



I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

DETECÇÃO DO COMPORTAMENTO DE REDES ELEITORAIS

Adriano Santos¹, Cláudio Generoso¹, Gislaine Freitas¹

Resumo. A expansão dos estudos sobre redes complexas influenciou diretamente o entendimento sobre os relacionamentos sociais humanos. Um assunto muito importante que pode ser ligado a esses relacionamentos é a discussão da política pública no Brasil, visto que dentro dessa área existem diferentes fatores a serem estudados e estão relacionados a interação de grupos, por fazer parte de uma administração de diferentes setores e dessa forma a política tem um papel fundamental na economia. Este artigo trata-se da exploração da influência entre doadores partidários e candidatos em campanhas eleitorais de 2018 no Brasil, tendo como foco o cargo de deputado federal. A técnica utilizada foi a Análise de Redes Complexas (ARC).

Palavras-chave. Campanhas, Financiamento eleitoral, Redes Complexas.

1. INTRODUÇÃO

A análise de redes complexas tem sido estudada há muitas décadas entre pesquisadores, essa análise é caracterizada pela reprodução da rede social em que os vértices representam pessoas e as arestas representam a conexão entre vértices [10]. As redes complexas que antes eram simples grafos evoluíram e dessa forma podem ser abordadas através de modelos como o de redes aleatórias. Esses modelos fazem com que as redes possam ser melhor compreendidas quando forem analisadas. Os modelos mais conhecidos são de Erdos-Renyi(ER) [3], Barabási-Albert(BA) [1] e Watts-Strogatz(WS) [16].

Os estudos sobre redes complexas crescem cada vez mais devido a ampliação de dados que são produzidos da integração humana, isso possibilitou estudos mais aprofundados de diferentes áreas como investigação de doenças [15], redes de transporte [13] e abordagem computacional [5]. Além dessas áreas também é possível incluir como pesquisa de grande relevância a área de políticas públicas, no qual envolve pesquisas relacionadas ao financiamento de campanhas eleitorais [2], [17].

Atualmente, no cenário político brasileiro, as posições sócio políticas extremas estão em maior evidência, onde existe militância em constante conflito, seja em redes sociais ou mesmo em manifestações presenciais.

Desta maneira, este estudo utiliza como base as eleições de 2018, filtrado apenas os candidatos a deputado federal, isso aponta que o cenário de relacionamento partidário é o oposto dessas extremidades, demonstrando como os partidos estão relacionados através de seus doadores. Seja doação diretamente entre os partidos (Agentes Políticos Partidários - AGP) e/ou através de pessoas físicas. Evidenciamos também neste estudo que diferente da eleição de 2014 [2], a influência que os AGP têm em financiar e eleger os candidatos foi reduzida em 2018, cerca de 89% dos candidatos eleitos não receberam

¹ Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)



I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

doações de partidos(AGP), além disso, os que receberam recursos partidários representam apenas 5,3% do total.

No teste de qui-quadrado de independência de *Pearson* [11], verificamos a associação de duas variáveis categóricas. Em 2018 os candidatos eleitos com apoio foram 1801 e sem apoio 14599. Os candidatos não eleitos com apoio foram 13084 e sem apoio 31051 candidatos.

Realizamos o teste de qui-quadrado que trouxe o $p\text{-value} \leq 0,05$, o que indica associação entre o resultado da eleição de 2018 e doações para as campanhas dos deputados federais.

Na Tabela 1, a comparação de resíduos padronizados foram ajustados para alfa de 5%, a frequência esperada de candidatos eleitos com o apoio do fundo partidário foi menor do que o esperado, além disso, a quantidade de eleitos sem o apoio partidário foi maior do que o esperado.

Tabela 1 – Tabela com os resíduos padronizados ajustado com o teste de qui-quadrado das eleições de 2018 para deputado federal.

| Resultado | Com apoio (AGP) | Sem apoio (AGP) |
|------------|-----------------|-----------------|
| Eleito | -47,3936 | 47,3936 |
| Não eleito | 47,3936 | -47,3936 |

Os indicadores acima demonstram diferenças significativas na proporção de eleitos com apoio de AGP nas eleições de 2018, diferentemente das eleições dos anos anteriores, desta maneira, este estudo busca responder se existem ligações entre os partidos conforme eleições de 2014 [2] e se o mecanismo gerador destas redes é heterogêneo em todos os estados e nível nacional.

Para identificar estas diferenças, o trabalho foi organizado em seções. A segunda seção apresenta o referencial teórico sobre o financiamento político eleitoral no Brasil e redes complexas. A terceira seção apresenta os materiais e métodos utilizados para a realização da pesquisa. A quarta seção descreve os resultados obtidos do trabalho. Por fim, a quinta seção apresenta a conclusão.

2. FINANCIAMENTO POLÍTICO ELEITORAL NO BRASIL

O financiamento político trata-se de um tema muito debatido em todo mundo, por ser um assunto que apresenta controvérsia e desafios. Sendo assim, no Brasil também existe a discussão sobre o tema, sendo marcado principalmente pelas campanhas eleitorais [2]. A receita aplicada também pode significar a priorização de interesses entre doadores e eleitos, envolvendo também o cenário de competição política e outros fatores [6].

Em Tonial [14], é possível contextualizar que o fundo arrecadado faz parte da conservação dos partidos, antigamente essa manutenção era feita pelos próprios políticos, porém depois de alguns anos os políticos passaram a atuar através de doações. O primeiro decreto criado que atua diretamente no financiamento político é a lei nº 9.258/46, que descreve o bloqueio em receber apoio de fontes estrangeiras. A partir desse cenário, muitas outras leis foram criadas e alteradas.



I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

Em 2018 houve alterações na legislação, sendo a primeira vez que foi proibida a doação de empresas para os candidatos, determinado pelo Supremo Tribunal Federal (STF). Também entrou em vigor a Lei 13.487/2017, que destina R\$ 1,716 bilhão de recursos públicos ao Fundo Especial de Financiamento de Campanha [7]. Desta forma, as fontes para as campanhas eleitorais de 2018 foram compostas por doações de pessoas físicas (limitadas a 10% do rendimento bruto do ano anterior ao das eleições), Fundo Partidário, Fundo Especial de Financiamento de Campanha e a arrecadação por ferramentas de financiamento coletivo, o “crowdfunding” ou “vaquinhas virtuais”, e a legalização do chamado impulsionamento de conteúdo, praticado por meio das redes sociais com empresas especializadas.

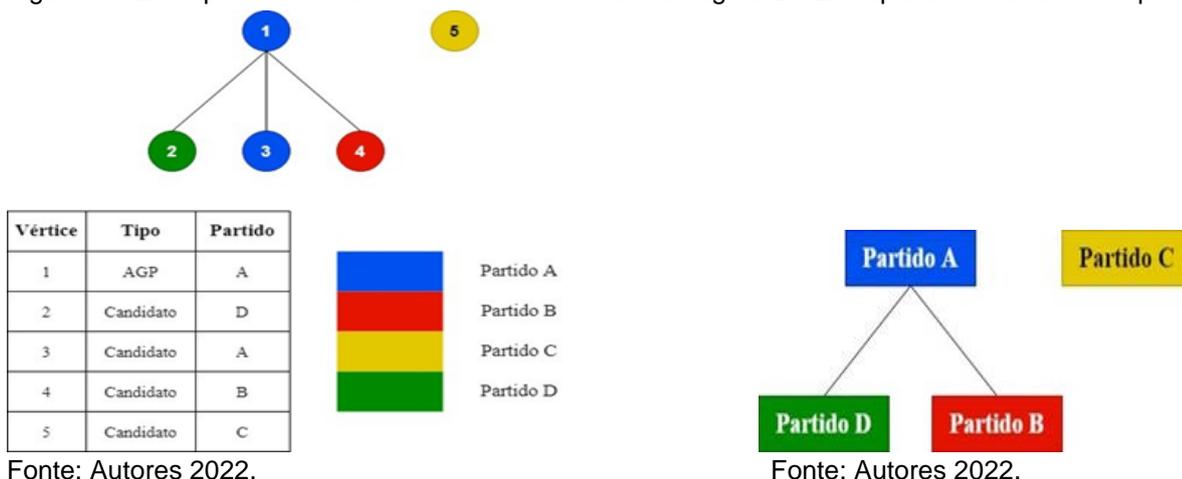
2.1 Redes Complexas

Através de estudos realizados, foi possível provar que as redes complexas podem ser modeladas para sistemas do mundo real em forma de grafo, que pode ser direcionado ou não. Nos grafos direcionados as arestas apresentam uma direção que conecta um vértice a outro, normalmente indicado por uma seta, esse tipo de grafo pode ser interpretado como na representação de mensagens enviadas por *e-mail*, onde as mensagens são enviadas a outras pessoas de forma direcionada. Já nos grafos não direcionados não existe uma direção entre os pares de vértices. Vale ressaltar que nem todos os grafos são uma rede complexa, pois as redes complexas apresentam medidas topográficas específicas que diferem de um grafo simples [8].

3. METODOLOGIA

Para ilustrar o método utilizado neste estudo, as imagens abaixo demonstram como e quais as relações foram consideradas na rede de financiamento eleitoral.

Figura 1 – Exemplo de conexão entre AGP e candidato. Figura 2 - Exemplo de conexão entre partidos.



Fonte: Autores 2022.

Fonte: Autores 2022.

Na figura 1, os círculos numerados em 1, 2, 3, 4 e 5 são os vértices da rede, que estão conectados da seguinte forma 1-2, 1-3 e 1-4, tais conexões são chamadas de arestas. Os vértices 2, 3 e 4 não estão conectados diretamente, mas podem se relacionar através do vértice 1. Ficando isolado apenas o vértice 5.

Podemos chamar as ligações entre 1, 2, 3 e 4 de componente gigante, sendo o vértice 1 posicionado no centro, possuindo grau 3 e agindo como de menor caminho.



I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

No contexto do financiamento eleitoral, as ligações entre os partidos são consideradas quando um AGP realiza uma doação para candidato de outro partido. A Figura 2, demonstra a conexão que foi realizada entre os partidos A, B e D. Enquanto o partido C está isolado por não ter recebido e nem realizado nenhuma doação.

3.1 Detecção de comunidades

A comunidade pode ser retratada como um conjunto de vértices altamente interligados, uma rede pode ter mais de uma comunidade, existe ainda a comunidade que é formada apenas por um nó. Existem diferentes técnicas capazes de detectar essas comunidades.

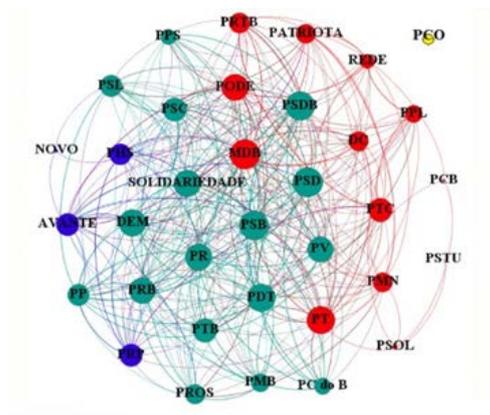
Entre os algoritmos existentes é possível citar o modelo de Girvan- Newman, esse método é conhecido como “*Edge Betweenness*”, esse modelo demonstra bons resultados a redes aleatórias e redes reais [9]. A técnica “*FastGreedy*” tem o objetivo de otimizar o valor da modularidade, resolvendo o problema através da escolha local. Esses algoritmos devem ser escolhidos de acordo com a necessidade do pesquisador [4].

No presente trabalho será utilizado a técnica de detecção de comunidade que corresponde a função “*label propagation*”, criada por Zhu [18]. Essa técnica foi escolhida por ser um algoritmo que tenta detectar a estruturação das comunidades em redes de grande escala, de forma rápida. Outro ponto importante para a escolha desta técnica foi a modularidade que manteve em valores altos, acima de 0,8 para todos os estados, em comparação com outras 4 técnicas. O algoritmo *FastGreedy* foi testado, porém apresentou algumas redes desconexas.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO

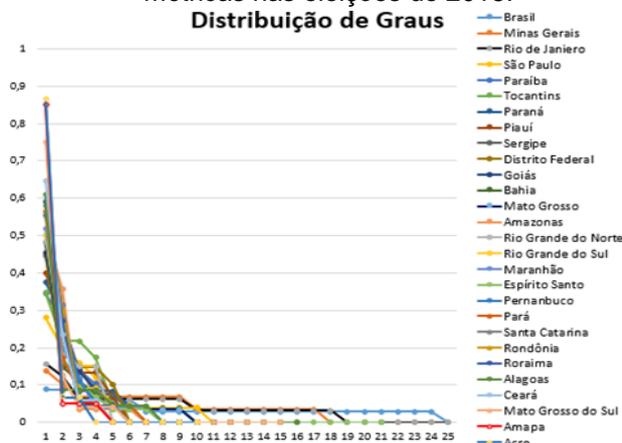
As conexões dos vértices são feitas entre partidos doadores e candidatos de outros partidos. Através das redes geradas é notável a diferença de financiamento recebido conforme o valor doado. Dessa forma, facilita a visualização de prováveis estratégias e respostas a ligações entre partidos de oposição em cada estado brasileiro. Todos os estados apresentam redes com essa estrutura, há 97% de conexão dos partidos na esfera nacional e coligações em diferentes estados, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Conexão nacional dos partidos dividido em 4 comunidades.



Fonte: Autores 2022.

Figura 4 – Distribuição de grau das redes métricas nas eleições de 2018.



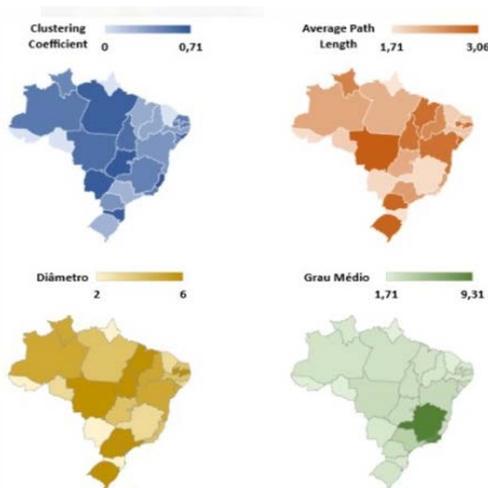
Fonte: Autores 2022.



I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

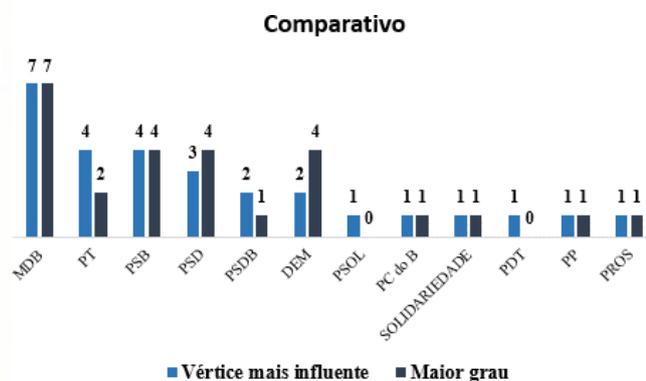
Para a realização dessa análise foram criadas 28 redes, uma para cada estado brasileiro, contabilizando também o Distrito Federal e mais a rede que corresponde ao Brasil inteiro. Para verificar a existência no padrão da rede geradora e também aprofundar a análise dessa pesquisa, foi realizado o cálculo de distribuição de grau para todas as redes, sem o componente gigante, visto que caracteriza a taxa de conexão entre os partidos, conforme Figura 4.

Figura 5 - Mapa coroplético com valores das doadores entre partidos nas eleições de 2018.



Fonte: Autores 2022.

Figura 6- Gráfico comparativo do vértice de maior grau e mais influente nas eleições de 2018.



Fonte: Autores 2022.

Como pode ser visualizado na Figura 4, as redes geradas normalmente iniciam com probabilidade de conexão alta e caem rapidamente, em quase todos os estados, com exceção aos estados do Rio de Janeiro (0,156), Minas Gerais (0,138) e a rede de todo Brasil (0,088), onde já iniciam com distribuição de grau baixo e caem. As redes citadas que iniciam com baixa distribuição apresentam a característica de estar mais conectadas que as demais redes, demonstrando dessa forma alta conexão entre os partidos.

Realizado o teste de Análise de Variância para os valores da distribuição de graus e o resultado de p -value foi 0,52733704, superior a 5%, indicando que há uma grande probabilidade de não haver diferença significativa entre as redes observadas. Essa análise também foi realizada no artigo [12]. Desta maneira, realizado a comparação dos componentes gigantes das 28 redes para as seguintes métricas: Coeficiente de Agrupamento (*Clustering Coefficient* - CC), Comprimento médio do caminho (*Average Path Length* - APL), Diâmetro e Grau Médio, com o intuito de verificar o mecanismo gerador das redes, pois existe a possibilidade de obtermos redes heterogêneas apesar da distribuição de grau não haver variação significativa.

Na Figura 5, os valores do CC indicam que não possui homogeneidade entre os estados, dessa forma, não apresenta padrão assim como visto na distribuição de grau. Essa métrica indicou que os partidos tendem a se agrupar, isso aponta que essa probabilidade ficou entre 0 e 0,71. Em alguns estados como o Espírito Santo, Goiás e Mato Grosso do Sul, percebe-se que os grupos de partidos estão fortemente unidos, isso é notório pela obtenção de uma probabilidade de ligação maior, comparada aos outros estados tendo dessa forma redes mais densas.



I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

Ao extrair os valores do APL das redes de doações entre os partidos, os estados da região norte e centro-oeste possuem os maiores valores quando comparados com o restante dos estados, o comprimento médio do menor caminho é uma métrica muito importante para sinalizar o estado que é responsável pelo transporte de informações da rede, essa análise permite identificar por exemplo, qual estado tem mais comunicação entre os partidos. Para esta métrica o valor variou entre 1,71 a 3,06, conforme apresentado na Figura 5.

A análise do diâmetro apresenta o mesmo padrão que o APL, pois são métricas de distância, possuem valor de R (Coeficiente de correlação) de 85,7%, mas ao analisar a Figura 5, verificamos que não existe um padrão na criação das redes no nível nacional. Essa métrica indica que nas redes dos estados os partidos estão conectados entre si, em grupos de até 6 partidos, dependendo da localidade da análise.

No grau médio, verificamos que apenas dois estados possuem o valor acima que os demais, além disso, quando comparados com as demais métricas, não apresenta um padrão de desenvolvimento parecido. Quando o grau médio sofre alteração para cima, significa que nesses dois estados, Rio de Janeiro e Minas Gerais, os partidos (vértices) têm maior influência entre as conexões.

Outro aspecto verificado foi a divergência de alguns estados em relação do vértice com maior grau e o vértice mais influente (menor caminho), pois em algumas redes o maior grau não foi o mais influente, os estados do Amazonas, Minas Gerais, Mato Grosso, Rio de Janeiro, Sergipe e Tocantins foram as redes que apresentaram esta diferença, que pode ser visualizada na Figura 6.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização da presente pesquisa do financiamento eleitoral de 2018, comprova que os partidos estão ligados de forma aleatória através de doações em todos os estados brasileiros, assim como foi capaz de identificar uma alta ligação de rede em determinados estados. Sobre as seções utilizadas está em destaque "redes sociais complexas", que é o tema principal da pesquisa.

Embora a Distribuição de Grau seja similar entre as redes, não foi possível definir um padrão de rede geradora, mostrando assim que cada diretório partidário estadual possui autonomia de criação da sua rede de interação, desta maneira, as coligações realizam doações para candidatos a deputado federal de outros partidos, formando assim redes estaduais distintas, porém ao analisar todas as redes juntas, nível Brasil, quase todos os partidos ficam conectados, independentemente de sua ideologia política.

Além do mais, os partidos estão ligados por diferentes coligações no financiamento das eleições, os resultados analisados sugerem que se fosse necessário enviar uma informação para um destinatário indeterminado da rede, um partido é capaz de transmitir essa informação, que chegará com maior velocidade, pois esse partido está conectado a muitos vértices, exercendo o papel de centralidade e obtendo o menor caminho possível, considerando o Brasil todo, o vértice de maior grau é o MDB, mas o vértice de menor caminho é o PSOL.

As mudanças na legislação causaram impacto na captação de recursos eleitorais, principalmente com a extinção de doação de empresas, de tal forma que o dinheiro do Fundo Partidário Especial foi o principal recurso para a maioria dos candidatos,



I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

principalmente nas eleições de 2018, ano que entrou em vigor a nova lei, porém apenas 11% dos candidatos que utilizaram este recurso foram eleitos, resultado bem diferente quando comparado com as eleições de 2014, que neste ano a maioria dos eleitos utilizaram a verba partidária.

REFERÊNCIAS

- [1] BARABÁSI, Albert-László; ALBERT, Réka. Emergence of scaling in random networks. **science**, v. 286, n. 5439, p. 509-512, 1999.
- [2] CERVI, Emerson Urizzi; HOROCHOVSKI, Rodrigo Rossi; JUNCKES, Ivan Jairo. Redes de Doadores e Financiamento Político em 2014: Distinguindo Doações para Candidatos, Partidos e Comitês Financeiros nas Eleições Presidenciais Brasileiras. 2015.
- [3] ERDŐS, Paul; RÉNYI, Alfréd. On the strength of connectedness of a random graph. **Acta Mathematica Hungarica**, v. 12, n. 1, p. 261-267, 1961.
- [4] FREITAS, Lusmar Mendes et al. Uma análise comparativa entre técnicas de detecção de comunidades com aplicação para o problema de agrupamento de objetos invariantes. 2018.
- [5] GABARDO, Ademir C. **Análise de redes sociais: uma visão computacional**. Novatec Editora, 2015
- [6] MANCUSO, Wagner Pralon et al. **Financiamento eleitoral e comportamento parlamentar: a relação entre doações da indústria e proposição de leis**. Texto para Discussão, 2020.
- [7] MELO, Karine. Pela 1ª vez, campanha eleitoral não terá financiamento de empresas. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2018-06/pela-1a-vez-campanha-eleitoral-nao-tera-financiamento-de-empresa>. Acesso em: 07 set 2022.
- [8] METZ, Jean et al. Redes complexas: conceitos e aplicações. 2007.
- [9] NEWMAN, Mark EJ; GIRVAN, Michelle. Finding and evaluating community structure in networks. **Physical review E**, v. 69, n. 2, p. 026113, 2004.
- [10] NEWMAN, Mark. Networks. Oxford university press, 2018
- [11] PEARSON, Karl. X. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. **The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, v. 50, n. 302, p. 157-175, 1900.
- [12] RONQUI, José Ricardo Furlan. **Estudo e comparação da topologia de redes de interação de proteínas**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- [13] SILVA, Fillipe S.; MOURA, D.; CABRAL, Raquel S. Modelagem e caracterização de redes veiculares utilizando-se grafos temporais e métricas de redes complexas. **XLIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2017.
- [14] TONIAL, Raíssa; DE OLIVEIRA, Elton Somensi. Os modelos de financiamento de campanha eleitoral e o contexto político-cultural brasileiro. **Direito & Justiça**, v. 40, n. 1, p. 106-119, 2014.
- [15] VILCHES, Thomas Nogueira. Epidemiologia matemática em redes complexas. 2019.
- [16] WATTS, Duncan J.; STROGATZ, Steven H. Collective dynamics of 'small-world' networks. **nature**, v. 393, n. 6684, p. 440-442, 1998.
- [17] XAVIER, Allan Ferreira; SILVA, Matheus Passos. O financiamento de campanha eleitoral e a sua influência na representação Política. **Brasília: Vestnik**, 2014.



I Congresso Internacional Mulheres em STEAM

[18] ZHU, Xiaojin; GHAHRAMANI, Zoubin; LAFFERTY, John D. Semi-supervised learning using gaussian fields and harmonic functions. In: **Proceedings of the 20th International conference on Machine learning (ICML-03)**. 2003. p. 912-919.