



Relatório Trabalho Final de Programação Matemática

Mitigação de Fake News

Luiz Filipe Bartelega Penha
Vitor Pires Zini

2025

1. Introdução

1.1. Descrição do problema

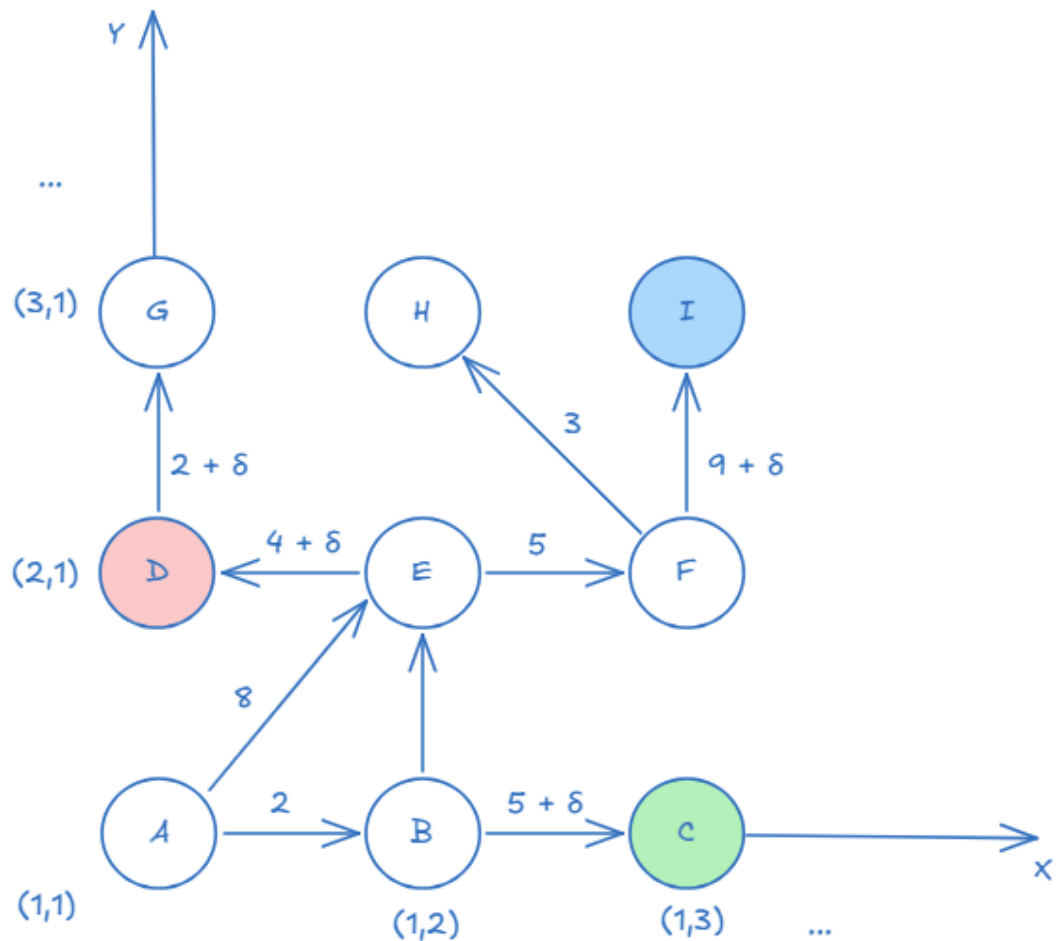
As fake news são informações falsas ou enganosas apresentadas como notícias verdadeiras, disseminadas principalmente por meio das redes sociais e outras plataformas digitais. Essas notícias frequentemente apelam para o emocional do leitor, utilizando títulos sensacionalistas para atrair atenção e incentivar o compartilhamento sem a devida verificação da veracidade do conteúdo.

As consequências das fake news são diversas e podem ser bastante graves. Elas podem influenciar processos democráticos, como eleições, ao manipular a opinião pública, causar pânico ou desinformação em situações de crise, prejudicar a reputação de indivíduos ou organizações, e até mesmo impactar a saúde pública, como observado durante a pandemia de COVID-19, onde informações falsas sobre tratamentos e vacinas se espalharam amplamente.

O combate às fake news é um desafio complexo que requer a colaboração de diversos setores da sociedade. Isso inclui a educação da população para o consumo crítico de informações, o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas para detectar e limitar a disseminação de notícias falsas.

2. Formulação

Figura 1.0: “Representação gráfica do problema”



Fonte: Elaborado pelos estudantes

Na figura 1, pode-se observar uma representação da grade, elemento que representa as instâncias do problema, contendo vértices que representam os servidores, arestas que representam os enlaces de comunicação entre os servidores e os pesos das arestas que representam o tempo de envio da Fake News pelo enlace. Além disso, é possível analisar que existe um valor delta acrescentado aos enlaces que comunicam servidores que possuem algum recurso alocado (vértices coloridos).

2.1. Conceituação do problema

Inspirados por essa necessidade de ação, desenvolvemos uma solução que alia técnicas avançadas de otimização a modelos de propagação em redes. Usamos duas abordagens, uma baseada em modelos inteiros com a utilização do GUROBI e a linguagem Python e a outra abordagem foi utilizando a metaheurística de Busca Local Iterada (ILS) também utilizando Python, ambas visam otimizar a alocação de recursos em servidores para retardar a disseminação das fake news.

2.2. Contexto Teórico-Metodológico

O problema concentra-se na mitigação dos efeitos da propagação de fake news, com foco na redução do número de servidores afetados por notícias falsas em um tempo menor ou igual a T . A abordagem teórica parte da modelagem da rede de comunicação como uma grade regular de servidores conectados por arestas (enlaces), onde cada conexão possui um tempo de propagação. A metodologia empregada envolve a introdução de recursos que, quando alocados a determinados servidores, aumentam o tempo de propagação (por meio de um atraso δ) e, assim, retardam a disseminação da desinformação.

2.3. Modelo de Programação Inteira

Figura 1.1: “Variáveis do modelo”

Modelagem de Programação Inteira:

Variáveis:

Variável que indica se o servidor foi contaminado ou não
 $x_i \in \{0,1\}$, $\forall i = 1, \dots, n$

Variável que indica se o enlace foi contaminado ou não
 $y_{uv} \in \{0,1\}$, $\forall (u,v) \in E$

Variável que indica se um recurso foi aplicado no servidor ou não
 $z_i \in \{0,1\}$, $\forall i = 1, \dots, n$

Fonte: Elaborado pelos estudantes

Figura 1.2: “Função Objetivo do Modelo”

Função Objetivo:

Minimizar: $F(x)$: $x_1 + x_2 + \dots + x_n$

Fonte: Elaborado pelos estudantes

Figura 1.3: “Restrições do Modelo”

Restrições:

- 1) Um enlace só pode estar ativo se seu servidor de origem estiver contaminado:
$$Y_{uv} \leq X_u \quad \forall (u,v) \in E$$
- 2) Um servidor só pode ser contaminado se pelo menos um enlace que chega nele estiver ativo:
$$X_v \geq Y_{uv} \quad \forall (u,v) \in E$$
- 3) Tempo de propagação total deve ser maior ou igual a T:
$$\sum Y_{uv} \cdot t_{uv} \geq T$$
- 4) Cada servidor pode receber no máximo um recurso:
$$\sum Z_i \leq \text{limite_recursos}$$
- 5) O tempo de propagação pode ser aumentado por recursos:
$$t_{uv} + \delta \cdot R_u \geq t_{uv} \quad \forall (u,v) \in E$$

Fonte: Elaborado pelos estudantes

2.4. Metaheurística - Busca Local Iterada

A Busca Local Iterada (ILS) é uma metaheurística que visa melhorar os resultados obtidos por métodos de busca local tradicionais, os quais muitas vezes ficam presos em ótimos locais. Essa abordagem inicia com uma solução inicial e aplica um processo de intensificação, onde são exploradas de maneira sistemática as vizinhanças da solução corrente para encontrar melhorias incrementais. O uso de operadores de vizinhança, como a troca, permite a exploração detalhada de regiões promissoras do espaço de soluções, buscando reduzir o valor da função objetivo.

No entanto, a busca local tende a convergir para ótimos locais, que podem ser muito distantes do ótimo global. Para superar essa limitação, a ILS incorpora uma fase de perturbação, que introduz modificações de maior magnitude na solução corrente. Essa perturbação permite que a busca local reinicie em uma região diferente do espaço de soluções. Dessa forma, a diversificação é promovida, aumentando a probabilidade de encontrar soluções melhores.

Em síntese, a ILS equilibra a intensificação e a diversificação por meio de ciclos iterativos, onde cada ciclo é composto por uma fase de refinamento local seguida por uma fase de perturbação estratégica. Esse método é especialmente eficaz em problemas de otimização combinatória, onde o espaço de soluções é vasto e repleto de ótimos locais. O resultado é uma abordagem robusta e flexível, capaz de oferecer soluções de alta qualidade mesmo em cenários complexos e desafiadores.

2.5. Busca Local Iterada aplicada na resolução do problema proposto

Inicialmente, o algoritmo gera uma solução inicial aleatória, onde um conjunto de servidores (representados como nós em uma grade) recebe recursos de proteção. Esses recursos têm a função de aumentar o tempo necessário para a propagação das fake news, aplicando um atraso δ na transmissão a partir dos nós protegidos. O

O algoritmo simula a propagação utilizando o algoritmo de Dijkstra, determinando quantos servidores são afetados dentro de um tempo limite T . Esse processo de avaliação leva em consideração não apenas a escolha dos nós protegidos, mas também a restrição de que o recurso só está disponível de acordo com os grupos de disponibilidade de recursos.

Quando a busca local, baseada em pequenas alterações (como a troca de um nó protegido por outro não protegido), não consegue mais melhorar a solução, o algoritmo aplica uma fase de perturbação. Essa etapa introduz mudanças mais significativas na configuração atual, permitindo que a busca escape de possíveis ótimos locais e explore novas regiões do espaço de soluções.

3. Descrição da solução

Figura 1.4: “Pseudocódigo do ILS aplicado”

```
1 -> Solução Inicial  
2 -> Enquanto ( critério )  
    2.1 -> Busca Local  
    2.2 -> Perturbação  
    2.3 -> Critério de aceitação
```

Fonte: Elaborado pelos estudantes

A implementação da metaheurística foi realizada em Python, utilizando estruturas de dados eficientes para representar o problema. A entrada do algoritmo consiste nos parâmetros da instância, que incluem o número de servidores, o tempo total disponível para a propagação da fake news, a quantidade total de recursos e os instantes em que subconjuntos desses recursos são disponibilizados, o tempo de atraso proporcionado pelos recursos, bem como o conjunto de enlaces e o tempo de transmissão (broadcast) de cada enlace. Com esses dados, o grafo que representa a rede de servidores é construído e os parâmetros que regem a propagação e a proteção são definidos.

Em seguida, são definidos os parâmetros para a execução da metaheurística ILS, tais como: o número máximo de iterações, o número de perturbações a serem realizadas por iteração e a semente de aleatoriedade do algoritmo. Após a configuração dos parâmetros, inicia-se a execução conforme o fluxo descrito no pseudocódigo da Figura 1.4. A solução inicial é composta por um conjunto aleatório de servidores que receberão um recurso, a qual é avaliada e armazenada como a melhor solução atual. Durante o ciclo de execução da ILS, realiza-se primeiramente uma busca local, na qual um servidor da solução é removido e outro, que não estava presente, é adicionado. A nova solução é então avaliada e, se for melhor que a atual, a melhor solução é atualizada. Se não houver melhoria, o algoritmo aplica uma perturbação na solução atual, de forma mais intensa do que a busca local, através

da geração de múltiplos novos candidatos, conforme definido pelo parâmetro de perturbação. Caso essa perturbação resulte em uma solução melhor, a solução atual é atualizada; caso contrário, a solução permanece inalterada, e o algoritmo segue para a próxima iteração. Essa abordagem, aliada ao uso de uma semente para a aleatoriedade, garante a geração de novas soluções e evita ciclos infinitos em ótimos locais. Ao atingir o número máximo de iterações, o algoritmo imprime a melhor solução encontrada, exibindo os servidores candidatos a receber os recursos e o número de servidores afetados com essa configuração.

4. Resultados obtidos

A tabela apresenta os resultados da execução do algoritmo de Busca Local Iterada (ILS) para diferentes sementes de aleatoriedade. Cada coluna de fn1 a fn10 representa uma instância diferente do problema, e cada linha contém os valores obtidos para diferentes sementes. As cinco primeiras linhas mostram o número de servidores afetados em cada execução do algoritmo para cada instância. Em seguida, há a linha com a média dos servidores afetados em todas as execuções para cada instância. A linha "Valor de referência" apresenta um valor de comparação.

Já a última linha, denominada "Diferença", representa a diferença entre a média de servidores afetados e o valor de referência. Como o objetivo do problema é minimizar a disseminação de fake news, valores positivos nessa diferença indicam que o algoritmo teve um desempenho pior do que o valor de referência, enquanto valores negativos não fazem sentido, pois indicam que a solução encontrada é melhor que o valor de referência.

seed	fn1	fn2	fn3	fn4	fn5	fn6	fn7	fn8	fn9	fn10
51	233	178	257	230	224	217	184	249	235	240
59	208	130	233	281	250	215	175	211	242	244
70	231	202	245	267	308	244	184	233	259	293
79	223	129	258	293	296	233	133	235	299	275
89	251	164	259	302	312	257	134	252	290	296
Média de servidores protegidos	242	171	258	266	268	237	159	250	262	268
Valor de referência	189	190	207	216	226	196	196	213	226	235
Diferença	53	-19	51	50	42	41	-37	37	36	33

Os resultados apresentados para as instâncias fn2 e fn7 indicam quantidades de servidores afetados que são inferiores aos valores de referência, ou seja, os números obtidos são menores do que o esperado. Como o objetivo do algoritmo é minimizar a quantidade de servidores afetados por fake news, valores menores são desejáveis. No entanto, neste caso, esses valores extremamente baixos para fn2 e fn7 não fazem sentido, pois estão abaixo do limite considerado esperado.

Essa discrepância indica que há um problema na implementação ou na avaliação do algoritmo para essas instâncias, o que compromete a confiabilidade dos resultados. Portanto, é necessário revisar o código e a metodologia empregada na função de avaliação ou na propagação da fake news, para corrigir possíveis erros e garantir que os valores reportados reflitam corretamente o desempenho do algoritmo.

5. Conclusão

Portanto, foram desenvolvidas diferentes abordagens para a resolução do problema, sendo uma baseada em programação inteira e outra em uma metaheurística de busca local iterada. Embora a modelagem por programação inteira tenha sido elaborada, sua implementação não foi realizada, o que direcionou o foco do trabalho para a resolução via metaheurística. Foram realizadas análises detalhadas dos resultados obtidos, considerando diferentes

parâmetros de partida e configurações do algoritmo, com o objetivo de identificar pontos fortes e limitações da abordagem proposta e, assim, orientar possíveis aprimoramentos futuros na solução para o controle da propagação de fake news.

Finalmente, os resultados obtidos demonstram que, embora o algoritmo de Busca Local Iterada tenha mostrado potencial na redução da quantidade de servidores afetados por fake news, ainda há margem para melhorias. Os testes indicam que, em determinadas instâncias, os valores alcançados estão abaixo dos valores de referência, o que evidencia inconsistências na implementação e ressalta a necessidade de refinamento das estratégias de avaliação e perturbação.

Portanto, é imprescindível realizar ajustes tanto na metodologia quanto na execução do algoritmo, com especial atenção ao tratamento das restrições, à alocação dos recursos e à estratégia de perturbação, de modo a aproximar os resultados dos valores de referência e garantir a robustez e eficácia da solução no controle da propagação de fake news. Essas melhorias são fundamentais para assegurar que o desempenho do algoritmo reflita com precisão o comportamento esperado em ambientes reais, contribuindo para a mitigação dos impactos negativos da disseminação de informações falsas.

6. Bibliografia

BRASIL ESCOLA. O que são fake news? Disponível em: <https://brasile escola.uol.com.br/curiosidades/o-que-sao-fake-news.htm>.

GOMES. UNICAMP [PDF], s.d. Disponível em: <https://www.ime.unicamp.br/~chico/mt852/slidesils.pdf>.

ALINE SILVA DE LIMA. Algoritmo ILS - Problema de Alocação de Salas. YouTube, 17 jan. 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AmGSUAvvJN4>

TELLES, Gustavo. ILS - Busca Local Iterada. YouTube, 23 ago. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=j1G-CUcA6qY>