

ANÁLISE DE RELAÇÕES SUSPEITAS EM LICITAÇÕES NA PARAÍBA BASEADO EM TEORIA DOS GRAFOS

Kalber R. P. Silva¹, Marcus W. A. de Carvalho¹

¹Departamento Ciências Exatas (DCX) – Universidade Federal da Paraíba(UFPB)
Rua da Mangueira, s/n, Companhia de Tecidos - Rio Tinto - Brasil

{kalber.roberto,marcuswac}@dce.ufpb.br

Abstract. *In recent years, brazilian society is expressing increasing interest on politics, and, through laws of information access, the government is gradually making available to the public, a large amount of data in various databases. However, the task of analysing a large amount of public data and generate relevant information can be complex to the common citizen. Therefore, the use of tools in that process is extremely important to extract information and obtain knowledge from this data. Based on graph theory associated with big data, this research aims to find suspicious relationships between companies, people and managers in bidding and election campaigns and find cycles of suspicious relationships between participants and companies in bids with people involved in the public management of the state of Paraíba.*

Resumo. *Nos últimos anos, a sociedade brasileira está manifestando cada vez mais interesse na política. Através de leis de acesso à informação o governo está disponibilizando, de forma gradativa, uma grande quantidade de dados em diversas bases de informação. Porém, analisar grandes quantidades de dados públicos e gerar informações relevantes pode ser uma tarefa complexa para o cidadão comum. Por isso, o uso de ferramentas nesse processo é de extrema importância para o refinamento e obtenção de conhecimento gerados por esses dados. A partir disto, esta pesquisa objetiva, com o uso da teoria de grafos associados a big data, detectar relações suspeitas entre prefeitos, participantes de licitação, doadores de campanhas eleitorais e candidatos, identificando ciclos no fluxo de dinheiro que vai para as empresas através das vitórias em licitações e saem das empresas através de doações de campanhas eleitorais, a fim de possibilitar investigações futuras mais detalhadas de possíveis fraudes em licitações e campanhas eleitorais no estado da Paraíba.*

1

1. Introdução

Nos últimos anos, a participação social no controle da administração pública tem expandido consideravelmente. Com o avanço da tecnologia e o surgimento de leis voltadas à

¹”Trabalho de conclusão de curso, sob orientação do professor Marcus W. A. de Carvalho submetido ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCA) da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de BACHAREL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.”

transparência, novas formas de fiscalização de gastos públicos estão sendo criadas e possibilitando que a população possa atuar de forma mais efetiva neste processo. Desta forma, o cidadão também exerce o controle desse processo, podendo verificar, acompanhar e fiscalizar o exercício do governo com base no interesse público (da Silva Figueiredo and dos Santos, 2013).

Apesar da Lei de Acesso à Informação, nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, ter possibilitado aos cidadãos o acesso a dados públicos, o grande volume de dados e a forma como são ofertados não é favorável ao cidadão comum que queira acompanhar os gastos dos seus gestores públicos. Além disso, os dados são obtidos através de fontes diferentes, onde cada uma possui seu próprio formato, e isso pode aumentar a dificuldade do cidadão para realizar qualquer tipo de controle desses dados.

O ato de extrair informações úteis, sobre os gastos públicos disponíveis pela população, na maioria das vezes, é uma tarefa que não é muito fácil, principalmente se forem indicativos de corrupção, pois a quantidade de dados gerados é imensa, e se torna humanamente impossível a detecção de atitudes fraudulentas. Assim emerge a necessidade de se obter soluções sistemáticas para auxiliar a população na hora de fiscalizar, desta forma se entende que uma solução viável seria a criação de uma estrutura que possibilite a aplicação de técnicas de mineração de dados.

Segundo Hand (2007), mineração de dados é a análise de grandes volumes de dados buscando relacionamentos para que seja possível fazer o seu agrupamento e, a partir disso, se extraia informações úteis para a geração de conhecimento. Com isso, foi criada uma área da computação conhecida como *big data*, que traz uma série de ferramentas e técnicas para o processamento de grandes quantidades de dados (McAfee and Brynjolfsson, 2012).

Que se forem aplicadas em uma base de dados construída a partir dos dados disponibilizados publicamente pelo governo, é possível obter uma grande quantidade de informações que até então não poderiam ser constatadas.

Neste contexto, os bancos de dados orientado a grafos tem se destacado quando se deseja analisar muitos relacionamentos entre diversas entidades. Consultas equivalentes em bancos de dados relacionais teriam uma complexidade muito alta e de difícil entendimento – com muitos *joins* – além de um desempenho tipicamente inferior, um estudo comparativo com dados e consultas semelhantes, diz que um banco relacional, para processar a mesma consulta com a mesma complexidade, leva em torno de 20h onde o banco não relacional leva apenas 300ms (Van Erven et al., 2017). A modelagem de grafos realizada por Araujo and Holanda (2018) é um exemplo de como um banco orientado a grafos pode ser decisivo na obtenção de indicativos de ciclos de fraudes, na velocidade das consultas e na facilidade na visualização dos relacionamentos, mostrando assim que, utilizar um banco de dados de grafos pode ser muito eficiente na detecção de fraudes.

Este trabalho tem como objetivo geral encontrar relações suspeitas entre empresas, pessoas e gestores em licitações e campanhas eleitorais usando modelagem de grafos. Os objetivos específicos do trabalho são:

- analisar empresas que ganharam licitações e fizeram doação para algum candidato que venceu a eleição;
- analisar participantes de licitações que venceram licitações e doaram para candi-

dados que são filiados a partidos que elegeram candidatos dentro dos municípios que venceram as licitações.

- analisar empresas que ganharam várias licitações e doaram para vários candidatos diferentes.

2. Fundamentação Teórica

Nesta seção serão explicados os conceitos básicos e os fundamentos da teoria dos grafos, uma breve descrição sobre banco de dados não relacional e o porquê deles serem mais eficiente que bancos de dados relacional em determinados casos, além de uma breve descrição de processos e entidades que estão relacionadas diretamente com a temática deste trabalho.

2.1. Banco de dados e teoria dos grafos

Grafo é uma estrutura de dados composta por uma coleção de nós (vértices) conectados por relacionamentos (arestas), que tem capacidade de modelar diversos cenários de relacionamentos, podendo viabilizar desde coisas simples até sistemas complexos de recomendação (Robinson et al., 2014).

Um Breve exemplo seria a modelagem de uma rede social, onde um usuário segue o outro, assim como é retratado na figura 1.

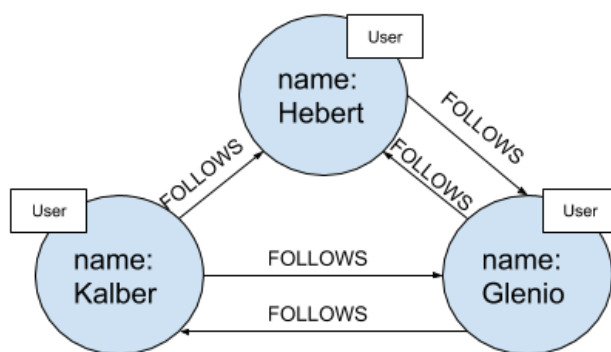


Figura 1. Exemplo de grafo.

De acordo com Lóscio et al. (2011), bancos de dados NoSQL (*Not Only SQL*) surgiram como uma solução para a escalabilidade horizontal, além do armazenamento e processamento de grandes volumes de dados que aumentaram consideravelmente com o avanço da Web 2.0. Essas propostas de bancos NoSQL começaram a ser promovidas por pequenas empresas e por comunidades de software livre. Podemos afirmar também que o modelo tem uma maior flexibilidade perante as propriedades ACID (Atomicidade, Consistência, Isolamento, Durabilidade).

O banco de dados orientado a grafos é composto por entidades(nós ou vértices) e relacionamentos(arestas) e ambas características possuem propriedades distintas ou seja, cada nó ou relacionamento, pode ter n características. Isso o enquadra no modelo de Banco NoSQL por não seguir a abordagem relacional. Porém, ao contrário de outros tipos de banco NoSQL, está ligado diretamente a um modelo de dados pré estabelecido,

intuitivamente chamado de modelo de grafo. Basicamente, ele consiste na representação dos dados através de um grafo dirigido ou uma estrutura que engloba a noção de grafos. As operações realizadas são transformações associadas ao grafo, utilizando os mesmos conceitos de caminhos, que é uma sequência de vértices(nós) conectados por arestas(relacionamentos) sendo eles finitos ou infinitos, e de sub-grafos que é um conjunto de vértices e arestas retirados de um grafo X e são usado para gerar o novo "grafo". Este modelo se torna visivelmente mais interessante quando informações sobre a interconectividade ou a topologia dos dados é mais importante, ou tão importante quanto, os dados propriamente ditos (Angles and Gutierrez, 2008).

2.2. Licitações

Segundo Baldomir (2017), uma licitação é a abertura de um processo pelo qual o poder público faz a contratação ou a compra de serviços. Desta forma, pode-se assegurar a livre concorrência entre os participantes procurando sempre garantir a igualdade de todos perante a lei.

Ainda sobre as modalidades de licitações, Baldomir (2017) fala que existem uma variedade de opções, que descritas aqui abaixo.

- Concorrência: modalidade na qual a seleção é feita entre todos os participantes que se mostraram interessados e aptos a participar.
- Convite: modalidade feita entre no mínimo três interessados do ramo pertinente e o interesse deve ser demonstrado pelo menos 24h antes da apresentação da proposta.
- Tomada de Preços: um cadastro prévio é feito com antecedência cumprindo algumas exigências até o terceiro dia anterior à a data da proposta.
- Concurso: está modalidade é feita através de participantes que se mostraram aptos em trabalhos técnicos, científicos ou artísticos.
- Leilão: venda de bens móveis que não são utilizados pela administração ou produtos legalmente apreendidos ou que foram penhorados para todos os que se mostrarem interessados, oferecido ao que tiver maior lance.
- Pregão: compra de bens e serviços através de propostas em sessão pública, sem considerar o valor.

Dentre essas modalidades, daremos foco na de concorrência, pois temos seu escopo muito aberto e é cheio de variáveis que podem ser analisadas.

3. Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho foi uma pesquisa descritiva, com um estudo quantitativo. Foi desenvolvida um *script* para coleta de dados automática em portais de dados públicos e, posteriormente, realizada uma análise descritiva dos dados com o auxílio de consultas realizadas em um banco de dados de grafos, que dá suporte a algoritmos de análise de relacionamentos com base em teoria dos grafos.

3.1. Fontes de dados

Para obter os dados sobre licitações nos municípios da Paraíba, foi usada a base do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba (TCE-PB²). Esses dados sobre as licitações são

²<http://tce.pb.gov.br/servicos/dados-abertos-do-sagres-tce-pb>

disponibilizados em formato de tabelas com código e nome de unidades gestoras, que são unidades orçamentária ou administrativas que têm o poder de gerir recursos orçamentários e financeiros, número, tipo e modalidade da licitação, além de data, código e tipo do objeto licitado, valor da licitação e um campo de observação. Nos dados referentes a propostas de licitação, os campos disponíveis na tabela são o código nome da unidade gestora, número da licitação, tipo e descrição da modalidade da licitação, número e nome do licitante (pessoa na qual está ofertando a proposta na licitação), a quantidade de itens (disponíveis para negociação), o valor da proposta e a situação caso vencedor, se a proposta for a escolhida e perdedor, se a proposta não for a escolhida.

Se fez necessário também, o uso da base de dados do Tribunal Superior Eleitoral(TSE³), que disponibiliza todas as informações referentes a despesas e receitas de todos os candidatos a eleição do ano de 2016 no Brasil, a listagem de todos os prefeitos eleitos no estado da Paraíba e os dados referentes a prefeituras e unidades gestoras que será usado para uma melhor associação e facilitar na criação do banco.

3.2. Modelagem do banco de dados

Na Figura 2 é apresentado um modelo de grafo que apresenta como serão as entidades(nós/vértice) e os relacionamentos(arestas) e as propriedades de ambos elementos. Com isso é possível descrever como será o comportamento do banco quando os dados estiverem inseridos. Cada nó (nós/vértice) possui propriedades, assim como alguns relacionamentos, o que pode ajudar tanto no refinamento das análises como indicativos de algo que não está correto (fraude). Com o intuito de detectar ciclos fraudulentos, foi feita a modelagem do banco da seguinte forma:

- Unidade Gestora faz parte de um município e realiza uma determinada licitação que possui atributos de id e nome;
- Licitação tem vários atributos próprios que servem de identificação e também recebem proposta de licitante;
- Licitante além de fazer proposta em licitação, pode fazer doação a um candidato ou ele mesmo ser o candidato e também pode doar para partido;
- Candidato pode ser filiado a partido e também pode ser prefeito de município;
- Por fim, município tem unidades gestoras;

A partir desta modelagem de como vai ser estruturado o banco, é possível concluir que varias tabelas e dados diferentes vão precisar serem cruzados para a criação do *dataset*, e como cada nó desse pertence a uma base de dados diferente, a quantidade de dados que vai ser processada será muito grande e com isso, poderíamos detectar vários problemas caso utilizássemos um banco de dados de paradigma SQL, como por exemplo estouro de memória e complexidade alta para as consultas.

3.3. Criação e atualização do sistema de banco de dados

O sistema de banco de dados de grafos usado foi o *Neo4j*⁴, que é referência entre os bancos de dados NoSQL orientados a grafos. Este banco de dados possui uma vasta comunidade e uma documentação bem estruturada e rica em conteúdo, tornando-se escolha

³<http://www.tse.jus.br/eleicoes/estatisticas/repositorio-de-dados-eleitorais-1/repositorio-de-dados-eleitorais>

⁴<https://neo4j.com>

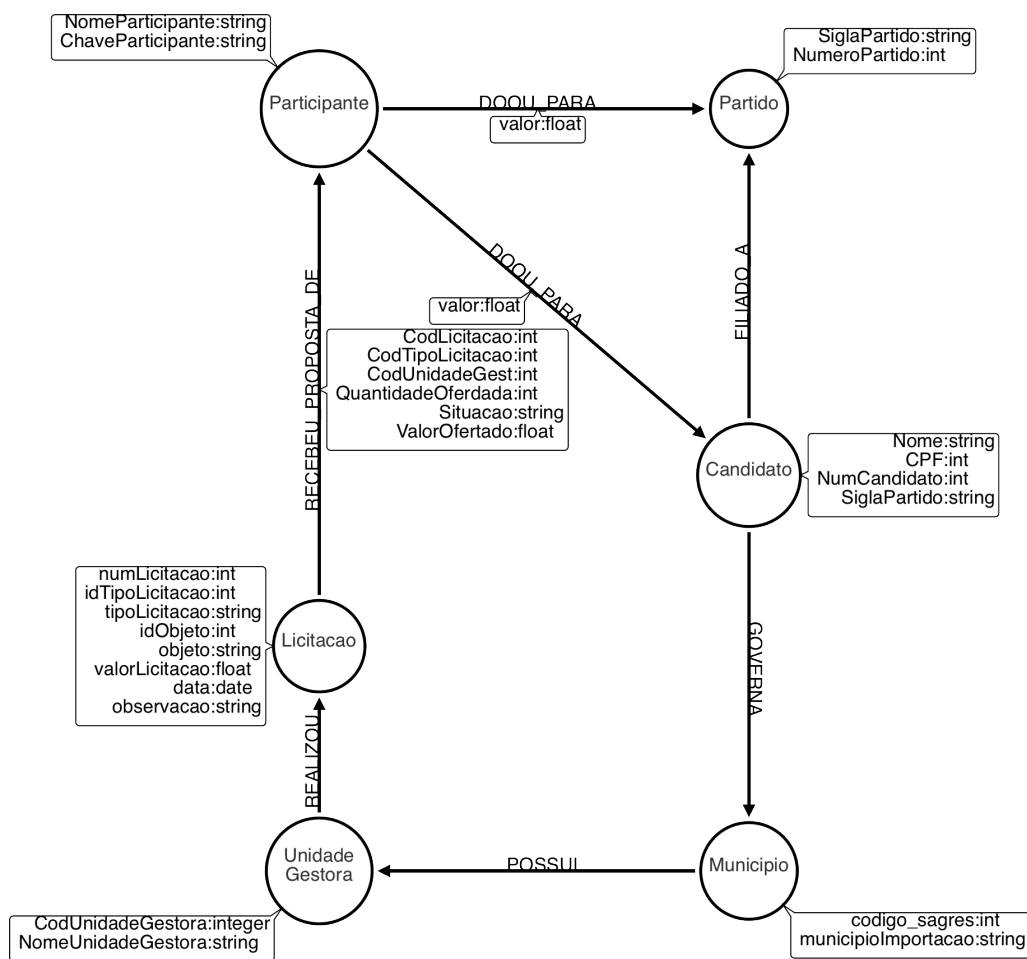


Figura 2. Modelo do banco de dados de grafos.

mais viável dentre todos os outros bancos de grafos disponíveis do mercado. Ele possui as funcionalidades necessárias para o desenvolvimento deste trabalho.

Visto que os dados são o foco principal deste trabalho, foi elaborado um *script* de criação e atualização para que a criação deste banco de dados possa acontecer de forma automática, buscando todos os arquivos necessário durante o processo povoamento de informações, diretamente em suas fontes nativas com a premissa de sempre manter todos os dados íntegros e atualizados. O script que faz a criação e atualização do banco de dados, segue uma linha de execução.

- Faz o download de todos os arquivos que serão necessários para a criação ou atualização do banco;
- Faz a preparação de todos os arquivos que foram obtidos de repositórios, então é necessário fazer uma breve normalização para adequar todos os arquivos em um mesmo padrão;
- Move todos os arquivos para os locais de uso do sistema;
- Começa a executar *scripts* de *query* do neo4j para inserção e criação de todos os relacionamentos;

Ao fim da execução do script, a base de dados está populada com os seguintes dados:

Tabela 1. Dados gerais do banco de dados.

Tipo de nó	Quantidade	Tipo de relacionamento	Quantidade
Participantes	72175	DOA_PARA	2953
Licitações	198927	FILIADO_A	5033
Unidades Gestoras	659	GOVERNA	625
Municípios	656	POSSUI	656
Candidatos	5895	REALIZOU	198927
Partidos	17	RECEBEU_PROPOSTA_DE	438674
Total	278329	Total	646868

3.4. Consultas ao banco

As consultas foram definidas em virtude dos objetivos de buscar relacionamentos entre gestores e empresas, buscando responder às perguntas de pesquisa deste estudo. Primeiramente, foram elaboradas três consultas que serviram de base para todas as outras. Cada uma delas está elencada a um objetivo específico do trabalho:

- *Ciclo participante - prefeito* - Tem como objetivo detectar situações em que um participante venceu licitações em um município e realizou doações de campanha para o prefeito deste município. A consulta abaixo em cypher representa a detecção de ciclos como este:

```
MATCH p=(x:Participante)-[rpd:RECEBEU_PROPOSTA_DE]-(:
    Licitacao)-[r:REALIZOU]-(:UnidadeGestora)-[p:POSSUI]-(:
    Municipio)-[g:GOVERNA]-(:Candidato)-[d:DOA_PARA]-x
where rpd.Situacao="Vencedora" AND toInteger(substring(1.
    Data, 6)) > 2016
RETURN p;
```

Código 1: consulta cypher do ciclo 1.

- *Ciclo participante - partido* - Tem como objetivo detectar situações em que um participante venceu licitações em um município e realizou doações de campanha para candidatos do mesmo partido do prefeito deste município. Existe uma pequena semelhança com o ciclo 1, porém eles não são iguais, é preciso que o ciclo possua dois candidatos tenham uma relação através do partido que eles se candidataram, então é preciso que exista dois candidatos distintos em cada ciclo. A consulta abaixo em cypher representa a detecção de ciclos como este:

```
MATCH p=(x:Participante)-[d:DOA_PARA]->(c1:Candidato)-[f1:
    FILIADO_A]->(pt:Partido)-[f2:FILIADO_A]->(c2:Candidato)
-[g:GOVERNA]->(m:Municipio)-[po:POSSUI]->(ug:
    UnidadeGestora)-[r:REALIZOU]->(l:Licitacao)-[rpd:
    RECEBEU_PROPOSTA_DE]->x
where c1 <> c2 AND rpd.Situacao="Vencedora" AND toInteger(
    substring(1.Data, 6)) > 2016
RETURN p
```

Código 2: consulta cypher do ciclo Participante-Partido.

- *Ciclo participantes - doadores* - Tem como objetivo detectar, de forma mais genérica, participantes que tanto venceram licitações quanto também doaram para algum candidato. A consulta abaixo em cypher representa a detecção de ciclos como este:

```
match p=(l:Licitacao)-[rpd:RECEBEU_PROPOSTA_DE]->(x:
    Participante)-[d:DOA_PARA]->(c:Candidato)
where rpd.Situacao="Vencedora" and toInteger(substring(l.
    Data, 6)) > 2016
RETURN x.Nome, SUM(toFloat(d.ValorDoador)) as top_doacoes
order by top_doacoes DESC
```

Código 3: consulta cypher do ciclo Participante-Doador.

4. Resultados

A partir da execução das consultas de detecção de ciclos, foi possível analisar os dados que indicam relações suspeitas entre gestores (apenas prefeitos), participantes de licitações e doadores de campanha, que podem levar a uma análise mais detalhada dessas relações no futuro para investigar possíveis fraudes. Apenas participantes que tiverem status de "Vencedor" no relacionamento de "RECEBEU PROPOSTA DE" serão considerados além de que também foram desconsiderados os resultados de anos anteriores a 2016, pois os dados utilizados do TSE são da eleição de 2016 e os dados de licitações estão atualizados até o mês de janeiro de 2019.

4.1. Ciclo Participante - Prefeitos

O primeiro ciclo tem como objetivo descobrir os participantes quem fizeram doações para algum candidato que ganharam as eleições e que na sua atual gestão ter indícios de favorecimento na escolha das propostas deste participante nas licitações do município.

A Tabela 2 mostra quantos participantes foram detectados na consulta do ciclo 1; quanto receberam no total em licitações envolvidas em seus ciclos e quanto doaram para os prefeitos envolvidos nos seus ciclos.

Tabela 2. Informações gerais sobre entidades e valores envolvidas no ciclo Participante - Prefeitos.

Quantidade de participantes	57
Valor ganho em licitações por empresas	R\$ 3.584.347,00
Valor doado por participantes de licitações	R\$ 179.485,00

A Tabela 3 mostra o ranking de participantes que mais receberam dinheiro de licitações através de ciclos detectados pela consulta do ciclo Participante - Prefeitos. Cada linha representa um ciclo detectado que envolve informações de: nome do participante, o município onde ele venceu licitações e no qual o prefeito para o qual ele doou governa; o partido do prefeito do município; o valor total das licitações vencidas naquele município; o valor total das doações realizadas para o prefeito daquele município.

Tabela 3. Ranking de participantes envolvidos no ciclo 1, ordenados pelo valor total recebido em licitações que fazem parte do ciclo.

Participante	Município	Partido Prefeito	Valor Total Licitações	Valor Total Doações
EDNALDO MARQUES BEZERRA FILHO	CAMPINA GRANDE	PSDB	R\$ 518.928,00	R\$ 24.600,00
EDSON LOURENCO DA SILVA	RIO TINTO	PSB	R\$ 189.012,00	R\$ 5.000,00
MANOEL PORFIRIO NEVES	JURUPIRANGA	PSB	R\$ 168.000,00	R\$ 4.000,00
ALBERTO JORGE SOUTO FERREIRA	MARI	PSD	R\$ 140.500,00	R\$ 4.000,00
MARIA DO SOCORRO DOS SANTOS	BOM SUCESSO	PTB	R\$ 140.400,00	R\$ 1.000,00
JOÃO LAURENTINO DINIZ	BONITO DE SANTA FE	PSB	R\$ 122.038,00	R\$ 2.000,00
ANTONIO HENRIQUES DA SILVA	PRINCESA ISABEL	PSB	R\$ 106.800,00	R\$ 1.600,00
JAKELEUDO ALVES BARBOSA	CURRAL VELHO	PSDB	R\$ 105.000,00	R\$ 16.000,00
EDNALDO DOS SANTOS	LAGOA SECA	PSDB	R\$ 102.000,00	R\$ 2.000,00
FLAVIA DE PAIVA MEDEIROS DE OLIVEIRA	BARRA DE SANTANA	PSD	R\$ 100.800,00	R\$ 2.400,00

A Tabela 4 mostra as mesmas informações da tabela anterior, porém ordenadas com base no ranking de participantes que mais doaram para campanhas de prefeitos envolvidos nos ciclos detectados pela consulta do ciclo Participante - Prefeitos.

Tabela 4. Ranking de participantes envolvidos no ciclo Participante - Prefeitos, ordenados pelo valor total doado para candidatos que fazem parte do ciclo.

Participante	Município	Partido Prefeito	Valor Total Licitações	Valor Total Doações
EDNALDO MARQUES BEZERRA FILHO	CAMPINA GRANDE	PSDB	R\$ 518.928,00	R\$ 24.600,00
JAKELEUDO ALVES BARBOSA	CURRAL VELHO	PSDB	R\$ 105.000,00	R\$ 16.000,00
JOSÉ BERNARDINO JUNIOR	JUNCO DO SERIDO	PSB	R\$ 77.500,00	R\$ 9.000,00
HAMILTON DA COSTA MEDEIROS	ARARA	PSL	R\$ 73.600,00	R\$ 9.000,00
RIVALDO ALVES PEREIRA DA COSTA	ARARUNA	PP	R\$ 23.000,00	R\$ 8.500,00
LUCIENE HONORATO GRANGEIRO	ESPERANCA	PSB	R\$ 43.200,00	R\$ 8.000,00
EVANDRO ANGELO DA COSTA	PILOES	PSB	R\$ 13.200,00	R\$ 8.000,00
JOSE ITAMAR BARBOSA DA COSTA	TEIXEIRA	PMDB	R\$ 72.000,00	R\$ 7.500,00
MANOEL MARQUES DA COSTA	LAGOA DE DENTRO	PSD	R\$ 18.000,00	R\$ 7.000,00
NICACIO RIBEIRO CAVALCANTI	CURRAL DE CIMA	PSDB	R\$ 72.000,00	R\$ 5.600,00

A Figura 3 mostra um exemplo de ciclo detectado pela consulta do ciclo Participante - Prefeitos, para o primeiro do ranking da Tabela 3. Observa-se que o participante em questão venceu 2 licitações no município de Campina Grande, especificamente realizadas pela unidade gestora "Fundo Municipal de Saúde de Campina Grande", e fez também doações de campanha ao candidato Romero Rodrigues Veiga, que foi eleito prefeito da cidade de Campina Grande.

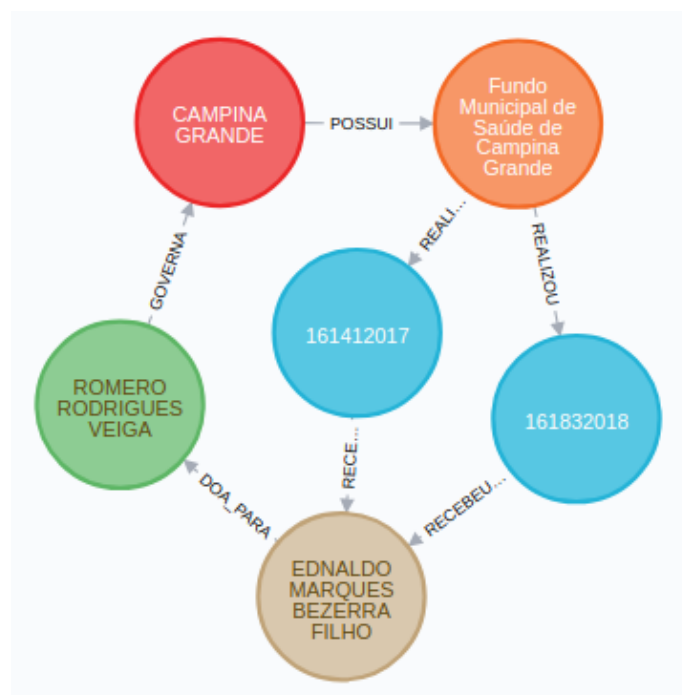


Figura 3. Exemplo de resultado do ciclo 1.

4.2. Ciclo Participante-Partido

O objetivo do ciclo Participante-Partido é descobrir se participantes recebem dinheiro de uma prefeitura através da vitória de licitações daquele município e, ao mesmo tempo, realizaram doações de campanha para candidatos do mesmo partido do prefeito daquele município. A partir disto, foram criadas quatro tabelas, a primeira com informações gerais sobre os dados obtidos na execução do ciclo, a segunda ordenada com o ranking de quem mais recebeu dinheiro de licitações, a terceira tabela é ordenada com o ranking de quem mais doou para candidatos e a quarta tabela é uma breve representação de quanto dinheiro foi movimentado pelos partidos.

A Tabela 5 mostra informações gerais sobre de quantos participantes foram encontrados na consulta do ciclo Participante-Partido; Qual o total recebido por todos esses participantes e o total doado pelos candidatos.

Tabela 5. Informações gerais sobre entidades e valores envolvidas no ciclo Participante-Partido.

Quantidade de participantes	66
Valor ganho em licitações por empresas	R\$ 12.534.925,00
Valor doado por participantes de licitações	R\$ 231.696,00

A Tabela 6 é a representação dos dados coletados pelo ciclo Participante-Partido, onde foi feito um ranking de participantes que mais receberam dinheiro de licitações. A tabela está organizada em ordem decrescente pelo valor de recebimento das licitações, possuem também o nome do participante, quantas licitações ele venceu e quanto ele doou para o atual prefeito.

Tabela 6. Ranking de participantes envolvidos no ciclo Participante-Partido, ordenados pelo valor total recebido em licitações que fazem parte do ciclo.

Nome Participante	Licitações Vencidas	Valor recebido de licitações	Total doado para candidatos
MIGUEL ARCANJO N. RODRIGUES	8	R\$ 1.547.600,00	R\$ 14.650,00
RAVI VASCONCELOS DA SILVA MATOS	34	R\$ 1.416.000,00	R\$ 18.800,00
JOSE HUGO SIMOES	12	R\$ 1.072.800,00	R\$ 33.000,00
MARIZARDE GERALDINO DOS SANTOS	24	R\$ 943.200,00	R\$ 2.200,00
JULIANA DO Ó TEJO E TORRES	18	R\$ 864.000,00	R\$ 3.600,00
HÉRLESON SARLLAN ANACLETO DE ALMEIDA	20	R\$ 720.000,00	R\$ 4.000,00
FRANCISCO DAS CHAGAS CARVALHO	10	R\$ 690.192,35	R\$ 8.360,00
Adilson Alves da Costa	18	R\$ 493.600,00	R\$ 7.800,00
TACIANO LUIS BARBOSA DINIZ	3	R\$ 405.000,00	R\$ 32.000,00
CARLOS ALBERTO SILVA DE MELO	8	R\$ 360.800,00	R\$ 16.400,00

A tabela 7 possui as mesmas informações da tabela anterior, porém estão organizadas pela coluna de total doado em ordem decrescente.

Tabela 7. Ranking de participantes envolvidos no ciclo Participante-Partido, ordenados pelo valor total doado para candidatos que fazem parte do ciclo.

Participante que doou maior valor para candidatos	Licitações Vencidas	Valor recebido de licitações	Total doado para candidatos
JOSE HUGO SIMOES	12	R\$ 1.072.800,00	R\$ 33.000,00
TACIANO LUIS BARBOSA DINIZ	3	R\$ 405.000,00	R\$ 32.000,00
RAVI VASCONCELOS DA SILVA MATOS	34	R\$ 1.416.000,00	R\$ 18.800,00
CARLOS ALBERTO SILVA DE MELO	8	R\$ 360.800,00	R\$ 16.400,00
MANOEL VIRGULINO SIMÃO	1	R\$ 22.800,00	R\$ 15.500,00
MIGUEL ARCANJO N. RODRIGUES	8	R\$ 1.547.600,00	R\$ 14.650,00
FRANCISCO DAS CHAGAS CARVALHO	10	R\$ 690.192,35	R\$ 8.360,00
Adilson Alves da Costa	18	R\$ 493.600,00	R\$ 7.800,00
ANTONIO ALVES DE LIMA JUNIOR	4	R\$ 81.600,00	R\$ 6.000,00
JOSÉ BERNARDINO JUNIOR	2	R\$ 69.000,00	R\$ 6.000,00

A figura 4 representa o ciclo encontrado pela query, onde o participante fez varias doações para candidato que é filiado ao partido, com isso o outro candidato eleito que administra a unidade gestora, realiza uma licitação na qual o participante é o vencedor.

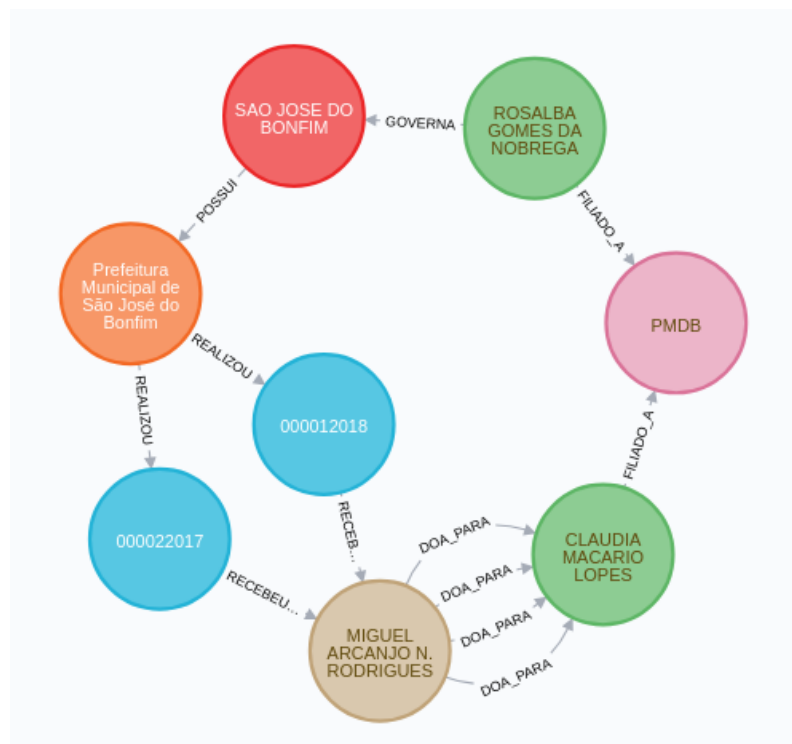


Figura 4. Exemplo de resultado do ciclo Participante-Partido.

A Tabela 8 não representa diretamente a movimentação financeira por parte do partido, ela reflete que candidatos que são filiados ao partido receberam doações e valores de licitações de participantes que doaram a algum candidato do partido.

Tabela 8. Valores referentes pessoas envolvidas com partidos.

Nome Partido	Valor de licitações relacionadas ao partido	Valor Recebido por doação
PSB	R\$ 5.531.356,00	R\$ 104.586,00
PMDB	R\$ 2.206.000,00	R\$ 23.920,00
PSDB	R\$ 1.342.598,00	R\$ 24.900,00
PTB	R\$ 1.046.000,00	R\$ 8.750,00
DEM	R\$ 846.321,20	R\$ 12.240,00
PSD	R\$ 732.850,00	R\$ 20.100,00
PR	R\$ 537.000,00	R\$ 33.200,00
PSL	R\$ 220.800,00	R\$ 2.700,00
PT do B	R\$ 72.000,00	R\$ 1.300,00

4.3. Ciclo 3

Apesar de ser o mais genérico, o ciclo Participante-Doador tem como objetivo buscar todas as licitações vencedoras por um determinado participante que teve ao menos uma doação para qualquer candidato, no caso para se enquadrar dentro deste ciclo é preciso que o participante tenha doado ao menos uma vez para algum candidato e que tenha vencido uma licitação.

A Tabela 9 é a representação dos dados gerais obtidos através da execução do ciclo Participante-Doador além de contem o valor total ganho em licitações por todos os

participantes encontrados e o valor de toda quantia doada por esses determinados participantes.

Tabela 9. Tabela com dados gerais sobre participantes dos ciclos e ranking de participantes que mais doaram

Quantidade de participantes	266
Valor ganho em licitações por empresas	R\$ 48.826.844,00
Valor doado por participantes de licitações	R\$ 1.169.297,00

A Tabela 10 trás um ranking com um total de doações praticadas por participantes que tiveram ao menos uma licitação vencedora e uma doação para algum candidato

Tabela 10. Ranking de participantes que mais doaram a candidatos e venceram ao menos uma licitação

Nome Participante	Total em doações
JOSE HUGO SIMOES	R\$ 82.500,00
FERNANDA WANDERLEY DA N.C.DE VASCONCELOS	R\$ 80.000,00
CARLOS ALBERTO SILVA DE MELO	R\$ 61.500,00
RAVI VASCONCELOS DA SILVA MATOS	R\$ 53.500,00
Adilson Alves da Costa	R\$ 46.200,00
PAULO DE TACIO DE OLIVEIRA PINTO	R\$ 32.910,00
TACIANO LUIS BARBOSA DINIZ	R\$ 32.000,00
GILMA SERRA GALDINO	R\$ 30.000,00
THIAGO VIEIRA DE SOUSA	R\$ 27.240,00
EDNALDO MARQUES BEZERRA FILHO	R\$ 24.600,00

A figura 5 é um exemplo de como a estrutura deste ciclo funciona. O participante efetua doação e concorre a licitações. Nele podemos ver que o participante, efetuou doações consideráveis para um único candidato.

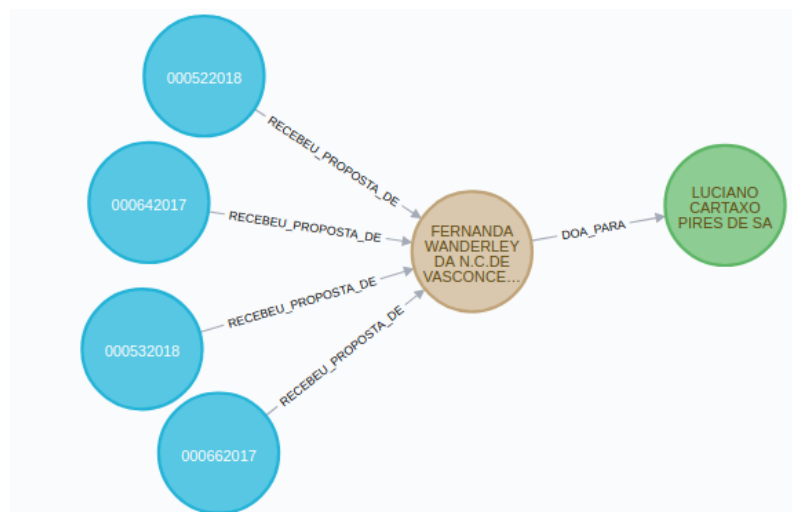


Figura 5. Exemplo de resultado do ciclo Participante-Doador.

5. Trabalho Futuros

Com a base de dados e a modelagem de dados desenvolvida neste trabalho, é possível dedicar esforços mais direcionados para os dados e as análises para um aprimoramento ou até mesmo novas descobertas de tipos de ciclos, que também podem apontar indícios de irregularidades. Também é possível que se insira novos dados de sócios das empresas que são doadoras ou até mesmo dados de outros tipos de candidatura, buscando assim aumentar a quantidade de dados que é encontrada com os ciclos aqui já estabelecidos.

6. Conclusões

Por fim, podemos resumir que o ciclo Participante-Prefeito tinha a premissa de encontrar participantes que receberam dinheiro de licitações e fizeram doações durante a campanha eleitoral para os atuais gestores do município no qual as licitações foram vencidas, com isso foram encontrados 57 participantes. O ciclo Participante-Partido teve como objetivo descobrir participantes que recebiam dinheiro de licitações de um município e faziam doações para outros candidatos do mesmo partido do atual prefeito. Foram descobertos 66 participantes neste ciclo. O ciclo Participante-Doador buscou por participantes que venceram ao menos uma licitação e fizeram ao menos uma doação, com isso foi possível constatar 266 participantes dentro deste ciclo. Em todas as execuções só foram considerados doações da campanha de 2016 para prefeito do estado da Paraíba e licitações do ano 2017 até a atualidade.

A partir desta análise foi possível verificar a existência de diferentes tipos de ciclos relacionados à circulação de dinheiro em licitações públicas e doações de campanhas eleitorais. Esses ciclos quando são recorrentes, podem indicar possíveis existências de irregularidades. O que observa-se é que existe uma cultura demasiada entre os participantes de licitações em que a doação para a campanha eleitoral e está associada a facilitação da vitória, porém isto fere com os princípios básicos das licitações públicas que são a impessoalidade, a moralidade e a legalidade.

Referências

- Renzo Angles and Claudio Gutierrez. Survey of graph database models. *ACM Computing Surveys*, 2008. ISSN 03600300. doi: 10.1145/1322432.1322433.
- Gabriel M Araujo and Maristela Holanda. Uso de banco de dados orientado a grafos na detecção de fraudes nas cotas para exercício da atividade parlamentar. In *VI Workshop de Transparência em Sistemas (WTrans)*, volume 6. SBC, 2018.
- Rebeca Andrade Baldomir. *Aplicação do Algoritmo Apriori para Detectar Relacionamentos entre Empresas nos Processos Licitatórios do Governo Federal*. PhD thesis, Universidade de Brasília, 2017.
- Vanuza da Silva Figueiredo and Waldir Jorge Ladeira dos Santos. Transparência e controle social na administração pública. *Temas de Administração Pública*, 8(1), 2013.
- David J. Hand. Principles of data mining. In *Drug Safety*, 2007. doi: 10.2165/00002018-200730070-00010.
- Bernadette Farias Lóscio, Hélio Rodrigues De Oliveira, and Jonas César De Sousa Pontes. NoSQL no desenvolvimento de aplicações Web colaborativas. *VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS COLABORATIVOS - Paraty - RJ*, 2011.
- Andrew McAfee and Erik Brynjolfsson. Big data: The management revolution. *Harvard Business Review*, 2012. ISSN 00178012.

Ian Robinson, Jim Webber, and Eifrem Emil. *Graph Databases NEW OPPORTUNITIES FOR CONNECTED DATA*. 2014. ISBN 9780124071926. doi: 10.1016/B978-0-12-407192-6.00003-0.

Gustavo CG Van Erven, Rommel Novaes Carvalho, Maristela Terto de Holanda, and Célio Ralha. Graph database: A case study for detecting fraud in acquisition of brazilian government. In *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pages 1–6. IEEE, 2017.