

Um Framework para análise de comportamento de grupos baseado na polarização política aplicado ao contexto da COVID-19

Régis Ebeling¹, Karin Becker¹ (orientador)

¹Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) – Instituto de Informática
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Porto Alegre – RS – Brasil

{rebeling, karin.becker}@inf.ufrgs.br

Resumo. *Mundialmente o viés político tem influenciado discussões e posicionamentos, como ocorreu na pandemia. Propusemos um framework de análise da influência da política no comportamento de grupos no Twitter, o qual agrega múltiplas dimensões: a) inferência da polarização política; b) identificação de preocupações e argumentos; c) estrutura da rede social dos grupos; d) aspectos psicológicos; e) fontes de informação. Sua aplicação em dois estudos de caso no contexto da COVID-19 mostra sua habilidade em ligar polarização política aos posicionamentos e observar seus efeitos. Esta dissertação foi aprovada com louvor e resultou em duas publicações em periódicos, duas em eventos internacionais, e uma em evento nacional premiado como melhor artigo.*

Abstract. *Worldwide, political bias has influenced discussions and stances, as occurred during the pandemic. We proposed a framework for analyzing the influence of political bias on the behavior of groups on Twitter, which adds multiple dimensions: a) inference of political polarization; b) identification of concerns and arguments; c) structure of the groups' social network; d) psychological aspects; e) sources of information. Its application in two case studies in the context of COVID-19 shows its ability to link political polarization to stances and observe its effects on the groups. This dissertation was approved with honors and resulted in two publications in journals, two in international events, and one in a national event awarded as the best article.*

1. Introdução

A vitória de Jair Bolsonaro em 2018 dividiu ainda mais um país que já enfrentava um cenário polarizado. Muitos eleitores basearam sua escolha em posturas de oposição ao Partido dos Trabalhadores, no governo desde 2002. Neste cenário polarizado, com situações extremas de apoio e críticas, instalou-se no início de 2020 a pandemia mundial da COVID-19, com consequências à saúde e à economia. Este trabalho concentra-se em dois eventos na pandemia que suscitaram fortes discussões: o isolamento social e a vacinação.

Muitos trabalhos abordaram o discurso sobre a pandemia nas redes sociais. Eles exploram a análise de tópicos [Ordun et al. 2020, Curiel and Ramírez 2020], propagação de desinformação [Burki 2020] ou análise de sentimentos [Garcia and Berton 2021]. Diferenças no discurso online [Jiang et al. 2020] ou em decisões governamentais [Sha et al. 2020] são analisadas conforme os partidos associados a regiões geográficas. A influência da inclinação política é investigada no comportamento da população no enfrentamento da COVID-19 [Makridis and Rothwell 2020, Bruine de Bruin et al. 2020], na postura anticientífica [Rao et al. 2020] e de desinformação [Havey 2020].

Estudos investigam a influência da polarização política em fenômenos usando as redes sociais. Alguns abordam a identificação automática da orientação política de usuários [Barberá et al. 2015, Garimella and Weber 2017]. Outros abordam a influência política usando técnicas específicas, como modelagem de tópicos (e.g., [Rao et al. 2020, Makridis and Rothwell 2020, Havey 2020]), ou análise de aspectos psicológicos a partir de padrões linguísticos [Demszky et al. 2019, Pennycook et al. 2020, De Choudhury et al. 2016]. Estes trabalhos abordam um cenário específico (e.g. pandemia, violência racial) e uma dimensão de análise.

Há trabalhos que propõem *frameworks* de análise da polarização política multidimensionais. Os *frameworks* descritos em [Bramson et al. 2016, Lelkes 2016] são baseados em questionários construídos para este propósito, e portanto sua aplicação é sujeita ao custo e latência de coletas destes dados. Outros trabalhos [Stieglitz and Dang-Xuan 2013, Gerbaudo et al. 2019, Gennaro and Ash 2021] propõem uma mistura de técnicas computacionais (e.g., modelagem de tópicos, análise de sentimentos, engajamento de usuários, análise de estrutura de redes) para analisar múltiplos aspectos da polarização política, se beneficiando de dados disponíveis nas mídias sociais para análise em larga escala. Esses estudos demonstram a importância de uma abordagem multifacetada ao analisar questões complexas de polarização política

Esta dissertação¹ propôs um *framework* de análise multidimensional voltado ao estudo do comportamento de grupos no Twitter em cenários politicamente polarizados. Originalmente focado na COVID-19, as dimensões de análise estão resumidas na Tabela 1, destacando a pergunta de pesquisa e as técnicas computacionais propostas para derivar *insights* de dados do Twitter. O índice de polarização política (IPP) é uma técnica computacional de baixo custo que calcula a tendência política com base nos políticos seguidos, uma adaptação de [Garimella and Weber 2017]. A modelagem de tópicos híbrida combina os pontos fortes de BERTopic [Grootendorst 2020] e de LDA [Blei et al. 2003] para descobrir as preocupações expressas por cada grupo em diferentes níveis de granularidade. A análise de redes sociais resume a estrutura social usando métricas topológicas derivadas dos relacionamentos entre usuários, e métodos de detecção de comunidade e centralidade identificam a influência política na disseminação da informação. Léxicos como o LIWC possibilitam a análise de padrões linguísticos que revelam aspectos psicológicos típicos de cada grupo [Tausczik and Pennebaker 2010]. Finalmente, o estudo das fontes de informação fornece *insights* sobre a confiabilidade das informações trocadas. O framework também inclui diretrizes para a coleta de dados no Twitter.

Tabela 1. Framework de Análise: Dimensões, Questões de Análise e Técnicas

Dimensão de Análise	Questão	Técnica Computacional Proposta
Polarização Política	Grupos com diferentes posicionamentos são politicamente polarizados?	Índice de Polarização Política (IPP)
Preocupações e Argumentos	Quais são as preocupações e argumentos de grupos polarizados com diferentes posicionamentos ?	Modelagem de Tópicos Híbrida (LDA e BERTopic)
Propriedades da Rede Social	A polarização política afeta a estrutura das redes sociais de grupos com diferentes posicionamentos?	Métricas Topológicas de Redes Sociais, Detecção de comunidade e métricas de centralidade
Aspectos Psicológicos	Existem padrões linguísticos que caracterizam aspectos psicológicos de grupos com diferentes posicionamentos?	Padrões linguísticos usando categorias LIWC
Fontes de Informação	Existe diferença nas fontes de informação usadas de grupos com diferentes posicionamentos?	Frequência de categorias de links e menções

O framework foi aplicado em dois estudos de caso relativos à pandemia, utilizando dados do Twitter: isolamento social e vacinação. Para cada caso foram coletados usuários que utilizaram *hashtags* específicas para caracterizar algum posicionamento, formando

¹ <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/234526>

grupos com posicionamentos distintos, além de um grupo de controle. Os resultados mostram que os grupos são alinhados conforme ideologia, têm um discurso comum a elementos de mesma inclinação política (e.g. políticos, ações) e são influenciados por eles, criticam crenças opostas, e demonstram um comportamento de câmara de eco.

Esta dissertação resultou em duas publicações em periódicos [Ebeling et al. 2023, Ebeling et al. 2021] (um deles Qualis A1), duas em eventos internacionais [Ebeling et al. 2022, Ebeling et al. 2020b] (Qualis A1 e A4), e uma em evento nacional (KDMile). Esta última foi agraciada com o prêmio de melhor artigo do evento [Ebeling et al. 2020a]. Cabe destacar que a dissertação foi aprovada com voto de louvor, o primeiro atribuído a um aluno na linha de pesquisa deste trabalho no PPGC - UFRGS.

O principal desafio foi como construir um entendimento multi-facetado sobre posturas na pandemia aparentemente afetadas por orientação política a partir de grandes volumes de dados oriundos de redes sociais. Para este objetivo, integramos múltiplas dimensões de análises sobre os dados, associadas a técnicas computacionais apropriadas para obtenção de *insights*. Cada dimensão de análise apresenta seus próprios desafios, e seu resultado revela uma faceta do perfil dos grupos envolvidos. Embora este trabalho tenha focado na análise de assuntos relacionados à COVID-19, ele pode ser empregado para entender o impacto da polarização política em posicionamentos que dividem a população globalmente, como mudanças climáticas, aborto, direitos humanos, entre outras.

As principais contribuições deste trabalho são:

- um *framework* para a análise multidimensional da influência política do comportamento de grupos no Twitter, com as respectivas técnicas computacionais [Ebeling et al. 2023]. Focado originalmente na análise de eventos na pandemia, o framework abrange as preocupações expressas e argumentos, a quantificação da polarização política, estrutura da rede social e influência política, aspectos psicológicos, e fontes de informação. Comparada a frameworks de análise de polarização política em redes sociais [Stieglitz and Dang-Xuan 2013, Gerbaudo et al. 2019, Gennaro and Ash 2021], diferencia-se pelo número e abrangência de dimensões de análise;
- análise de dois estudos de casos com grupos no Twitter com posicionamentos opostos quanto ao isolamento social [Ebeling et al. 2020a, Ebeling et al. 2020b, Ebeling et al. 2021] e vacinação [Ebeling et al. 2022] no contexto da COVID-19. Estas análises envolvem múltiplas dimensões que formam uma visão mais completa se comparadas aos trabalhos relacionados específicos da COVID-19 (e.g., [Rao et al. 2020, Makridis and Rothwell 2020, Havey 2020]);
- uma abordagem híbrida para modelagem de tópicos que combina de forma complementar LDA [Blei et al. 2003] e BERTopic [Grootendorst 2020], para compreender os argumentos que sustentam os posicionamentos pró/contra. Enquanto LDA permite identificar preocupações em granularidade maior baseado em co-ocorrência de palavras, o BERTopic permite identificar os argumentos representativos utilizando similaridade de sentenças. Os trabalhos relacionados [Rao et al. 2020, Makridis and Rothwell 2020, Havey 2020] restringem-se ao uso do LDA.

O restante do artigo é organizado como segue. Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados. Seção 3 detalha o framework proposto. A Seção 4 sumariza os principais resultados dos estudos de caso. A Seção 5 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Cada vez mais políticos e indivíduos politizados têm recorrido a redes sociais para propagar suas convicções entre seus grupos de apoio. Encontramos três categorias de trabalhos relacionados: identificação automática da orientação política de usuários, uso de métodos computacionais para analisar a polarização política em um dado contexto, e frameworks multidimensionais visando a geração de *insights*.

Diferentes trabalhos contribuem com técnicas para identificar automaticamente a orientação política de usuários de redes sociais, principalmente no Twitter. [Barberá et al. 2015] utiliza a lógica de modelos de espaços latentes aplicados em redes sociais, onde as características de um indivíduo podem ser consideradas similares às suas conexões. [Garimella and Weber 2017] calcula dentro da lista de usuários seguidos quantos estão em uma lista de perfis reconhecidos de esquerda e quantos em outra de direita, obtendo uma razão representando o índice de polarização.

Na segunda categoria, os trabalhos investigam um cenário específico, explorando através de alguma técnica computacional grupos com uma inclinação política. A técnica mais usada é modelagem de tópicos, tipicamente LDA, sobre os posts. No contexto da pandemia, explorando modelagem de tópicos, [Jiang et al. 2020] analisa diferenças no discurso online, e [Sha et al. 2020] em decisões governamentais, usando o partido que administra a região como identificação política. [Havey 2020] investigou sentimentos em relação a tópicos de desinformação na pandemia, usando [Barberá et al. 2015] para definir a ideologia. Outra técnica bastante usada é a de análise de padrões linguísticos em manifestações das redes sociais usando léxicos como o LIWC [Tausczik and Pennebaker 2010] para revelar traços psicológicos de usuários. Tipicamente usam a ligação de partidos com os usuários, e exploram classes de palavras para entender posicionamentos como violência em massa [Demszky et al. 2019], violência racial [De Choudhury et al. 2016], ou ideologia política e complexidade cognitiva [Pennycook et al. 2020].

Trabalhos que propõem frameworks ressaltam a importância de construir uma compreensão integrada de grupos politicamente polarizados através de múltiplas dimensões. Baseados em questionários especificamente projetados, [Lelkes 2016, Bramson et al. 2016] definem dimensões para identificar formas de manifestação de polarização política. Outros propõem frameworks que exploram informações de usuários e postagens em redes sociais. [Stieglitz and Dang-Xuan 2013] propôs uma estrutura metodológica que descreve análises politicamente relevantes da perspectiva de instituições políticas, junto a técnicas computacionais para conduzir essas análises (modelagem de tópicos, análise de sentimento e análise de estrutura de rede). O framework em [Gerbaudo et al. 2019] analisa perfis políticos por meio de suas postagens, usando modelagem de tópicos e analisando o engajamento e as emoções dos usuários. [Gennaro and Ash 2021] apresenta uma estrutura para investigar o entrelaçamento entre razão e emoção em debates políticos ao longo do tempo, combinando análise de sentimento e modelagem de tópicos.

Nosso estudo difere de trabalhos relacionados ao examinar a influência política nos posicionamentos de brasileiros na pandemia, usando uma estrutura de análise que combina diferentes perspectivas para estudo dos grupos e efeitos da polarização política: medição de polarização política, preocupações e argumentos, análise de sua estrutura de rede social, aspectos psicológicos e fontes de informação.

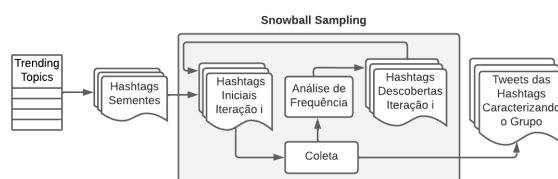


Figura 1. Processo de coleta de dados para formação de grupos

3. Framework de Análise

O framework de análise multidimensional proposto nesta dissertação visa permitir a análise e influência da polarização política no comportamento de grupos que expressam posições opostas no Twitter. O foco inicial foi em eventos no contexto da pandemia. Cada dimensão aborda o comportamento de grupos com visões opostas de uma perspectiva de análise específica, para a qual técnicas computacionais apropriadas são relacionadas. As dimensões, as perguntas que visam responder, e as técnicas computacionais propostas estão resumidas na Tabela 1, resumidas no restante desta seção. Maiores detalhes podem ser encontrados em [Ebeling 2021, Ebeling et al. 2023].

3.1. Coleta de Dados

Para a coleta de dados, partindo de um cenário com posicionamentos contrários, buscamos caracterizar dois ou mais grupos com posicionamentos distintos e um grupo de controle para confirmar um comportamento distinto dos polarizados. Propomos uma abordagem baseada na coleta de *tweets* com palavras chave (*hashtags*) que reconhecidamente caracterizem cada grupo e um processo de *snowball sampling* para encontrar novas *hashtags* a partir das iniciais, analisando suas frequências, em múltiplas iterações, resumida na Figura 1. A coleta resulta em um conjunto de *tweets* de cada grupo planejado, e os dados dos respectivos usuários.

Para melhorar o desempenho da análise textual nos *tweets* são aplicadas ações clássicas de pré-processamento, tais como normalização, remoção de pontuação, caracteres especiais, *hashtags*, etc. Removemos *tweets* com menos de três termos, dado que não há uma construção mínima de sentença a ser analisada. Removemos perfis via software para remoção automática de bots (Botometer²), bem como perfis criados no máximo há 30 dias antes do início das coletas.

3.2. Índice de Polarização Política

Para mensurar a polarização política de indivíduos e grupos propomos um Índice de Polarização Política (IPP). Nossa abordagem combina as abordagens propostas em [Garimella and Weber 2017] para calcular um índice de polarização baseado em políticos de esquerda e direita seguidos, e de [Barberá et al. 2015], para extrair do GPS Ideológico da Folha de São Paulo (iGPS), construído a partir da técnica, as listas de políticos com orientação forte à direita/esquerda.

O processo está resumido na Figura 2. Para cada usuário, coleta-se sua lista de usuários seguidos, filtra-se aqueles que são políticos seguidos de esquerda (PSE) e de direita (PSD). Calcula-se então a proporção de políticos de direita, sobre o total de políticos (Equação 1). Para ajuste do cálculo, soma-se 1 para PSD e 1 para PSE, garantindo o

²<https://rapidapi.com/OSoMe/api/botometer-pro>

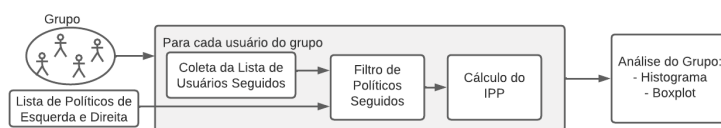


Figura 2. Processo para determinação da orientação política

correto IPP de neutralidade (50%) caso o usuário não siga políticos ou siga o mesmo número de políticos de cada lado. Quanto mais próximo a zero for o IPP, mais orientado à esquerda é o usuário. Quanto mais próximo de 100, maior sua orientação à direita.

$$IPP = \frac{1 + PSD}{2 + PSD + PSE} * 100 \quad (1)$$

Dados o IPP de todos os usuários de um grupo, utilizamos histogramas e boxplots para avaliar a distribuição do grupo e caracterizar a existência de uma inclinação política.

3.3. Preocupações e Argumentos : Modelagem de Tópicos Híbrida

Combinamos duas técnicas de modelagem de tópicos para formar dois filtros sobre as preocupações expressas nos *tweets*: LDA e BERTopic. Consideramos estas técnicas complementares, pois o LDA fornece um agrupamento mais geral com base nas probabilidades de co-ocorrência de palavras em um corpus e o BERTopic ajuda a identificar argumentos semelhantes explorando *embeddings* contextuais para identificar *tweets* próximos em um espaço vetorial. Encontrar tópicos em dois níveis de granularidade nos permite aproveitar os pontos fortes de cada técnica e reduzir suas desvantagens. LDA exige que seja especificado o número de tópicos, e a interpretação dos tópicos é baseada em palavras e suas probabilidades, as quais, sem o contexto, dificultam a tarefa. BERTopic, por outro lado, utiliza algoritmo de agrupamento baseado em densidade, e resulta em centenas de tópicos, o que dificulta a interpretação dos resultados. Em nossa abordagem híbrida, LDA divide os grupos em termos de preocupações gerais (macro-tópicos), e o BERTopic busca neste espaço reduzido os argumentos representativos usados para sustentar as posições. O processo é resumido na Figura 3.

(1) Macro-tópicos: Na primeira etapa do processo, o LDA é utilizado para encontrar um número mínimo de *clusters* coerentes. A entrada do LDA é o corpus e k número de tópicos, e a saída são os k tópicos. Para encontrar o melhor k , propusemos sua variação de 1 a 30 avaliando as respectivas execuções com a métrica de coerência CV. O k que resulta no menor conjunto de tópicos e maior coerência (i.e. mínima redundância e maior significado) é o escolhido.

(2) Argumentos: A segunda etapa envolve a aplicação do BERTopic nos macro-tópicos, resultando em um conjunto de *clusters* de *tweets* aproximados por similaridade em um espaço vetorial. Para a análise dos principais argumentos utilizados em um tópico há um passo de seleção dos maiores conjuntos semelhantes de *tweets*: um conjunto de *clusters* menores e próximos no espaço (aglomeração), ou nos *clusters* com mais *tweets*. Para interpretar os tópicos utilizamos os recursos de busca semântica do BERTopic, que permite identificar os argumentos mais representativos de cada tópico.

3.4. Análise da Estrutura da Rede Social

A análise das redes sociais formadas pelos usuários e suas respectivas listas de usuários seguidos pode trazer descobertas sobre dinâmicas e usuários influentes. O processo pro-

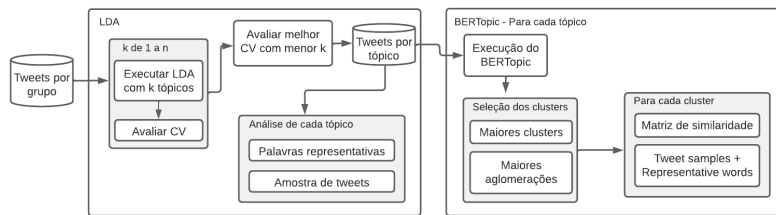


Figura 3. Modelagem de Tópicos Híbrida

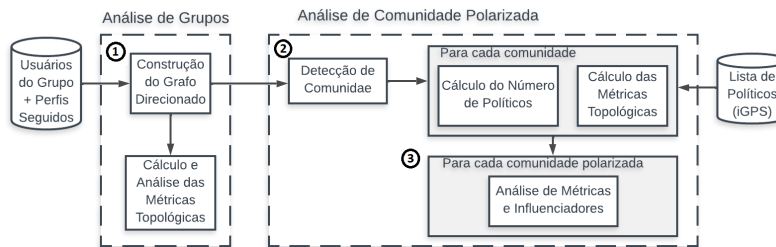


Figura 4. Análise da Estrutura Social

posto para esta análise é resumido na Figura 4, e se baseia na construção de um grafo, análise de suas propriedades topológicas, e detecção de comunidades.

(1) Construção de grafo: para cada grupo, construímos um grafo direcionado no qual os usuários do grupo, bem como aqueles seguidos por eles são nodos. A relação de seguidor é representada por arestas direcionadas. Analisamos cada grupo utilizando métricas topológicas de rede: *número de nodos*, de *arestas* e *grau médio* para verificar o tamanho e o quão conectada é a estrutura social do grupo; *caminho mais curto médio* e *diâmetro* para mensurar a extensão da estrutura social do grupo; e *coeficiente de clusterização* para observar a tendência do grupo em formar comunidades a partir de conjuntos de usuários com padrões sociais semelhantes.

(2) Detecção de Comunidades: verificamos a existência de comunidades nas estruturas sociais buscando subgrupos de arestas fortemente conectadas entre si e fracamente com os outros, com o software Gephi. Calculamos para cada comunidade as mesmas métricas topológicas de conexão e extensão da estrutura social do grupo. Localizamos então as comunidades onde nodos representam políticos da lista utilizada no IPP (Seção 3.2).

(3) Análise de Comunidades Polarizadas: analisamos as métricas topológicas especificamente nas comunidades politicamente polarizadas, além de detectar os usuários centrais com as métricas de centralidade para detectar influenciadores no fluxo de informação. Utilizamos *Closeness Centrality* (o quão próximo um nodo está de outros), *Betweenness Centrality* (atua como uma ponte entre outros pares de nodos) e *In-Degree Centrality* (recebe o maior número de conexões).

3.5. Aspectos Psicológicos Derivados de Características Linguísticas

Pessoas ou grupos possuem aspectos psicológicos que ajudam a compôr suas identidades, influenciados por fatores como classe econômica, nível de escolaridade ou mesmo polarização política. De acordo com [Tausczik and Pennebaker 2010], as palavras de função e emoção que as pessoas usam fornecem pistas psicológicas importantes para seus processos de pensamento, estados emocionais, intenções e motivações. O dicionário LIWC

contém uma gama sólida de diferentes categorias para as palavras, e com base em trabalhos relacionados incluímos no framework os seguintes aspectos:

- *União e coesão*: para investigar a cooperação dos grupos. Palavras da categoria *We* podem promover a coesão do grupo, e o uso de palavras de concordância (categoria *Assent*) pode revelar um maior consenso. Trabalhos relacionados usaram essas categorias de palavras para caracterizar pertencimento e envolvimento [Demszky et al. 2019, De Choudhury et al. 2016].
- *Estados Afetivos*: A expressão dos estados emocionais constitui um nível semântico relevante para a polarização e pode auxiliar na detecção de níveis ideológicos [Demszky et al. 2019]. Usamos as categorias LIWC de emoção positiva e negativa (*positive e negative emotions*), e as subcategorias negativas *anger, anxiety e sadness*;
- *Complexidade Cognitiva*: envolve a riqueza de dois componentes de raciocínio: a medida em que alguém diferencia múltiplas soluções concorrentes e a capacidade de integrar as diferentes soluções [Tausczik and Pennebaker 2010], capturados pelas categorias *exclusivity e conjunctions*. Também mede a sofisticação do pensamento abstrato ou conceitual de alguém. As categorias *Prepositions e Cognitive Mechanisms* indica capacidade de lidar com uma linguagem mais complexa [De Choudhury et al. 2016];
- *Preocupações pessoais*: para alinhar os tópicos encontrados com as preocupações dos indivíduos utilizamos subcategorias de *Personal concerns: work, achievements, money, leisure, home, religiosity, e death*.

Contabilizamos para cada tweet as palavras pertencentes a todas as categorias do LIWC com uma versão do software para português³, marcando 0 se ausente, 1 se presente. Analisamos se havia diferenças significativas no uso proporcional de palavras das categorias do LIWC em geral e aquelas relacionadas aos aspectos psicológicos descritos acima. Usamos o teste Qui-quadrado para avaliar a significância estatística dessas diferenças.

3.6. Fontes de Informação

Esta dimensão caracteriza os grupos de acordo com os tipos de fontes de informação utilizadas por seus membros. Analisamos as seguintes fontes:

- *Opiniões de outros usuários*, quantificando menções de *tweets* a usuários de mesmo grupo e de grupos contrários. Identificar este tipo de fonte permite identificar quando se busca validação de sua própria câmara de eco, ou tenta-se furar sua bolha.
- *Redes sociais*, através da análise de frequência dos domínios utilizados nas URLs presentes nos *tweets* coletados dos grupos, observamos o uso considerável de três redes sociais: Youtube, Facebook e Instagram. Adicionamos ainda uma categoria "Outros" para considerar as demais redes sociais menos frequentes. Este tipo de fonte revela a propagação de informações de cunho informal, possivelmente alinha a um sistema de crenças próprio a cada grupo.
- *Fontes com curadoria jornalística* (portais), que referenciam URLs de matérias publicadas e validam sua fonte fugindo de informações falsas. Utilizamos uma lista de portais referência⁴ para garantir a neutralidade

Para calcular a proporção de uso de *tweets* mencionados de um grupo a outro, dividimos a quantidade dos *tweets* do grupo com menção ao grupo desejado pelo total de *tweets* do grupo que tenham menção a outro *tweet*, assim podemos comparar comportamentos de grupos com número de usuários ou *tweets* diferentes. Para os outros dois tipos

³<http://www.nilc.icmc.usp.br/portlex/index.php/pt/projetos/liwc>

⁴<https://www.kadaza.com.br/noticias>

Tabela 2. *hashtags* e tweets/usuários coletados por grupo

Estudo de Caso	Período	Grupo	Hashtags	Tweets	Usuários
Distanciamento Social	22/03/2020 a 07/04/2020	Chloroquiners	#OBrasilNãoPodeParar	74,395	20,572
		Quarenteners	#OBrasilTemQuePararBolsonaro	31,060	10,769
		Neutros	#FicaEmCasa, #FiqueEmCasa	201,499	102,309
Vacinação	01/01/2020 a 01/04/2021	Pro-vaxxers	#EuVouTomarVacina, #VacinaBrasil, #VacinaÉAmorAoPróximo, #VacinaJá #VacinasPelaVida, #VemVacina, #VacinaUrgenteParaTodos	160,867	100,847
		Anti-vaxxers	#EuNãoVouTomarVacina, #VacinaNão, #VacinaObrigatóriaNão, #NãoVouTomarVacina	32,876	15,647
		Anti-sinovaxxers	#VachinaNão, #VacinaChinesaNão, #VachinaObrigatóriaNão, #VachinaNãoPresidente	17,810	7,067
		Neutros-V	"vacina", "vacinação"(sem hashtags)	19,558	18,396

de fonte de informação, que se referem a uso de URLs, cada categoria é dividida pelo número total de *tweets* com URL presente.

4. Estudos de caso

4.1. Distanciamento Social

O cenário incerto instaurado com a COVID-19 deu início a um intenso debate sobre a condução das medidas de combate ao vírus até que uma solução permanente fosse encontrada. Adotando uma postura de proteção à economia, o presidente Bolsonaro e sua base governista defenderam uma medida de isolamento menos radical, e difundiram o uso de medicamentos sem eficácia comprovada como a cloroquina. Já o Ministério da Saúde, inspirado na experiências mundiais, defendeu a prática do isolamento social. Este dilema entre vidas e economia acabou tendo grande repercussão. O governo central lançou uma grande campanha contra o isolamento social ("O Brasil não pode parar"⁵), apoiada por muitos, mas igualmente criticada. No Twitter surgiram discussões sobre este dilema, com indivíduos alinhados ao discurso do governo (*Chloroquiners*) ou ao do Ministério da Saúde (*Quarenteners*). Seguindo o método descrito na Seção 3.1, a Tabela 2 apresenta os dados coletados no período entre 22 de março e 07 de abril de 2020, quando a campanha estava particularmente ativa. Para comparação, também consideramos um grupo sem posicionamento explícito (*Neutros*), focado apenas nos aspectos práticos da pandemia. Detalhes deste estudo de caso são encontrados em [Ebeling et al. 2020a, Ebeling et al. 2020b, Ebeling et al. 2021].

O cálculo do IPP dos grupos envolvidos neste estudo de caso, expresso no boxplot da Figura 5.(a), comprova o alinhamento das ideologias com lados representados nos discussões. Os *Quarenteners* possuem um viés político prevalente de esquerda, enquanto os *Cloroquiners* apresentam uma orientação à direita e mais extrema. Ambos os grupos possuem diversos usuários com IPP neutro (50), enquanto no grupo de *Neutros* este índice é majoritário para os usuários, com poucos indivíduos se distribuindo de forma espelhada nos lados políticos. Assim, confirma-se que os grupos *Cloroquiners* e *Quarenteners* são politicamente polarizados, e o grupo *Neutro* funciona como controle.

A modelagem de tópicos confirma que os *Cloroquiners* e *Quarenteners* representam o dilema entre economia e vida, mas com um forte viés político. A análise dos tópicos de LDA, seguida da identificação dos argumentos usando o BERTopic, revelou que a postura dos *Cloroquiners* se baseia, por um lado, no argumento de que o vírus não é tão letal e que o isolamento vertical seria uma solução adequada, de menor impacto à economia. Do ponto de vista político, eles apoiam o presidente e sua resistência quanto às recomendações do Ministro da Saúde (Mandetta), e criticam uma ampla gama de oponentes, classificando suas preocupações como histeria excessiva. Os *Quarenteners*, por outro lado, expressam

⁵<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2020/03/26/planalto-lanca-campanha-o-brasil-nao-pode-parar-contra-medidas-de-isolamento.htm>

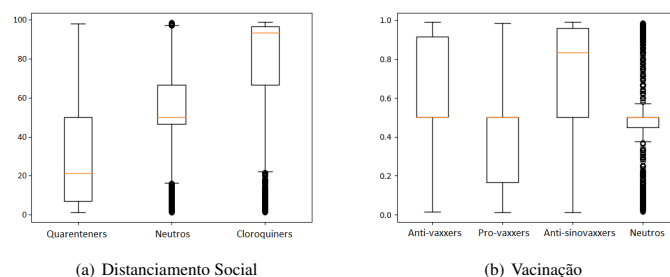


Figura 5. Índice de polarização política dos casos de estudo

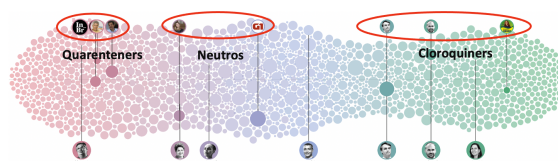


Figura 6. Influenciadores dos Quarenteners, Cloroquiners e Neutros no iGPS

medo quanto ao contágio e suas consequências à vida caso medidas de isolamento social não sejam tomadas. Seus argumentos são baseados na experiência mundial e expressam profundo desprezo pelo presidente e seus apoiadores. O grupo Neutro não incorpora um viés político ao expressar suas preocupações: o impacto prático do isolamento social (e.g., rotina, estado mental, importância de lavar as mãos, etc) e o entretenimento virtual.

A análise da estrutura social mostra os Cloroquiners como um grupo mais fechado e altamente conectado, se comparado aos Quarenteners. Nos dois grupos existe uma única comunidade altamente polarizada, sendo a tendência ideológica do primeiro orientada à direita, e do segundo orientada à esquerda, mas de forma menos acentuada e mais diversa. A análise dos influenciadores revelada pelas medidas de centralidade mostram a influência política de esquerda e de direita, como mostra a Figura 6 que os distribui no iGPS. Os Neutros têm como influenciadores jornais e jornalistas considerados neutros.

Com a análise de aspectos psicológicos conclui-se que os grupos polarizados diferem em termos de Preocupações Pessoais e Coesão de grupo, mas mostram-se próximos quando comparados com os Neutros nos aspectos envolvendo Emoções e Complexidade Cognitiva. A negatividade fornece evidências que o posicionamento é marcado pelo descontentamento considerando cada sistema de crenças, e que a baixa complexidade cognitiva influencia mais a percepção sobre a pandemia que a orientação política [Pennycook et al. 2020]. Os Cloroquiners apresentam uma noção de grupo diferenciada.

A análise das fontes de informação mostra que por mais que todos os grupos possuam comportamentos de câmara de eco, os Cloroquiners manifestam de forma acentuada, contando com fontes de informação e opiniões que corroboram as crenças do grupo. O uso de mídias sociais e menções a eles próprios revelam que eles estão menos interessados e abertos a outros pontos de vista. De certa forma, os Quarenteners também reproduzem esse comportamento, pois buscam argumentos externos alicerçados em fatos reconhecidos como verdadeiros e os difundem entre si para validar seus argumentos.

O framework de análise trouxe evidências de que as posturas de cada grupo em relação ao distanciamento social são influenciadas pela orientação política. Os Cloroquiners são o grupo mais polarizado, fortemente orientado para a direita, enquanto que os Quarenteners é orientado à esquerda e mais heterogêneo. Os temas que os diferenciam

refletem a polarização no apoio ou rejeição do presidente e o dilema entre a vida e a economia. Os grupos apresentam muitos aspectos psicológicos comuns, revelando que dão vazão a seu descontentamento. Ambos os grupos polarizados apresentam um comportamento de câmara de eco, porém Cloroquiners de forma mais acentuada, utilizando *tweets* de seu próprio grupo para reforçar e embasar seus argumentos.

4.2. Vacinação

No segundo semestre de 2020 começaram a surgir notícias de vacinas em fases de teste após um acelerado processo de confecção. No Brasil, o presidente, governadores e prefeitos começaram a negociar com farmacêuticas para aquisição de lotes de vacinas futuras, bem como de medicamentos que supostamente permitiriam um tratamento precoce ao vírus. Enquanto o presidente apostou no tratamento precoce, governadores tentaram negociações diretas com empresas farmacêuticas para aquisição de vacinas. O período de negociações foi marcado por declarações de ambos os lados sobre a eficácia e risco de cada opção. João Dória, governador de São Paulo, investiu na vacina Coronavac, uma parceria entre o Instituto Butantan e a farmacêutica chinesa Sinovac. Como possíveis rivais na eleição presidencial de 2022, Jair Bolsonaro minou repetidamente os esforços de Dória relacionados à imunização⁶. O embate entre os dois foi intenso nas redes sociais. Detalhes deste estudo de caso são encontrados em [Ebeling et al. 2022].

Usando a abordagem proposta na Seção 3.1, encontramos *hashtags* que descrevem grupos com posicionamentos a favor (*Pro-vaxxers*) e contra (*Anti-vaxxers*) a vacinação, além de um grupo Neutro. Contudo, notamos a utilização de muitas *hashtags* específicas à vacina Coronavac, então decidimos considerar um grupo à parte para estudar seu comportamento particular (*Anti-sinovaxxers*). A Tabela 2 apresenta os dados coletados para este estudo de caso, coletados entre 1º de janeiro de 2020 a 1º de abril de 2021.

A partir do cálculo do IPP dos grupos referentes a estudo de caso, expresso no boxplot da Figura 5.(b), nota-se uma evidente tendência dos grupos anti-vacina na direita ideológica, e do grupo Pro-vaxxers à esquerda. Também observa-se a distribuição de forma proporcional dos Neutros em ambos os lados políticos. Comprova-se a partir do cálculo do IPP que as resistências à vacinação não estão ligadas apenas a inseguranças e crenças pessoais sobre sua eficácia, mas têm no Brasil, no caso da COVID-19, um forte componente político. Nos movimentos contrários à vacinação, há uma polarização mais extremista no grupo específico contra a dita “vacina chinesa”, podendo apontar um apoio massivo a Bolsonaro e rejeição a João Dória, que tentou-se promover politicamente com a Coronavac. Os Anti-vaxxers possuem polarização à direita também, mas de forma menos acentuada, levemente espelhada à distribuição dos Pro-vaxxers.

A análise geral dos tópicos, e específica dos argumentos, confirma que há uma discussão política que permeia o apoio/oposição à vacina. O grupo Pro-vaxxer elogia a ciência e o SUS, demonstra alegria e ansiedade quanto à vacinação, e critica fortemente o governo central pela falta de vacinas. Neutros apresentam um comportamento pró-vacina mais moderado, exaltando o início da vacinação e a ciência, sem os ataques dos Pro-vaxxers. Já os Anti-vaxxers desconfiam da vacina, defendem a liberdade individual, demonstram raiva em relação à vacinação obrigatória (Supremo Tribunal Federal - STF, governadores), e exaltam o Presidente. Os Anti-sinovaxxers reforçam seu posicionamento com questionamentos conspiratórios quanto à “origem chinesa” da vacina, críticas à Dória

⁶<https://brasil.elpais.com/brasil/2021-05-06/butantan-afirma-que-ataques-de-governo-bolsonaro-a-china-ja-atrapalham-vacinacao.html>

e ao STF, e elogios ao presidente, o que explica que a mediana do IPP deste grupo é muito superior quando comparado ao dos Anti-vaxxers.

Novamente encontramos indícios de que a polarização política afeta a estrutura das redes sociais. Os grupos dos Anti-vaxxers e Anti-sinovaxxers são mais densamente conectados quando comparadas aos Pro-vaxxers. Todos os grupos têm duas comunidades polarizadas, uma apenas com políticos de direita seguidos, e outra com políticos de esquerda. Em geral, enquanto um atua como uma bolha fechada, reforçando crenças, o outro é composto de usuários pré-dispostos a perfurar a bolha para refutar ideias. Comparativamente, todas as comunidades polarizadas de direita são mais densas e conectadas quando comparadas às de esquerda, e a comunidade polarizada de esquerda apresenta maior pré-disposição a discutir e rebater ideias. Nos grupos anti-vacina há forte influência de políticos (e.g. ministros do governo) e de jornalistas de extrema-direita, enquanto nos Pro-vaxxers há uma mescla de políticos, divulgadores de ciências, e jornalistas/portais.

Os grupos apresentam aspectos psicológicos característicos, mas não identificamos todos padrões do estudo de caso da vacinação. Não há uso diferenciado das palavras que caracterizam o Sentido de Grupo. Em relação às preocupações, observamos o foco dos pró-vacinação na saúde e anti-vacinação na morte. Em comparação com os Neutros, todos os grupos polarizados expressam taxas mais altas de raiva, confirmando que a defesa de seus pontos de vista decorre do descontentamento. Os Pro-vaxers também exibem ansiedade. Os Neutros apresentam maior nível de Complexidade Cognitiva, trazendo mais evidências que a baixa sofisticação cognitiva influencia mais a percepção da pandemia do que a orientação política [Pennycook et al. 2020].

Observa-se que todos os grupos possuem certa preocupação com a veracidade das informações e propagam grande proporção de links de portais de notícias para defender seus pontos de vista, porém ainda assim há um fluxo de proporção equivalente originado das redes sociais. Todos os grupos possuem um comportamento de câmara de eco, mencionando mais *tweets* de seu próprio grupo e de políticos alinhados com sua ideologia, configurando indícios de que há pouca abertura para discussões de visões diferentes.

A análise deste estudo de caso utilizando o framework confirma que há influência da polarização política nas posturas de vacinação expressas por brasileiros no Twitter. Os grupos posicionados contra a vacinação são orientados à direita, e o grupo pró-vacina, à esquerda. Nossos resultados, focados na COVID-19 e no Brasil, se diferenciam de estudos sobre comportamento anti-vacina no mundo [Hornsey 2018], que excluem a influência política. O grupo dos anti-sinovaxxers, o mais à direita, reflete o apoio/antagonismo a dois candidatos às eleições presidenciais de 2022 que exploram suas ideias quanto à imunização COVID-19 como plataforma eleitoral. Anti-vaxxers e Pro-vaxxers se espelham em relação à polarização política, e as preocupações expressas divergem sobre a importância da imunização coletiva. As comunidades polarizadas orientadas para a direita dos grupos anti-vacinação são mais densamente conectadas, onde os influenciadores são predominantemente políticos. Um efeito de câmara de eco foi observado em todos os grupos, propagando ideias alinhadas com seus próprios pontos de vista.

5. Conclusões

Propusemos um framework para análise do comportamento no Twitter baseado na polarização política de grupos de usuários. Os recursos analíticos propostos fornecem um meio para compreender o comportamento a partir de cinco perspectivas diferentes, mas complementares. Combina de forma inovadora diferentes técnicas computacionais: uma

métrica para medir a polarização dos grupos, uma abordagem híbrida de modelagem de tópicos, análise de uma rede social baseada em métricas topológicas de rede e comunidades, caracterização de aspectos psicológicos segundo estilos de escrita e identificação de fontes de informação disseminadas nas redes.

O framework nos permitiu analisar o viés político em dois estudos de caso ligados à pandemia, onde encontramos padrões comuns. Usuários com posturas anti-isolamento/vacinação são orientados à direita, formam grupos mais conectados, preocupam-se com a economia e a escolha individual e têm prioritariamente políticos como influenciadores. Grupos de esquerda endossam a vacinação e o isolamento social e se preocupam com a vida. Em comum, grupos de direita e esquerda entrelaçam seus argumentos com apoio/críticas ao então Presidente, possuem estruturas sociais que promovem câmara de eco, espalham ideias alinhadas com suas crenças, expressas em um estilo que revela descontentamento e baixa cognição.

As análises com o framework proposto estão sujeitas a ameaças de validade dos estudos. Uma ameaça é o uso de *hashtags* para formar os grupos, uma vez que podem não representar (toda) a população alvo. Mitigamos esse risco propondo um processo de *snow balling* para identificar *hashtags* frequentes. Outra ameaça é que os *tweets* possam ser inseridos falsamente no contexto de uma *hashtag* porque refutam uma ideia representada por ela (falsos positivos), por exemplo, uma resposta crítica que menciona o *tweet* original. O número de falsos positivos em cada grupo é pequeno e não deve afetar os padrões gerais identificados. Além disso, podem ser identificados usando a técnica de modelagem de tópicos BERTopic, mais refinada. Outra ameaça é a escolha de políticos para cálculo da polarização, mitigada pelo uso do iGPS, baseado em um modelo estatístico consolidado [Barberá et al. 2015]. Finalmente, existem ameaças relacionadas ao próprio Twitter, pois sua audiência pode não representar características da população em geral.

Focado inicialmente na pandemia, acreditamos que este framework auxilie na compreensão de grupos com posicionamentos em temáticas diversas, à base das agendas de partidos, como direitos trabalhistas, aborto, preservação da natureza, etc. Dados podem ser coletados sobre grupos conforme *guidelines* da Seção 3.1, e a aplicação do framework pode ajudar a entender esses fenômenos, fornecendo insights para acelerar estudos sociais e programas e políticas para construção de consenso e comunidade. Os padrões de comportamento observados possibilitariam a compreensão dos problemas subjacentes e avançar na construção de pontes de comunicação.

Pretendemos continuar o desenvolvimento do framework de forma geral, estudando formas de aprofundar as dimensões já existentes, assim como explorar novos aspectos de análise. Pretendemos a) expandir os aspectos psicológicos traçados; b) explorar novas métricas de polarização política; c) abordar as diferentes formas de dispersão da informação nas redes. Como novas análises almejamos estudar a mudança de polarização dos usuários ao longo do tempo para identificar características diferentes, assim como fatos que impactam na mudança de crenças ideológicas. Também gostaríamos de desenvolver outros estudos de caso, bem como desenvolver um ambiente completo que permitisse as análises descritas.

Agradecimentos: Este presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, e da FAPERGS (19/2551-0001862-2).

Referências

- Barberá, P., Jost, J. T., Nagler, J., Tucker, J. A., and Bonneau, R. (2015). Tweeting from left to right: Is online political communication more than an echo chamber? *Psychological Science*, 26(10):1531–1542. PMID: 26297377.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., and Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. 3:993–1022.
- Bramson, A., Grim, P., Singer, D. J., Fisher, S., Berger, W., Sack, G., and Flocken, C. (2016). Disambiguation of social polarization concepts and measures. *The Journal of Mathematical Sociology*, 40(2):80–111.
- Bruine de Bruin, W., Saw, H.-W., and Goldman, D. P. (2020). Political polarization in us residents’ covid-19 risk perceptions, policy preferences, and protective behaviors. *Journal of Risk and Uncertainty*, 61(2):177 – 194.
- Burki, T. (2020). The online anti-vaccine movement in the age of covid-19. *The Lancet Digital Health*, 2(10):e504 – e505.
- Curiel, R. P. and Ramírez, H. G. (2020). Vaccination strategies against covid-19 and the diffusion of anti-vaccination views. arXiv. 2009.13674.
- De Choudhury, M., Jhaver, S., Sugar, B., and Weber, I. (2016). Social media participation in an activist movement for racial equality. In *Proc. of the 10th Intl. Conf. on Web and Social Media (ICWSM)*, pages 92–101.
- Demszky, D., Garg, N., Voigt, R., Zou, J., Shapiro, J., Gentzkow, M., and Jurafsky, D. (2019). Analyzing polarization in social media: Method and application to tweets on 21 mass shootings. In *Proc. of the 2019 Conf. of the North American Chapter of the ACL: Human Language Technologies*, pages 2970–3005.
- Ebeling, R. (2021). Um framework para análise de comportamento de grupos baseado an polarização política aplicado ao contexto da covid-19. Master’s thesis, Programa de Pós-Graduação em Computação - Instituto de Informática. UFRGS.
- Ebeling, R., Córdova Sáenz, C. A., Nobre, J., and Becker, K. (2021). The effect of political polarization on social distance stances in the brazilian covid-19 scenario. *Journal of Information and Data Management*, 12(1).
- Ebeling, R., Nobre, J., and Becker, K. (2023). A multi-dimensional framework to analyze group behavior based on political polarization. *Expert Systems with Applications (aceito para publicacao em maio 2023 - em produção)*.
- Ebeling, R., Sáenz, C., Nobre, J., and Becker, K. (2020a). Quarenteners vs. cloroquiners: a framework to analyze the effect of political polarization on social distance stances. In *Anais do VIII Symposium on Knowledge Discovery, Mining and Learning*, pages 89–96, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Ebeling, R., Sáenz, C., Nobre, J., and Becker, K. (2022). Analysis of the influence of political polarization in the vaccination stance: the brazilian covid-19 scenario. *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, 16.
- Ebeling, R., Sáenz, C. A. C., Nobre, J., and Becker, K. (2020b). Quarenteners vs. chlo-roquiners: A framework to analyze how political polarization affects the behavior of groups. In *Proc. of the 2020 Conf. on Web Intelligence Conference (WI-IAT)*.
- Garcia, K. and Berton, L. (2021). Topic detection and sentiment analysis in twitter content related to covid-19 from brazil and the usa. *Applied Soft Computing*, 101:107057.

- Garimella, V. and Weber, I. (2017). A long-term analysis of polarization on twitter. In *Proc. of the 11th Intl. Conf. on Web and Social Media (ICWSM)*, pages 528–531.
- Gennaro, G. and Ash, E. (2021). Emotion and Reason in Political Language. *The Economic Journal*, 132(643):1037–1059.
- Gerbaudo, P., Marogna, F., and Alzetta, C. (2019). When “positive posting” attracts voters: User engagement and emotions in the 2017 uk election campaign on facebook. *Social Media + Society*, 5(4):2056305119881695.
- Grootendorst, M. (2020). Bertopic: Leveraging bert and c-tf-idf to create easily interpretable topics.
- Havey, N. F. (2020). Partisan public health: how does political ideology influence support for COVID-19 related misinformation? *Journal of Comp. Social Science*, 3(2):319–342.
- Hornsey, M. J., H. E. A. . F. K. S. (2018). The psychological roots of anti-vaccination attitudes: A 24-nation investigation. *Health Psychology*, 37(4):307–315.
- Jiang, J., Chen, E., Yan, S., Lerman, K., and Ferrara, E. (2020). Political polarization drives online conversations about covid-19 in the united states. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2(3):200–211.
- Lelkes, Y. (2016). Mass Polarization: Manifestations and Measurements. *Public Opinion Quarterly*, 80(S1):392–410.
- Makridis, C. and Rothwell, J. T. (2020). The real cost of political polarization: Evidence from the covid-19 pandemic. *Covid Economics*, (34):50–87.
- Ordun, C., Purushotham, S., and Raff, E. (2020). Exploratory analysis of covid-19 tweets using topic modeling, umap, and digraphs. arxiv:2005.03082.
- Pennycook, G., McPhetres, J., Bago, B., and Rand, D. (2020). Predictors of attitudes and misperceptions about covid-19 in canada, the UK, and the USA. doi:10.31234/osf.io/zhjqp.
- Rao, A., Morstatter, F., Hu, M., Chen, E., Burghardt, K., Ferrara, E., and Lerman, K. (2020). Political partisanship and anti-science attitudes in online discussions about covid-19. *CoRR*, abs/2011.08498.
- Sha, H., Hasan, M. A., Mohler, G. O., and Brantingham, P. J. (2020). Dynamic topic modeling of the COVID-19 twitter narrative among U.S. governors and cabinet executives. *CoRR*, abs/2004.11692.
- Stieglitz, S. and Dang-Xuan, L. (2013). Social media and political communication: a social media analytics framework. *Social network analysis and mining*, 3(4):1277–1291.
- Tausczik, Y. R. and Pennebaker, J. W. (2010). The psychological meaning of words: Liwc and computerized text analysis methods. *Journal of Language and Social Psychology*, 29(1):24–54.