos favorecidos. Considerando que nos empenhos alguns favorecidos apareciam em duas ou mais localidades diferentes, esperava-se que a rede “presumida” fosse materializada durante a análise, o que acabou por se concretizar. O resultado pode ser observado no grafo da Figura 1, destacando-se visualmente os 10 municípios com mais relacionamentos.

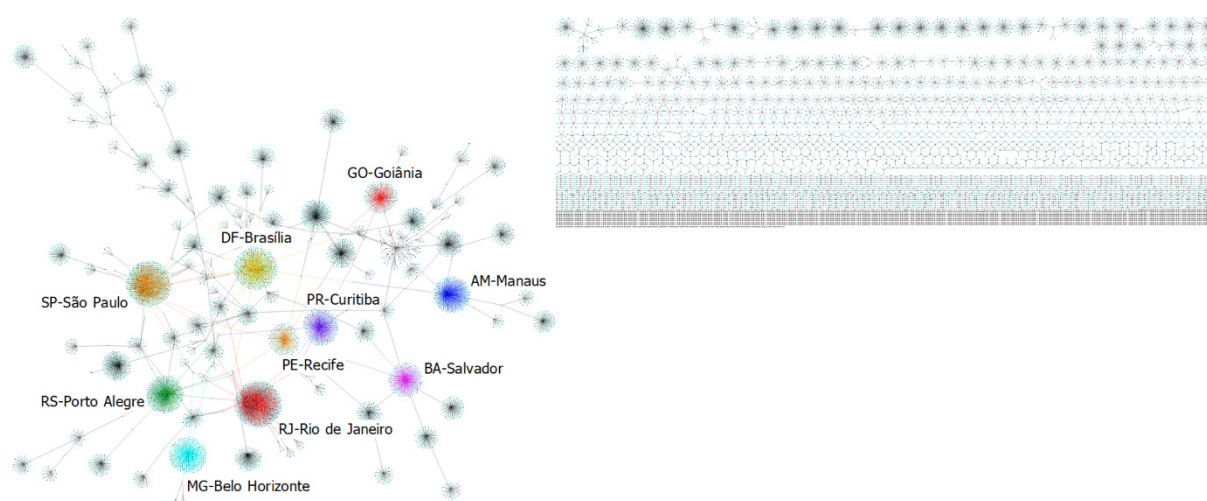


Figura 1. Rede com dados da ação orçamentária 21C0

Fonte: Elaborado pelos autores.

A rede se divide em um subgrafo conectado e outro não conectado. O subgrafo não conectado é composto por centenas de componentes menores, sendo que para a maioria dos componentes não há ligação entre municípios. Por sua vez, o grafo conectado é conhecido por *Giant Component* (componente mais largo de uma rede), onde há ao menos uma ligação entre todo par de nós. Essa divisão em subgrafos pode ser considerada normal, pois muitas redes reais se apresentam com inúmeros componentes isolados que coexistem com um *Giant Component* (Barabási, 2016). Ao todo, a rede possui 18.307 nós, sendo 5.570 municípios e 12.737 favorecidos, podendo ser classificada como uma rede estática de grande tamanho e complexidade. Observou-se que 3.053 municípios (mais da metade das cidades) não receberam recursos da ação orçamentária 21C0, ou seja, essas localidades não apresentavam vínculos com favorecidos pelos empenhos destinados ao combate à pandemia.

Os métodos utilizados pela SNA foram desenvolvidos com intuito de investigar padrões de interações entre atores sociais, motivo pelo qual a abordagem tem por foco relações estabelecidas entre atores, e não os atores em si. Esse fundamento é o motivo pelo qual se aprofundou a discussão em torno do *Giant Component*, cujo resultado passa a ser apresentado na próxima seção. O estudo seguiu o roteiro sugerido por Cherven (2015), incluindo, não necessariamente nessa ordem, três aspectos: conceitos, centralidade e *clusters*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 73.929 empenhos vinculados à ação orçamentária 21C0, quase 30 mil foram direcionados à Diretoria Executiva do Fundo Nacional de Saúde, localizada em Brasília, representando pouco mais de R\$30 bilhões ou 65% do valor empenhado na ação. Essa entidade foi excluída para fins de análise do *Giant Component*, pois poderia influenciar sobremaneira os resultados. Embora representem a existência de vínculo, optou-se por

também excluir da rede cerca de 3 mil empenhos que apresentavam valor zerado, bem como seus relacionamentos.

Com isso, o *Giant Component* restou composto por 5.816 nós (representando 31% de toda a rede), sendo 136 municípios e 5.723 favorecidos, ligados por 5.853 vínculos que representam 25.106 empenhos agrupados, totalizando cerca de R\$12 bilhões ou 25% do valor total empenhado na ação 21C0.

Com auxílio de algoritmos que buscam identificar grupos em redes maiores, foram testadas diversas visualizações para o *Giant Component*. Para facilitar as análises comparativas, um padrão visual foi estabelecido a partir do algoritmo *Force Atlas 2*, o qual permite definir, dentre outras configurações, a repulsão (maior espaçamento entre os nós), a atração (maior aproximação dos *clusters*) e a gravidade (maior concentração de nós ao centro do grafo). Assim, para discussão dos resultados foi adotado o grafo exposto na Figura 2.

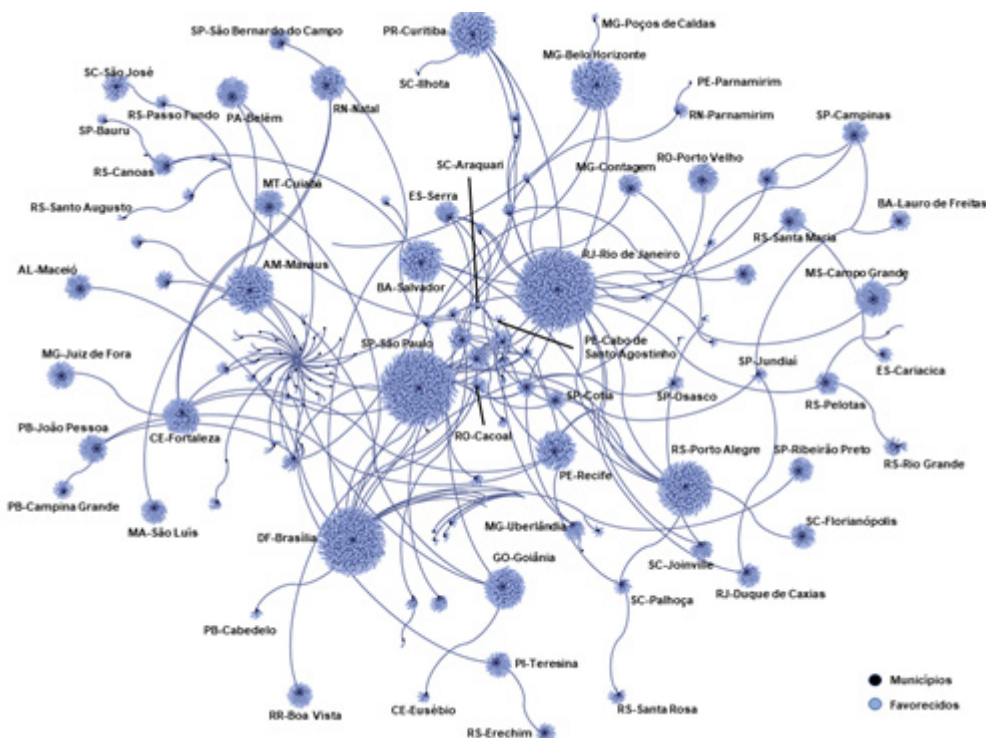


Figura 2. *Giant Component* da ação orçamentária 21C0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para Barabási (2016), independente de qual propriedade de rede há interesse, o *Giant Component* deve ser inspecionado à luz da distribuição de graus. Nesse sentido, observou-se que há significativa diferença de graus entre os nós, pois alguns municípios aparecem como *hubs* (São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília são os maiores). O grau médio é 2,013, o que significa que a grande maioria dos nós se conecta a apenas dois outros nós, confirmando a proeminência dos hubs. O caminho médio entre dois nós é 6,409 e o diâmetro da rede é 18. Importa esclarecer que em todo *Giant Component* existe um ou mais favorecidos em comum entre dois ou mais municípios, não havendo ligação direta entre municípios ou entre favorecidos, formando uma rede bipartida. Com isso, o coeficiente de clusterização é zero, sendo impossível a existência de triângulos fechados. Há presença de homofilia, pois os grupos são mais conectados internamente, com a clara presença de hubs, porém com pouca conectividade entre eles. A homofilia pode restringir o fluxo de informações, ganhando relevância as entidades que conectam esses grupos (no caso em tela, os favorecidos pelos empenhos).

Em que pese estabelecer relações diretas de causalidade para a corrupção ser praticamente impossível (Luna-Pla & Nicolás-Carlock, 2020), aprofundou-se a análise com base em variáveis que pudessem sinalizar maior probabilidade de ocorrência de atos corruptos nos municípios. Tentou-se empregar o uso inteligente de filtros, tamanhos e cores nos grafos, pois essas técnicas ajudam a reduzir a complexidade das redes, auxiliam a focar nos relacionamentos mais relevantes e permitem uma visão mais clara do conjunto de relações.

Desse modo, primeiro se manipulou o *Giant Component* com base nas variáveis partido político (3.a) e se o prefeito foi ou não reeleito em 2016 (3.b). Tal ação se justifica pelo entendimento de que no Brasil há, já faz

algumas décadas, um sistema persistente de corrupção com envolvimento de atores do setor político, o que poderia ser capturado por grafos.

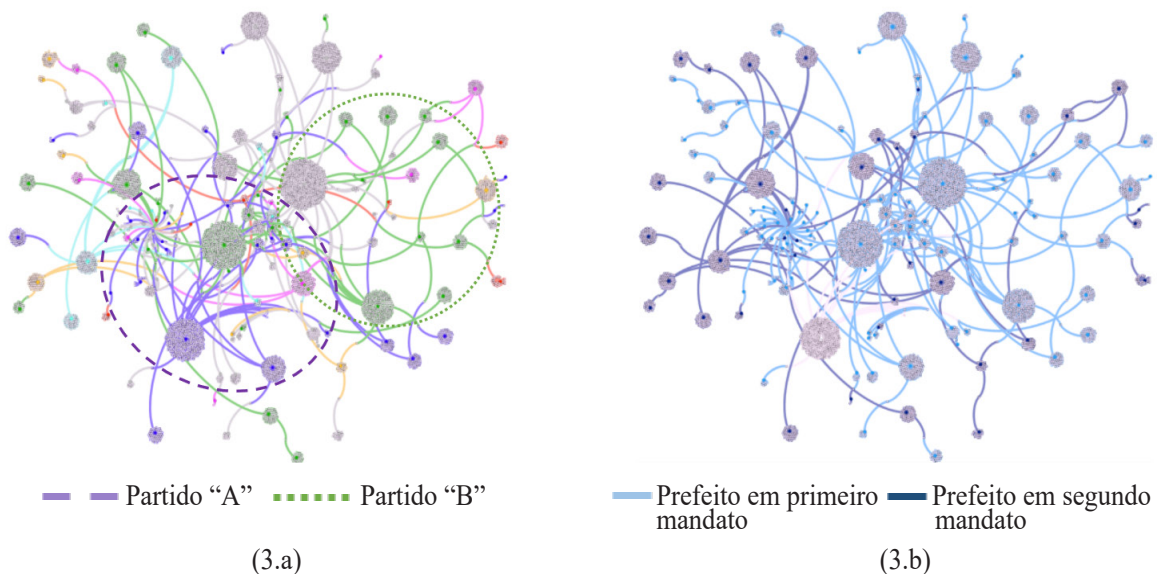


Figura 3. Redes políticas no *Giant Component*

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 3.a foram observados dois agrupamentos no *Giant Component*, ambos com 27 gestores municipais ligados ao mesmo partido. O viés político que há no apoio financeiro em situações de desastre faz com que a distribuição de recursos seja suscetível a ser mais influenciada por questões políticas do que de necessidade (Garrett & Sobel, 2003). Ainda, a presença de agrupamentos políticos pode estar associada a *corruption neighborhoods*, cenário em que entidades que se envolvem com corrupção política são mais propensas a se relacionarem com outras entidades também envolvidas em atos corruptos (Colliri & Zhao, 2019).

Sob a perspectiva de reeleição (Figura 3.b), verificou-se que o *Giant Component* é dominado por prefeitos de primeiro mandato, o que, em tese, sugere menor probabilidade de ocorrência de atos de corrupção na rede, haja vista o fator redutor que é a possibilidade de reeleição do prefeito que receia prejudicar sua imagem perante os eleitores (Ferraz & Finan, 2011). Contudo, é possível entendimento no sentido contrário, uma vez que prefeitos podem estar motivados à prática de atos corruptos pela necessidade de angariar recursos para financiamento de campanhas eleitorais visando reeleição (Avis et al., 2018).

Quanto aos prefeitos já em segundo mandato, observa-se que estes possuem mais relações entre si, com certa concentração à esquerda da rede. Considerando o maior tempo de mandato dos gestores e a impossibilidade de nova reeleição, a relação maior entre eles pode ter alguma relação com a presença de grupos *rent-seekers*, pois manipulações do sistema político demandam mais tempo para estabelecimento de confiança e implementação.

Prosseguiu-se a análise com as variáveis população e PIB por habitante. O tamanho dos nós que representam os municípios foi estabelecido com base na população da localidade (escala de 1 e 15 pontos, quanto maior a população, maior o nó). A cor desses nós foi ajustada considerando o PIB por habitante (quanto mais escura a tonalidade cinza, maior PIB por habitante). Essa cor foi refletida nos vínculos de cada município. Por sua vez, para os nós que representam os favorecidos pelos empenhos, foi fixada a cor roxa e tamanho 1, favorecendo o poder informativo da imagem sem desviar o foco dos municípios.

Para os vínculos, foi estabelecido um filtro com base nos valores, excluindo-se da rede aqueles menores que R\$10 mil. Foram testadas 3 abordagens para limite máximo: sem limite, R\$10 milhões e R\$1 milhão. Considerando que o objetivo desse ajuste era que o valor do vínculo fosse refletido na sua largura, optou-se por usar o limite máximo de R\$1 milhão, permanecendo na rede 53% do *Giant Component*. O resultado está apresentado na Figura 4.

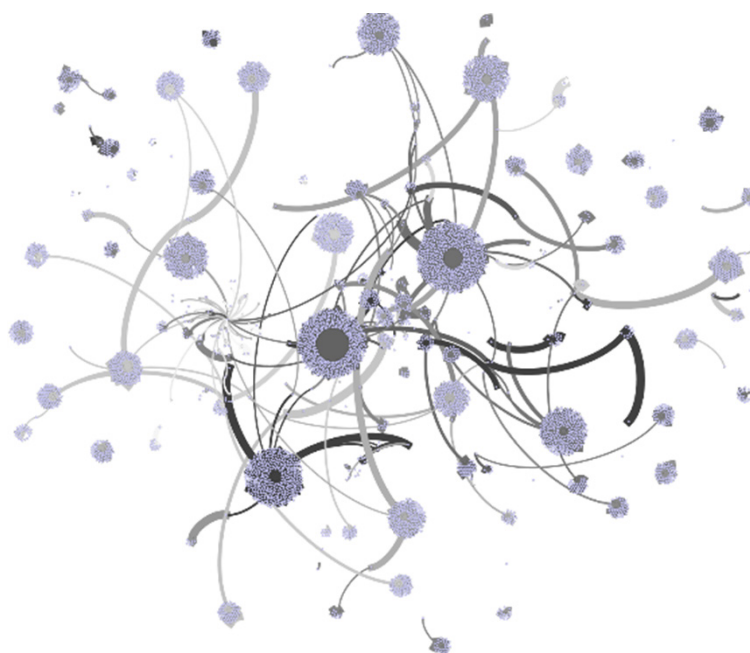


Figura 4. População e PIB por habitante dos municípios no *Giant Component*

Nota: Estão demonstrados apenas vínculos com valores entre 10 mil e 1 milhão de reais.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os três principais *hubs* aparecem com cores escuras devido ao maior PIB por habitante em relação aos demais municípios, com destaque para Brasília. Desperta atenção a existência de vínculos largos e claros, o que significa valores elevados de empenho por municípios com baixo PIB por habitante, alguns deles com pequena população em relação aos demais. Considerando que as variáveis população e PIB por habitante indiretamente capturam a demanda latente do município por apoio governamental, quando se analisa o conjunto da rede, pode-se suscitar que houve maior valor empenhado do que se esperava em algumas localidades. Ainda, parte desses recursos foram direcionados para favorecidos em comum, o que novamente sugere que a distribuição de recursos pode ter sido mais influenciada por questões políticas e privadas do que necessidade, o que levaria a maior probabilidade de atos de corrupção nessas localidades.

Após análise do *Giant Component* com base em variáveis políticas e socioeconômicas, investigou-se de que forma os números da pandemia influenciaram a execução do orçamento extraordinário. A amplitude de valor dos vínculos (10 mil a 1 milhão de reais) foi mantida, sendo sua largura proporcional ao valor empenhado. Desta vez, todos os vínculos possuem a mesma tonalidade na cor preta. O tamanho dos nós que representam os municípios foi estabelecido com base na quantidade acumulada de casos novos de Covid-19 (escala de 1 e 15 pontos, quanto maior a quantidade de casos novos, maior o nó). A cor desses nós foi ajustada com base na quantidade acumulada de óbitos da localidade (quanto mais mortes por Covid-19 no município, mais escura a tonalidade cinza). Optou-se por não utilizar valores relativos (por exemplo, mortes por mil habitantes), uma vez que localidades com indicadores iguais provavelmente não receberiam o mesmo montante de recursos, privilegiando-se aquela com maiores valores absolutos. Para os nós que representam os favorecidos pelos empenhos, foi fixada a cor azul e tamanho 1. O resultado está apresentado na Figura 5.

Conforme já era esperado, o *hub* São Paulo figura como maior e mais escuro nó, pois é a maior cidade brasileira, naturalmente com mais casos e, por conseguinte, mais óbitos. Entretanto, o *hub* Brasília aparece como segundo maior nó, porém com cor clara, sinalizando menos óbitos do que, por exemplo, o *hub* Rio de Janeiro, segunda maior cidade. Outra vez chama atenção valores elevados de empenho (vínculos largos) por parte de municípios com baixa quantidade de casos e óbitos por Covid-19 (nós pequenos e claros) em relação às demais localidades da rede.

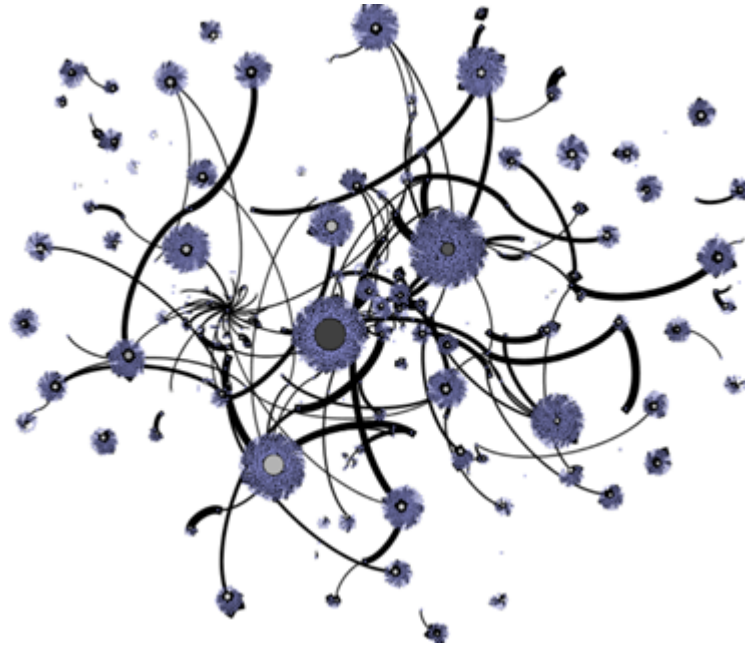


Figura 5. Casos novos e óbitos por Covid-19 no *Giant Component*

Nota: Estão demonstrados apenas vínculos com valores entre 10 mil e 1 milhão de reais.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Diante dos resultados até aqui apresentados, percebe-se que o estudo sobre corrupção é um processo desafiador, o que se agrava ao considerar que, em geral, criminosos tentam ativamente esconder suas atividades (Gregori & Merlone, 2020) e que a rede formada por eles tende a não ser explícita (Troncoso & Weber, 2020). Assim, decidiu-se por segregar o grafo com uso de técnicas de detecção de comunidades, ajustando-se a resolução a fim de forçar a detecção de comunidades maiores. Embora esse processo tenha efeitos colaterais na modularidade, o objetivo foi encontrar interações significativas no contexto em estudo. Após alguns testes, o algoritmo ajustado detectou 12 comunidades com modularidade 0,900, o que foi considerado adequado para o estudo.

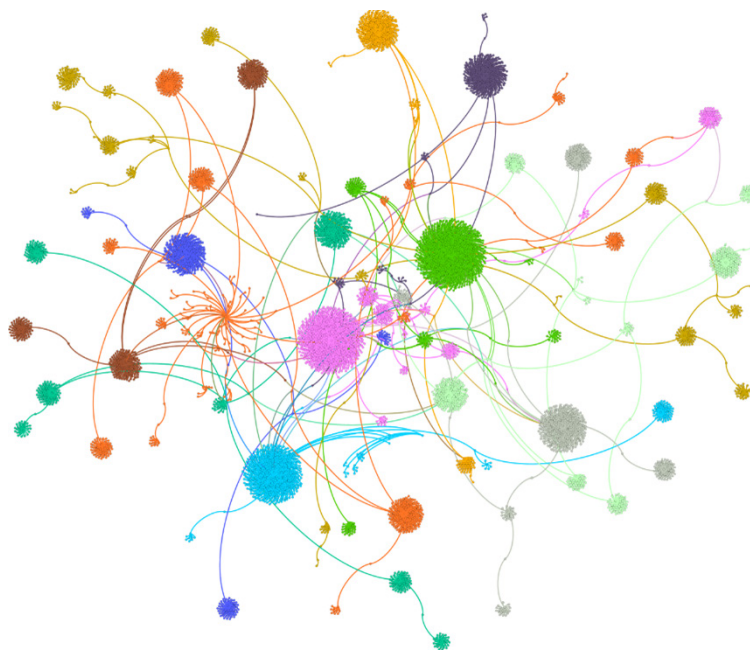


Figura 6. Comunidades no *Giant Component*

Nota: Cada comunidade está identificada pela cor de seus nós e vínculos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma vez delimitada as comunidades, calculou-se a centralidade dos nós dentro de cada agrupamento. Morselli (2010) e Diviák et al. (2019) esclarecem que grau e intermediação expressam o conceito de centralidade de maneira distinta e não necessariamente se correlacionam. Os autores explicam que líderes de redes criminosas tendem a se esconder em segundo plano ao terem um baixo grau, pois ter alto número de relações pode se refletir em exposição e vulnerabilidade. Em contrapartida, líderes adotam uma posição com alta pontuação de intermediação. De acordo com Tabassum et al. (2018), nós com alta intermediação acabam por ocupar funções críticas na estrutura de uma rede, pois geralmente detêm uma posição que lhes permite funcionar como interface entre grupos, sendo elementos “vitais” de interação.

As 12 comunidades detectadas no *Giant Component* podem ser observadas, separadamente, na Figura 7, contendo o diâmetro de cada comunidade, além do grau e da centralidade de intermediação¹ da entidade-chave de cada conjunto (apontada pelas setas). As entidades-chave estão estrategicamente posicionadas, o que as permitiria atuar como canais importantes para o fluxo de comunicações nas comunidades, funcionando como “pontes” de informações. Ademais, essas entidades poderiam articular e mobilizar recursos de diferentes localidades. Além disso, esses favorecidos poderiam ser considerados pontos mais prováveis de atuação de *rent-seekers*, pois tais grupos atuam de forma organizada e simultânea em diversas localidades, muitas vezes operando como canais para transferência de recursos materiais e/ou imateriais, controlando o fluxo de informações e processos. Essa hipótese não foi rejeitada após se verificar que muitos nós das comunidades possuíam centralidade zero.

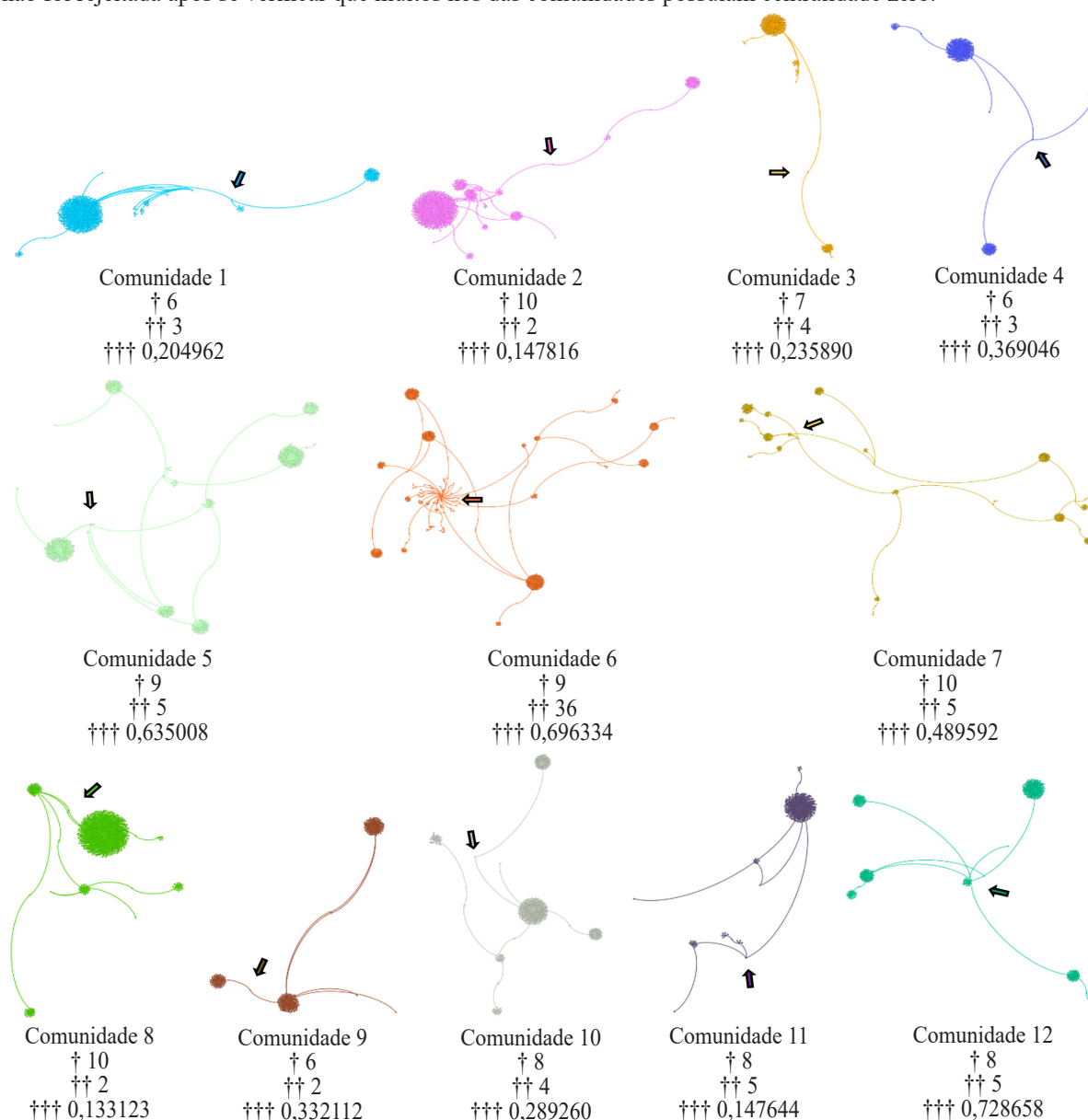


Figura 7. Detalhamento das comunidades no *Giant Component*

Nota: (†) Diâmetro da comunidade, (††) grau e (†††) centralidade de intermediação, com valores normalizados entre 0 e 1, do favorecido com maior centralidade na sua comunidade (apontado pelas setas).

Fonte: Elaborado pelos autores.

¹ Para fins de cálculo da centralidade de intermediação, optou-se por considerar a rede não direcionada, pois tão importante quanto diminuir o fluxo dos recursos é interromper o fluxo de comunicação entre membros de uma organização criminosa, o que ocorre em todas as direções. Também não foi considerado o valor dos empenhos.

Por fim, fez-se imprescindível o encadeamento dos resultados a fim de verificar a viabilidade de sugerir algumas localidades que estariam mais suscetíveis à existência de atos de corrupção e atuação de *rent-seekers* durante a pandemia. Nesse sentido, por exemplo, a Figura 8 apresenta uma área do *Giant Component* sob os diferentes prismas estudados. É possível perceber a existência de dois municípios com prefeitos de mesmo partido (8.a), ambos em segundo mandato (8.b). Quando comparados aos demais municípios da rede, observou-se valor elevado de empenho frente ao reduzido PIB por habitante (8.c) e à baixa quantidade de casos e óbitos decorrentes do Covid-19 (8.d). E mais, esses dois municípios fazem parte da mesma comunidade (8.e), mostrando a força de seus relacionamentos.

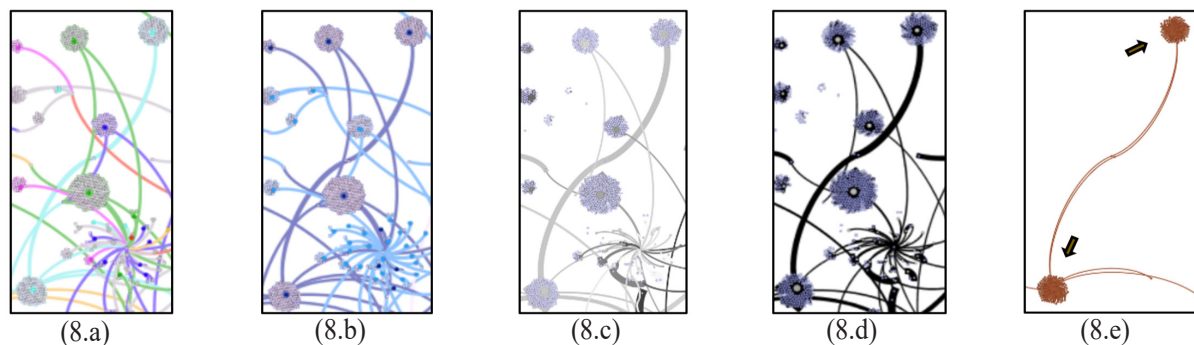


Figura 8. Subgrupo com maior probabilidade de atos de corrupção e atuação de *rent-seekers*

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao final do estudo, acredita-se que a abordagem adotada se mostrou uma ferramenta capaz de contribuir na identificação de municípios mais suscetíveis à existência de atos de corrupção e atuação de *rent-seekers*. A intuição inicial no sentido de que cada relacionamento constitui uma simples peça de informação de um sistema maior foi confirmada. A diagramação dos dados orçamentários em grafos revelou uma versão pouco explorada da contratação pública vinculada ao enfrentamento da pandemia. Ademais, ao permitir o usuário decidir qual perspectiva melhor descreve seus problemas, a SNA ajudou a revelar conexões que provavelmente passariam despercebidas nas análises tradicionais, o que reflete o potencial dessa técnica na criação de *insights* para fiscalizações e investigações relacionadas à corrupção municipal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a estudar, por meio da análise de redes sociais, as medidas provisórias emitidas pelo Poder Executivo Federal que abrem créditos extraordinários no orçamento de 2020 para o enfrentamento da pandemia do Covid-19, com processamento e análise de dados da execução orçamentária em busca de possíveis sinalizações para atos de corrupção nos municípios brasileiros. Ao final, concluiu-se que a técnica de redes sociais pode auxiliar investigações forenses relacionadas à corrupção e atuação de *rent-seekers*, inclusive na pandemia, pois sua habilidade em oferecer perspectivas relacionais se transforma em *insights* investigativos, os quais provavelmente não seriam alcançados por meio de modelos tradicionais de investigação.

Como um estudo exploratório, diversas questões permanecem em aberto, sobressaltando uma série de limitações na pesquisa. Primeiro, foram utilizados dados da ação orçamentária 21C0, a qual representa apenas parte dos recursos destinados ao combate da pandemia. Segundo, foram utilizadas quatro variáveis para análise da corrupção que podem ser consideradas “sugestivas” (Gallego et al., 2020), pois tão somente o sistema judicial seria, em tese, capaz de estabelecer a prática da corrupção de forma inequívoca (Nikolova & Marinov, 2017). Terceiro, o quantitativo de casos novos e óbitos por Covid-19 é alvo de constante questionamento pela sociedade, sejam dados provenientes ou não de fontes oficiais. Quarto, a utilização de dados de todos os municípios brasileiros levou a grande variabilidade, o que trouxe dificuldades de padronização e visualização das redes. Quinto, parte da SNA é visual, sendo que os achados aqui apresentados estão viesados pela interpretação dos autores, os quais buscaram associar o método, a literatura sobre corrupção e o contexto orçamentário.

Essas limitações não levam à desvalorização da SNA como paradigma para o estudo de redes criminosas, pelo contrário, oferecem sugestões para pesquisas. Estudos vindouros podem incluir dados da execução orçamentária de 2021 e acrescentar análises de redes dinâmicas, percebendo como surgem nós e vínculos, o que pode potencializar os achados. É quase certo que a rede tenha se reorganizado com a entrada e a saída de

municípios e favorecidos, possivelmente ampliando a atuação de grupos *rent-seekers*. Também se pode explorar o fator temporal relacionado aos casos novos e óbitos decorrentes da pandemia, a fim de melhor isolar esse efeito. Outra sugestão é incorporar abordagens matemáticas tradicionais que possam ser confrontadas com os achados. Por fim, pode-se cotejar as conclusões desta pesquisa com o resultado de futuras fiscalizações a serem realizadas por órgãos de controle a fim de confirmar ou refutar a performance da SNA na detecção de sinais de corrupção.

Como contribuição, destaca-se o esforço em aproximar teoria e prática, uma vez que foram discutidos conceitos e técnicas em um cenário real e oportuno. Além disso, softwares para análise de dados e sistemas informatizados geralmente estão ao alcance de investigadores, mas a dificuldade maior não parece ser como utilizá-los, mas com qual propósito utilizá-los, o que se espera ter como contribuição da pesquisa.

Finalmente, orientar ações na área de segurança pública por meio de sistemas de decisão que indiquem cenários mais prováveis de ocorrência de crimes pode ajudar a aplicar melhor os recursos públicos. A compreensão das redes de contratações públicas e o estudo da estrutura da corrupção podem abrir novos horizontes para políticas públicas em prol da sociedade. Apesar de haver extensa literatura sobre políticas na área de segurança pública, esta pesquisa buscou ampliar as análises empíricas em época de pandemia, colaborando com tema atual e incentivando a busca por respostas para o cenário que aflige todo mundo e outros que provavelmente ocorrerão no futuro.

REFERÊNCIAS

- Amani, F. A., & Fadlalla, A. M. (2017). Data mining applications in accounting: A review of the literature and organizing framework. *International Journal of Accounting Information Systems*, 24, 32-58. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2016.12.004>
- Amaral, L. S., Gomes, D. A., Oliveira, A. C. F. M., Oliveira, M. G. F. M., Nunes, J. E. O., Silva, M. M. L., Cordeiro, N. M., Santiago, E. J. P., Santos, A. L. P., & Moreira, G. R. (2020). Cluster analysis involving the world corruption perception index: An approach applied to South America. *Research, Society and Development*, 9(7). <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4471>
- Anessi-Pessina, E., Barbera, C., Langella, C., Manes-Rossi, F., Sancino, A., Sicilia, M., & Steccolini, I. (2020). Reconsidering public budgeting after the Covid-19 outbreak: key lessons and future challenges. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 32(5), 957-965. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-07-2020-0115>
- Aranha, C. E., Rossoni, L. & Silva, W. M. (2016). Capital Social do Conselho de Administração e desempenho de empresas de capital aberto brasileiras. *Revista de Administração Mackenzie*, 17(1), 15-39. <https://doi.org/10.1590/1678-69712016/administracao.v17n1p15-39>
- Aridhi, S., & Nguifo, E. M. (2016). Big Graph Mining, Frameworks and Techniques. *Big Data Research*, 6, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.bdr.2016.07.002>
- Avis, E., Ferraz, C., & Finan, F. (2018). Do Government Audits Reduce Corruption? Estimating the Impacts of Exposing Corrupt Politicians. *Journal of Political Economy*, 126(5), 1912-1964. <https://doi.org/10.1086/699209>
- Barabási, A-L. (2016). *Network Science*. Cambridge University Press.
- Barbosa Neto, J. E., Higgins, S. S. S., Cunha, J. V. A., & Ribeiro, A. C. (2016). Capital Social e seletividade em redes de coautoria acadêmica: o caso das ciências contábeis no Brasil. *Brazilian Business Review*, 13(6), 239-269. <https://doi.org/10.15728/bbr.2016.13.6.4>
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). *Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks*. International AAAI Conference on Weblogs and Social Media. Recuperado em: <https://gephi.org/publications/gephi-bastian-feb09.pdf>
- Becker, Gary S. (1968). Crime and Punishment: An Economic Approach. *Journal of Political Economy*, 76(2), 169-217. Recuperado em: <http://www.jstor.org/stable/1830482>
- Carraro, A., Machado, Isis B., Canever, Mário D., & Boll, José L. S. (2015). Proposta para a estimação da corrupção regional no Brasil. *Política & Sociedade*, 14(31), 326-352. <https://dx.doi.org/10.5007/2175-7984.2015v14n31p326>
- Chang, Z. (2018). Understanding the Corruption Networks Revealed in the Current Chinese Anti-corruption Campaign: A Social Network Approach. *Journal of Contemporary China*, 27(113), 735-747. <https://doi.org/10.1080/10670564.2018.1458060>

- Cherven, K. (2015). *Mastering Gephi Network Visualization: produce advanced network graphs in Gephi and gain valuable insights into your network datasets*. Packt Publishing Ltd.
- Colliri, T., & Zhao, L. (2019). Analyzing the Bills-Voting Dynamics and Predicting Corruption-Convictions Among Brazilian Congressmen Through Temporal Networks. *Scientific Reports*, 9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53252-9>
- Diviák, T., Dijkstra, J. K., Snijders, T. A. B. (2019). Structure, multiplexity, and centrality in a corruption network: the Czech Rath affair. *Trends in Organized Crime*, 22, 274-297. <https://doi.org/10.1007/s12117-018-9334-y>
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. *AI Magazine*, 17(3), 37-54. <https://doi.org/10.1609/aimag.v17i3.1230>
- Fazekas, M., & Tóth, I. J. (2016). From Corruption to State Capture: A New Analytical Framework with Empirical Applications from Hungary. *Political Research Quarterly*, 69(2), 320-334. <https://doi.org/10.1177/1065912916639137>
- Ferraz, C., & Finan, F. (2011). Electoral accountability and corruption: evidence from the audits of local governments. *American Economic Review*, 101, 1274-1311. <https://doi.org/10.1257/aer.101.4.1274>
- Gallego, J., Prem, M., & Vargas, J. F. (2020). *Corruption in the Times of Pandemia*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3600572
- Garrett, T. A., & Sobel, R. S. (2003). The Political Economy of FEMA Disaster Payments. *Economic Inquiry*, 41(3), 496-509. <https://doi.org/10.1093/ei/cbg023>
- Gregori, M., & Merlone, U. (2020). Comparing operational terrorist networks. *Trends in Organized Crime*. <https://doi.org/10.1007/s12117-020-09381-z>
- Hauser, Christian (2018). Fighting Against Corruption: Does anti-corruption Training Make Any Difference? *Journal of Business Ethics*, 159, 281-299. <https://doi.org/10.1007/s10551-018-3808-3>
- Kacanski, S. & Lusher, D. (2017). The Application of Social Network Analysis to Accounting and Auditing. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, 7(3), 182–197. <https://doi.org/10.6007/IJARAFMS/v7-i3/3286>
- Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2010). *The worldwide governance indicators: methodology and analytical issues*. World Bank Policy Research Working Paper No. 5430, <http://documents1.worldbank.org/curated/ar/630421468336563314/pdf/WPS5430.pdf>
- Leeson, P. T., & Sobel, R. S. (2008). Weathering Corruption. *The Journal of Law & Economics*, 51(4), 667-681. <https://doi.org/10.1086/590129>
- Luna-Pla, I., & Nicolás-Carlock, J. R. (2020). Corruption and complexity: a scientific framework for the analysis of corruption networks. *Applied Network Science*, 5(13), 1-18. <https://doi.org/10.1007/s41109-020-00258-2>
- Mauro, P., Medas, P., & Fournier, J. (2019). The cost of corruption. *Finance & Development*, 56(3), 26-29. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2019/09/the-true-cost-of-global-corruption-mauro.htm>
- Martínez-Plumed, F., Contreras-Ochando, L., Ferri, C., Hernández Orallo, J., Kull, M., Lachiche, N., Flach, P. A. (2019). CRISP-DM Twenty Years Later: From Data Mining Processes to Data Science Trajectories. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2019.2962680>
- Miller, J. M., & Blumstein, A. (2020). Crime, Justice & the Covid-19 Pandemic: Toward a National Research Agenda. *American Journal of Criminal Justice*, 45, 515–524. <https://doi.org/10.1007/s12103-020-09555-z>
- Morselli, C. (2010). Assessing Vulnerable and Strategic Positions in a Criminal Network. *Journal of Contemporary Criminal Justice*, 26(4), 382-392. <https://doi.org/10.1177/1043986210377105>
- Nikolova, E., & Marinov, N. (2017). Do Public Fund Windfalls Increase Corruption? Evidence From a Natural Disaster. *Comparative Political Studies*, 50(11), 1455-1488. <https://doi.org/10.1177/0010414016679109>
- Nye, J. S. (1967). Corruption and Political Development: a cost-benefit analysis. *The American Political Science Review*, 61(2), 417-427. <https://doi.org/10.2307/1953254>
- Payne, B. K. (2020). Criminals Work from Home during Pandemics Too: a Public Health Approach to Respond to Fraud and Crimes against those 50 and above. *American Journal of Criminal Justice*. <https://doi.org/10.1007/s12103-020-09532-6>

- Rehman, S. U., Khan, A. U., & Fong, S. (2012). *Graph mining: A survey of graph mining techniques*. Seventh International Conference on Digital Information Management (ICDIM 2012), 88-92. <https://doi.org/10.1109/ICDIM.2012.6360146>
- Resende, C. A. S. (2020). Análise de redes sociais: o método e sua utilização nas Ciências Sociais brasileiras. *Ciências Sociais Unisinos*, 56(1), 94-103. <https://doi.org/10.4013/csu.2020.56.1.09>
- Ribeiro, H. C. M. (2014). Corporate governance versus corporate governance: an international review: uma análise comparativa da produção acadêmica do tema governança corporativa. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, 11(23), 95-116. <https://doi.org/10.5007/2175-8069.2014v11n23p95>
- Ribeiro, F., & Colauto, R. D. (2016). A Relação entre Board Interlocking e as Práticas de Suavização de Resultados. *Revista Contabilidade & Finanças*, 27(70), 55-66. <https://doi.org/10.1590/1808-057x201501320>
- Robins, G. (2015). *Doing Social Network Research: network-based research design for social scientists*. Sage.
- Santos, Marlon O. C. (2019). Corrupção política: a possibilidade de enquadramento da mercancia da influência política nos crimes de corrupção passiva e ativa. *Revista Brasileira de Ciências Policiais*, 10(1), 171-212. <http://dx.doi.org/10.31412%2Frbcp.v10i1.630>
- Shafique, U., & Kaiser, H. (2014). A comparative study of data mining process models (KDD, CRISP-DM and SEMMA). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 12(1), 217-222.
- Sheptycki, J. (2020). The politics of policing a pandemic panic. *Australian & New Zealand Journal of Criminology*, 53(2), 157-173. <https://doi.org/10.1177/0004865820925861>
- Sodré, A., & Alves, M. (2010). Relação entre emendas parlamentares e corrupção municipal no Brasil: estudo dos relatórios do Programa de Fiscalização da Controladoria-Geral da União. *Revista de Administração Contemporânea*, 14(3), 414-433. <https://doi.org/10.1590/S1415-65552010000300003>
- Stickle, B., & Felson, M. (2020). Crime Rates in a Pandemic: The Largest Criminological Experiment in History. *American Journal of Criminal Justice*, 45, 525-536. <https://doi.org/10.1007/s12103-020-09546-0>
- Svensson, J. (2000). Foreign aid and rent-seeking. *Journal of International Economics*, 51(2), 437-461. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(99\)00014-8](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(99)00014-8)
- Tabassum, S., Pereira, F., Fernandes, S., & Gama, J. (2018). *Social network analysis: An overview*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 8, 1-21. <https://doi.org/10.1002/widm.1256>
- Troncoso, F., & Weber, R. (2020). A novel approach to detect associations in criminal networks. *Decision Support Systems*, 128, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113159>
- Yamamura, E. (2014). Impact of natural disaster on public sector corruption. *Public Choice*, 161, 385-405. <https://doi.org/10.1007/s11127-014-0154-6>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge University Press.

Como citar este artigo

Lima, R. S., & Serrano, A. L. M. (2022). Análise de redes sociais contra a corrupção: estudo do orçamento público vinculado à pandemia do Covid-19. *Revista de Contabilidade e Organizações*, 16:e191515. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1982-6486.rco.2022.191515>