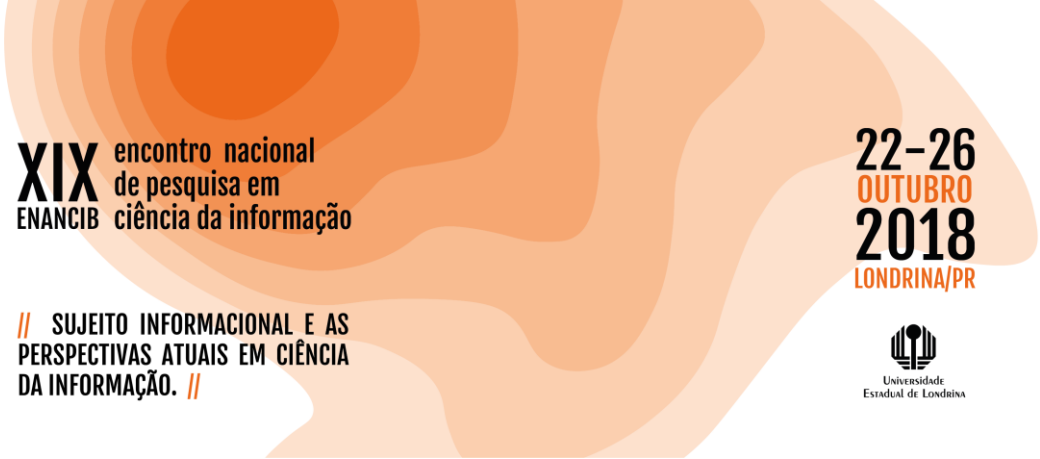




XIX encontro nacional
de pesquisa em
ENANCIB ciência da informação

// SUJEITO INFORMACIONAL E AS
PERSPECTIVAS ATUAIS EM CIÊNCIA
DA INFORMAÇÃO. //

22-26
OUTUBRO
2018
LONDRINA/PR



XIX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO – ENANCIB 2018

GT-8 – Informação e Tecnologia

REVELANDO INFORMAÇÃO OCULTA: REDES CRIMINAIS DE MUNDO PEQUENO ENTRE NÓS

Manoel Camilo de Sousa Netto

Adilson Luiz Pinto

REVEALING HIDDEN INFORMATION: SMALL WORLD CRIMINAL NETWORKS BETWEEN US

Modalidade da Apresentação: Pôster

Resumo: O trabalho ora apresentado releva o aumento contemporâneo dos fluxos informacionais, inclusive os criminais. Destaca que as redes ilegais e obscuras do crime organizado coabitam e se comunicam com redes legais e evidentes. Conceitua redes de mundo pequeno. Cogita a hipótese de que os dados armazenados em redes de sistemas corporativos possam qualificar-se como redes de mundo pequeno, apontando os critérios e os conceitos necessários à sua caracterização. Em seguida, realiza o estudo de dados extraídos de sistemas corporativos aplicados à uma operação policial, concluindo que atendem todos os critérios para qualificação como uma rede de mundo pequeno. Aponta ainda vantagens em que tais dados sejam manipulados como uma rede em uma investigação criminal. Ilustra um cenário recorrente de fraudes em licitações quando denúncias de crime são levadas ao conhecimento da polícia com dados mínimos iniciais. Propõe, nesse cenário, que estes dados mínimos sejam fixados como pontos de partida para uma expansão que produza um grafo gerado até de n graus de separação dos dados iniciais. Exibe o resultado dessa expansão como um grafo visual e aplica um leiaute circular para indicar como esse cenário de fraude em licitação se assemelha visualmente a uma rede de mundo pequeno, onde atalhos encurtam caminhos drasticamente. Conclui que esse método causa melhoria da cognição investigativa ao policial que tenta elucidar uma denúncia criminal.

Palavras-Chave: Crime; Redes; Investigação; Rede de Mundo Pequeno.

Abstract: The work presented here highlights the contemporary increase in information flows, including crime. It points out that illegal and obscure networks of organized crime cohabit and communicate with legal and self-evident networks. Conceptualize small world networks. It assumes that the data stored in networks of corporate systems can qualify as small world networks, pointing out the criteria and concepts necessary for their characterization. It then performs the study of data extracted from corporate systems applied to a police operation, concluding that they meet all criteria for qualification as a small world network. It further points out advantages in that such data being manipulated as a network in a criminal investigation. It illustrates a recurring scenario of bid rigging

when criminal allegations are brought to the attention of the police with initial minimum data. It proposes, in this scenario, that these minimum data be set as starting points for an expansion that produces a graph generated up to n degrees of separation of the initial data. Displays the result of this expansion as a visual graph and applies a circular layout to indicate how this scenario of bidding fraud visually resembles a small world network, where shortcuts shorten paths dramatically. It concludes that this method improves investigative cognition to the police officer who tries to elucidate a criminal complaint.

Keywords: Crime; Networks; Investigation; Small-World Networks.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade pós-moderna testemunha uma profusão de metamorfoses relativas à intensificação do fluxo informacional. A Era da Informação, em pleno curso, propiciou integração mundial mediante capacidades de processamento, armazenamento e comunicação da informação em fluxos de escalas outrora inconcebíveis. Grande parcela da população global passou a dispor desses fluxos cujo uso, entretanto, nem sempre possui desígnios lícitos. Os integrantes de organizações criminosas, usuários que são desses recursos, constituem empresas, compram imóveis e automóveis, viajam ao exterior, emitem passaportes e contratam pessoas formalmente. Pessoas, eventos, coisas, fatos se interconectam e, mesmo com fins sub-reptícios, o uso dos novos fluxos informacionais assinalam alguns dados como rastros manifestos em sistemas de informação governamentais e empresariais. O trabalho ora proposto visa verificar que alguns desses dados, traços de um mundo criminal obscuro – mas real – formam redes classificadas como de Mundo Pequeno (MILGRAM, 1967, p. 61), embora não sejam investigadas como tal. Sob o viés da Ciência da Informação, o estudo também se propõe a indicar características peculiares dessas redes que, se exploradas, permitem melhorar sobremaneira a cognição sobre as suas interconexões, em especial nas investigações policiais, além de prover navegabilidade investigativa entre nós. A proposta faz jus à publicação porque, a priori, é uma nova forma de tratar relações no âmbito da investigação criminal. Ainda que há anos sob domínio governamental, essas redes de Mundo Pequeno subsistem, sob diversos aspectos, incógnitas ou, quando descobertas, o são usando meios rudimentares, o que sinaliza que a solução ainda não foi adotada nos organismos policiais, em especial no âmbito da Polícia Federal do Brasil.

2 DESENVOLVIMENTO

O trabalho ora apresentado possui um enfoque quali-quantitativo em uma pesquisa exploratória, na medida em que coleta dados de uma investigação policial, analisando-os sobre

alguns aspectos matemáticos que os identificam como Redes de Mundo Pequeno. Ainda, de forma complementar, realiza sua interpretação segundo um contexto da Ciência da Informação e das Ciências Policiais para indicar qual proveito cognitivo poderia ser obtido quando como uma rede esses dados forem tratados.

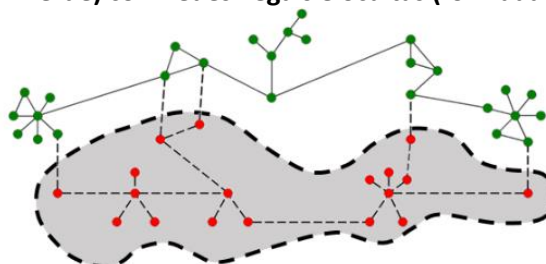
2.1 Redes de Mundo Pequeno

A teoria acerca das redes de mundo pequeno (*The Small World Problem*) foi descrita por Milgram (1967, p. 62), em resposta à seguinte pergunta: dadas quaisquer duas pessoas no mundo, pessoa **X** e pessoa **Z**, quantos links de amizade intermediários são necessários até que **X** e **Z** estejam conectados? Para respondê-la, Milgram utilizou um experimento empírico por meio do qual solicitou que pessoas tentassem encontrar outras por meio do envio monitorado de cartas. Ele concluiu que as conexões intermediárias entre quaisquer duas pessoas são, em média, em torno de pouco mais de cinco passos, o que o levou a concluir que todos estamos ligados em um tecido social muito unido. Posteriormente o imaginário popular denominou a conclusão de Milgram como “Teoria dos Seis Graus de Separação”.

2.2 Redes criminais existem em mundos reais

Organizações criminosas não habitam um mundo virtual. Elas evoluíram e se fortaleceram usando redes ocultas e ilegais, mas subsistem um mundo real, entre entidades legais e visíveis. Isoladamente, as entidades criminais podem parecer compor legalidade, mas o comportamento do todo é diferente daquele expresso pela parte: a posse de um imóvel representa uma ideia, mas se adquirido com recursos oriundos do tráfico de drogas, representará outra. A relação entre redes legais e evidentes com redes ilegais e ocultas é ilustrada pela figura 1.

Figura 1 – Coexistência em um mesmo mundo real da interligação entre redes legais e evidentes (formada por nós em verde) com redes ilegais e ocultas (formada por nós em vermelho)



Fonte: Elaborada pelos próprios autores

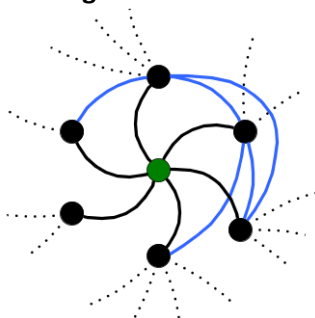
Parte das entidades, tenham elas relação com crimes ou não, subsistem como registros persistentes em bancos de dados de sistemas governamentais acessíveis aos investigadores. Seriam essas redes classificadas como um Mundo Pequeno? Caso positivo, poderiam ser

implementados artifícios para que os investigadores criminais as percorram assim como o fizeram as correspondências que Milgram utilizou em seu experimento: pela travessia de poucos graus de separação. Para obter a resposta, faz-se necessário o entendimento de alguns conceitos prévios sobre grafos, grau de um nó, distribuição de conectividade, tipos de rede e coeficiente de clusterização.

2.3 Grafos, Redes Homogêneas e Redes Heterogêneas

Um ramo da matemática muito utilizado para representar redes é a teoria dos grafos. De forma elementar, um grafo é uma maneira de especificar relações entre itens. Uma definição matemática formal para um grafo foi elaborada Biggs (1996, p. 3), segundo o qual um grafo **G** consiste de três componentes: um conjunto de vértices **Vg**, um conjunto de arestas **Ag** e uma relação de incidência que é um subconjunto de **Vg x Ag**. Um elemento de **Vg** é chamado de vértice (ou nó) e um elemento de **Ag** é chamado de aresta ou ligação. Na figura 1 há dezoito nós vermelhos (círculos) ligados por diversas arestas (retas) a outros nós. A conectividade (ou grau) pode ser entendida como o número de ligações de um nó. A partir dessa definição de conectividade, se pode obter o conceito de distribuição de conectividade, a qual, segundo Almeida (2013, p. 13) representa a fração de nós de uma rede que apresenta conectividade **k**. De forma mais direta, a distribuição de conectividade **P(k)** é a probabilidade de que um dado nó, escolhido ao acaso, tenha conectividade **k**. Tomando como critério a distribuição de conectividade, podemos classificar as redes como de três tipos: (i) Regulares, na qual todos os nós apresentam a mesma conectividade ou grau; (ii) Randômicas, são redes nas quais todos os nós possuem valores de conectividade próximos, com baixa variação de graus, e; (iii) Heterogêneas, caracterizadas por grande amplitude de variação nos valores de conectividade dos nós. Ainda no contexto dos conceitos decorrentes da conectividade, define-se o Coeficiente de Clusterização (**Cc**) de um nó.

Figura 2 - Elementos de um grafo utilizados no cálculo do Cc de um nó



Fonte: Elaborada pelos autores

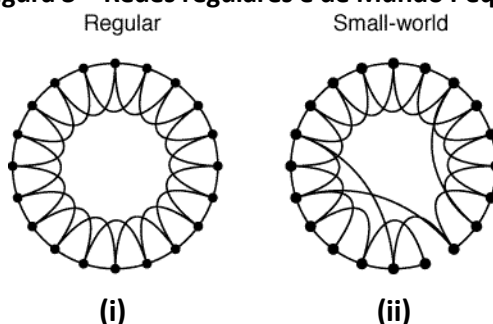
O cálculo desse coeficiente foi descrito por Barabási (2009, p. 42) usando como modelo uma rede social de amigos, na qual o **Cc** de um nó é obtido pela divisão do número efetivo de arestas entre seus amigos pelo número total daquelas que poderiam existir se todos eles fossem amigos entre si. O Coeficiente de clusterização máximo de um nó ocorre quando todas as ligações possíveis foram efetivadas, e é igual a um. Para exemplificar o conceito, considere a figura 2, onde há um nó central (em verde). O primeiro passo do cálculo do **Cc** desse nó é identificar todos os seus vizinhos imediatos (totalizam seis, todos em preto). Em seguida, verificamos quais são todas as possíveis interconexões entre esses vizinhos (quinze ligações, considerados seis nós combinados dois a dois) e, depois, quantas são as conexões existentes de fato (cinco conexões representadas em azul). Dessa forma, conclui-se que o **Cc** do nó central é obtido pela razão entre o total de conexões entre os nós vizinhos pelo seu potencial total de conexões, que resulta no cálculo ilustrado em (1):

$$(5/15) = 1/3 = 0,333333... \quad (1)$$

2.4 Redes de Pequeno Mundo: ocorrência simultânea de alta clusterização local e baixa separação global.

Algumas décadas após Milgram sugerir a existência de redes de Mundo Pequeno, Watts (1999, p. 493) as caracterizou como sendo a ocorrência simultânea de alta clusterização local e baixa separação global, quando descobriu que essas redes não são nem completamente regulares e nem completamente randômicas, mas um misto de ambas. A baixa separação local é criada quando ocorrem algumas ligações randômicas que, ao tempo que não alteram significativamente a clusterização local das redes antes regulares, criam “atalhos” que fazem os graus de separação caírem drasticamente, conforme ilustrado pela figura 3:

Figura 3 – Redes regulares e de Mundo Pequeno



Fonte: Extraído e modificado de Watts (1998, p. 441)

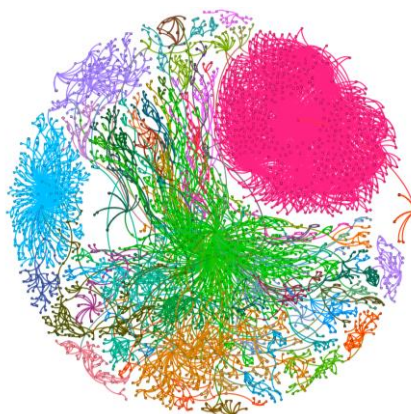
As redes da figura 3 possuem as seguintes características: (i) **Rede regular**: Todos os nós possuem a mesma conectividade; há alta clusterização local, pois todos os vizinhos de um dado nó estão interligados entre si (clusterização máxima e igual a um); para realizar a travessia de

um nó para outro, oposto na circunferência, percorre-se muitos nós intermediários (alto grau de separação); (ii) **Rede Small World** (Mundo Pequeno): O lançamento de algumas arestas randômicas pouco altera a clusterização local, mas faz cair drasticamente a distância entre os nós opostos na circunferência, por conseguinte a travessia entre quaisquer dois nós é realizada em poucos graus de separação, pois essas ligações randômicas funcionam como atalhos. A ocorrência de redes de mundo pequeno perfaz-se, portanto, mediante a ocorrência simultânea de alta clusterização local e baixa separação global.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para caracterizar dados de sistemas corporativos policiais como redes de mundo pequeno faz-se necessário verificar o atendimento aos critérios de alta clusterização local e baixa separação global. Para tanto, foi gerado um grafo com 3.891 nós e 6.249 vértices formados por dados extraídos de sistemas da PF, todos relacionados à uma operação policial (figura 4).

Figura 4 – Dados persistentes em sistemas Oficiais e relacionados a uma Operação da PF



Fonte: Criada pelos autores a partir de dados reais de uma Operação Policial da PF

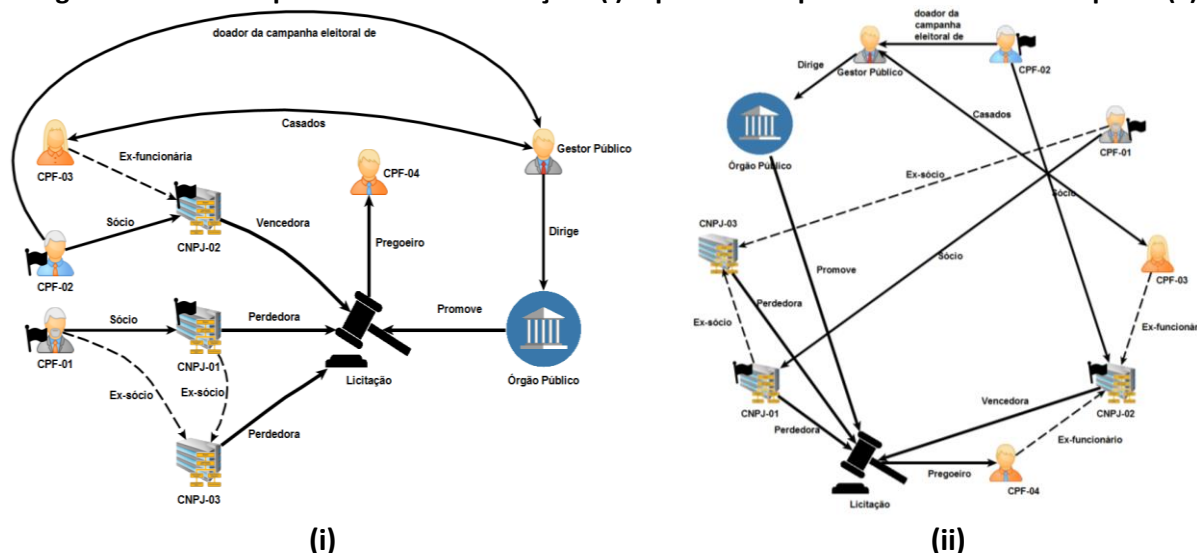
Para verificar se essa rede atende ao critério baixa separação global, foi calculado o caminho médio para se chegar de um nó a qualquer outro, sendo o resultado igual a 5,29 graus de separação. Importante destacar que uma maior variedade e quantidade de dados certamente resultaria em maior número de ligações randômicas sendo adicionadas, o que poderia gerar mais “atalhos” que fazem os caminhos de travessia caírem drasticamente. Diante do fato de que a rede criminal ora estudada é composta por 3.891 nós, cuja distância média entre dois deles é 5,29 passos, considera-se que há baixa separação global e, portanto, o primeiro critério foi atingido. Para averiguar se a rede examinada atende ao critério de alta clusterização local, foram identificados todos os clusters por cores diferentes. Clusters (ou aglomerações) são uma espécie de comunidade de nós mantidos juntos por maiores

coeficientes de clusterização (**Cc**). Os clusters do grafo apresentam, em sua maioria, o **Cc** entre 35% a 96%. Há alta clusterização local e, portanto, o segundo critério foi atingido. Realizadas as devidas verificações, pode-se indicar que se trata de uma rede de mundo pequeno que pode ser navegada como um grafo em uma investigação sem a necessidade do policial consultar diversos sistemas esparsos um-a-um. Essa nova abordagem permitiria que, de forma recursiva e fornecendo alguns nós iniciais como ponto de partida, o investigador pudesse obter, por meio de uma plataforma computacional, um grafo. Assim, conhecer a circunvizinhança dos investigados mediante alguns poucos passos de separação (5,29 passos em média para a rede ora estudada). Empiricamente, é possível idealizar várias possibilidades de aplicação da proposta ora aventada. Por exemplo, um cenário recorrente de fraudes em licitações se caracteriza quando pessoas se associam previamente para encenar uma falsa concorrência, frustrando o obrigatório caráter competitivo. Destarte, para qualquer que seja a empresa vencedora do certame, o mesmo grupo social sagra-se vitorioso. Essas pessoas e empresas – ilicitamente associadas – fazem parte de um mesmo cluster social, visto que dificilmente um grupo age em sinergia criminal sem que haja mútua confiança entre os seus componentes. Nesse contexto, há alta probabilidade desse cluster possuir rastros (nós ou conexões) em sistemas informacionais corporativos e, em consequência, esteja apto a ser representado por um grafo navegável. Para conhecer essa rede, ao receber uma denúncia de crime onde são citados, hipoteticamente, os CPF's¹ de duas pessoas e o CNPJ's¹ de duas empresas, o policial investigador poderia, a partir desses dados preambulares, fixar *n* graus de separação e solicitar que uma plataforma computacional baseada em grafos expanda a rede adjacente até os limites do grau adotado. A figura 5(i) ilustra essa possibilidade para um grau de expansão fixado em até 3 níveis. Os nós marcados com ícones de bandeiras são aqueles previamente conhecidos que constam na denúncia criminal hipotética (CPF's e CNPJ's). A plataforma baseada em grafos, partindo desses nós iniciais, expande a rede adjacente para obter a rede da figura 5(i). Dessa forma, diversas entidades e relações – antes desconhecidas ao contexto – foram adicionadas ao grafo. Isso permite a travessia da circunvizinhança pelo policial e, em consequência, a melhoria da cognição investigativa pela tomada do conhecimento imediato sobre as relações entre entidades. No caso hipotético, uma breve análise do grafo 5(i) aponta indícios de prévia associação dos envolvidos, embora a ocorrência de crime deva, compulsoriamente, ser

¹ CPF é o acrônimo para Cadastro de Pessoas Físicas e CNPJ para Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas

confirmada por outras diligências. A figura 5(ii) revela que a aplicação de um layout circular ao grafo 5(i) fá-lo assemelhar-se à figura 3(ii), ou seja, um cenário típico de uma rede de mundo pequeno onde alguns atalhos randômicos cruzam o grafo e encurtam drasticamente os graus de separação entre quaisquer dois nós da rede.

Figura 5 – Cenário típico de fraudes a licitações (i) representado por Redes de Mundo Pequeno (ii)



Fonte: Elaborado pelos autores

Outro exemplo de como tirar proveito do uso de grafos seria utilizá-los para descobrir os menores caminhos entre dois nós, representem eles duas pessoas, uma pessoa e um imóvel, duas contas bancárias, etc. Sob o viés da Ciência da Informação, tratar os dados armazenados em sistemas corporativos como um grafo de rede de mundo pequeno significaria uma melhoria na aplicação do paradigma cognitivo, pois além de agregar força ao aprendizado visual, todas as funcionalidades e métricas aplicáveis aos grafos poderiam ser utilizadas na aquisição do conhecimento sobre a investigação policial.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maurício Lopes de. **Análise Estatística em Redes Complexas: Propriedades Topológicas, Críticas e Dinâmicas**. 2013. 82f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/16618/1/MauricioLA_TESE.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.

BARABASI, Albert-László. **Linked [conectado] - A Nova Ciência dos Networks**. São Paulo: Editora Leopardo, 2009. 241p.

BIGGS, Norman. **Introduction to Algebraic Graph Theory**. Londres: Cambridge University Press, 1996. 205p.

MILGRAM, Stanley. The Small World Problem. **Psychology Today**, Nova Iorque, v. 1, n. 1, p. 61-67, maio, 1967. Disponível em: <[http://snap.stanford.edu/class/cs224w-readings/milgram67small world.pdf](http://snap.stanford.edu/class/cs224w-readings/milgram67small%20world.pdf)>. Acesso em 10. Jul. 2018.

WATTS, Duncan James. Networks, Dynamics, and the Small-World Phenomenon. **American Journal of Sociology**, v. 105, n. 2, p. 493-527, Set. 1999. Disponível em: <<http://www.math.yorku.ca/~hhuang/math6937-06/watts.pdf>>. Acesso em 10. Jul. 2018.