

Contabilidade Forense e Grafos no Combate à Lavagem de Dinheiro

RAFAEL SOUSA LIMA

Universidade de Brasília

ANDRÉ LUIZ MARQUES SERRANO

Universidade de Brasília

CESAR MEDEIROS CUPERTINO

Universidade do Vale do Itajaí

Resumo

Contabilidade forense é a atividade que busca contribuir com a solução de processos judiciais por meio da aplicação de conhecimentos especializados e habilidades investigativas. Nesse contexto, o objetivo da presente pesquisa foi compreender como o contador forense pode analisar transações bancárias suspeitas de envolvimento com o crime de lavagem de dinheiro por meio da técnica de grafos. O estudo foi conduzido como uma pesquisa de campo exploratória, utilizando-se extratos bancários anonimizados contendo cerca de 500 mil registros. Os dados passaram por um processo de limpeza, padronização e depuração antes de servirem de base para construção de grafos, etapa executada com o uso de algoritmos computacionais desenvolvidos especificamente para higienização de bases de dados bancários. Os grafos foram desenhados com apoio do software IBM i2 Analyst's Notebook e analisados à luz de legislação penal específica, bem como normativos nacionais e internacionais. Os achados sinalizaram que os grafos são uma ferramenta aplicável na repressão ao crime de lavagem de dinheiro, uma vez que promovem ganhos informacionais diversos, favorecem a descoberta de transações financeiras típicas de lavagem de dinheiro, como *polling accounting* e *straw men*, além de auxiliarem no rastreamento de recursos no sistema bancário, inclusive em redes financeiras complexas. Embora pesquisas acadêmicas envolvendo grafos sejam encontradas, em geral, os estudos não estão voltados à contabilidade forense. Espera-se que o presente trabalho possa colaborar para o desenvolvimento desse campo da contabilidade, quiçá favorecendo a efetividade no combate aos crimes financeiros e diminuindo a lacuna entre teoria e prática no que se refere aos problemas da sociedade.

Palavras-chave: Contabilidade forense. Lavagem de dinheiro. Grafos.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o combate aos crimes financeiros é pauta frequente dos noticiários nacionais. Operações policiais de envergadura investigam o envolvimento de empresários, agentes políticos e outros personagens com a prática de diferentes crimes, tais como corrupção, desvio de recursos públicos, fraude em licitações, formação de organização criminosa e lavagem de dinheiro.

No âmbito da persecução penal, um dos atores é o contador forense, profissional que busca aplicar uma multiplicidade de conhecimentos na solução de crimes. Sua atuação se materializa, entre outras atividades, na realização de análises sobre a movimentação de recursos financeiros por pessoas investigadas.

No tocante à análise da movimentação bancária, há a necessidade de os contadores forenses processarem um volume cada vez maior de extratos bancários (chegando a dezenas de milhões de lançamentos em apenas uma investigação). Esse tipo de análise visa compreender o *modus operandi* de uma organização criminosa, especialmente no que tange ao fluxo de recursos financeiros, identificando principais movimentações financeiras e revelando o caminho do dinheiro, procedimento conhecido como *Follow de Money* (termo popularizado durante o escândalo de *Watergate* envolvendo o presidente norte-americano Richard Nixon).

Por vezes, as análises acabam por apontar atividades que sugerem a prática do crime de lavagem de dinheiro, demonstrando ações perpetradas com objetivo de ocultar ou dissimular a movimentação de recursos ilícitos. Essas situações vão desde o uso de interpostas pessoas para movimentação de recursos até o emprego de técnicas como fracionamento e estruturação de operações como artifício para burlar o monitoramento por parte dos órgãos de controle.

Para fazer frente a esse desafio, partindo-se da premissa de que estamos vivenciando a quarta revolução industrial com o surgimento das tecnologias disruptivas (Segars, 2018), é fundamental que a contabilidade forense alie tecnologia ao conhecimento contábil. Uma das possibilidades abertas pela tecnologia contempla o uso de análise de redes sociais, especificamente grafos, no processamento de dados bancários pelo contador forense.

Conforme explica Wasserman & Faust (1994), a análise de redes sociais observa atores e, principalmente, as estruturas das relações entre esses atores, sendo estas relações o ponto de maior interesse. Bondy & Murty (2008) afirmam que muitas situações do mundo real podem ser descritas por meio de grafos formados por conjuntos de pontos, além de linhas que ligam alguns desses pontos. Assim, os autores sugerem que grafos podem ser usados na busca de soluções para diferentes problemas de ordem prática.

Destarte, o presente artigo tem por escopo compreender como analisar transações bancárias suspeitas de envolvimento com o crime de lavagem de dinheiro por meio de grafos. Tal pesquisa encontra inspiração em trabalhos que empregaram técnicas de mineração de grafos na análise de movimentação de contas bancárias (Michalak & Korczak, 2011; Li, Cao, Qiu, Zhao & Zheng, 2017; Robinson & Scogings, 2018; Salas-Molina, Rodriguez-Aguilar, Pla-Santamaria & García-Bernabeu, 2019).

Metodologicamente, o trabalho pode ser classificado como uma pesquisa de campo exploratória, pois visa investigar empiricamente um problema com a finalidade de aumentar a familiaridade do pesquisador com um fenômeno. Foram usados extratos bancários anonimizados para a construção de bases de dados e, posteriormente, grafos. Os resultados da pesquisa indicaram que os grafos são ferramentas úteis no combate a crimes financeiros, uma vez que auxiliam no rastreamento de recursos e na identificação de transações financeiras

típicas de lavagem de dinheiro, como estruturação de operações com uso de *pooling accounts* e *straw men*.

O trabalho está estruturado em 5 seções, iniciando-se por esta introdução. A segunda seção contempla breve revisão de literatura, apresentando conceitos relacionados à contabilidade forense, lavagem de dinheiro e análise de redes sociais. A terceira seção discorre sobre metodologia, coleta, tratamento e análise dos dados. Os resultados e as discussões são apresentados na quarta seção. Considerações finais encerram o trabalho com a quinta seção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Crumbley, Heitger & Smith (2015) definem contabilidade forense como a ação de identificar, gravar, extrair, resumir, reportar e verificar dados financeiros passados ou outras atividades contábeis com o objetivo de subsidiar disputas legais atuais ou esperadas. Para o *American Institute of Certified Public Accountants – AICPA* (2020), os serviços de contabilidade forense envolvem a aplicação de conhecimentos especializados e habilidades de investigação com objetivo de coletar, analisar, avaliar e interpretar evidências e comunicar os achados.

Na visão de Huber & DiGabriele (2014), contabilidade forense é um campo multidisciplinar (direito, auditoria, contabilidade, finanças, economia, psicologia, sociologia e criminologia), no qual o profissional atua tanto na esfera civil como criminal, em ações judiciais de natureza comercial ou privada. Crain, Hopwood, Pacini & Young (2015) explicam que a atividade de contabilidade forense envolve a aplicação de habilidades especiais ligadas às áreas de contabilidade, auditoria, finanças, métodos quantitativos, pesquisa e investigação, além de conhecimentos relacionados a normas legais.

Para Owojori & Asaolu (2009), contabilidade forense não se limita à análise de débito e crédito, mas contempla a união entre contabilidade, auditoria e investigação com o objetivo de auxiliar na resolução de um processo legal. Assim, contadores precisam analisar contextos suspeitos de diferentes perspectivas, analisando e interpretando problemas complexos, e apresentando uma resposta bem fundamentada e clara, incluindo recomendações para minimizar os riscos de futuras fraudes ou perdas.

De acordo com Carneiro, Szuster, Siqueira & Fonseca (2016), a contabilidade forense auxilia na detecção de atos ilícitos e fortalece os meios fiscalizadores e punitivos. Para Aquino & Imoniana (2017), os contadores forenses possuem aprofundado conhecimento sobre contabilidade e direito, além de terem noções de auditoria externa. Possuem habilidades de comunicação escrita e verbal, capacidade de entrevistar pessoas e coletar informações, bem como buscam se manter atualizados tecnicamente.

Riahi-Belkaoui (2017) entende que o termo contabilidade forense pode ser usado para descrever qualquer investigação de natureza financeira que possa ter consequências penais. Nesse sentido, Louwers (2015), Huber & DiGabriele (2014), Michalak & Korczak (2011), ACFE (2018) e AICPA (2020) afirmam que a contabilidade forense é uma atividade importante no que concerne à elucidação de crimes. Para Porter & Crumbley (2012), o contador forense, e não o tradicional investigador policial, possui os requisitos necessários para solucionar crimes financeiros complexos.

De acordo com a Lei nº 9.613/98 (alterada pela Lei nº 12.683/12), comete o crime de lavagem de dinheiro aquele que oculta ou dissimula a natureza, origem, localização, disposição, movimentação ou propriedade de bens, direitos ou valores provenientes, direta ou indiretamente, de infração penal. Moro (2010) esclarece que os verbos “ocultar” e

“dissimular” podem ser interpretados como “esconder” e “disfarçar”, o que, de certa forma, seriam equivalentes, pois quem dissimula oculta e quem oculta também dissimula.

O Banco Central do Brasil (BC), como órgão supervisor e fiscalizador das instituições financeiras, e em observância aos mandamentos da Lei nº 9.613/98, editou a Carta-Circular nº 3.542, a qual relaciona uma série de operações e situações que podem configurar indícios de ocorrência do crime de lavagem de dinheiro. Alguns exemplos são: movimentação de contas ou realização de transações bancárias por detentor de procuração; realização de operações que, por sua habitualidade, valor e forma, configurem artifício para burlar a identificação da origem, do destino, dos responsáveis ou dos beneficiários finais de transações bancárias; fragmentação de depósitos de forma a dissimular o valor total da movimentação; realização de depósitos e saques que apresentem atipicidade em relação à atividade econômica do cliente; aumentos substanciais no volume de depósitos, sem causa aparente, nos casos em que tais depósitos forem posteriormente transferidos, dentro de curto período de tempo, a destino não relacionado com o cliente; entre outras.

De acordo com o relatório Tipologias da Lavagem de Dinheiro & Financiamento do Terrorismo do *Financial Action Task Force* (FATF) (2005), pode-se considerar operação suspeita de lavagem de dinheiro: uso de contas de passagem (*pooling accounts*), com processamento de grandes volumes de dinheiro e alta frequência de depósitos; estruturação de depósitos para evitar os mecanismos de controle ou simplesmente para não chamar atenção; uso de intermediários (*straw men*) para realizar diferentes transações no sistema bancário etc.

Moro (2010) considera importante que as investigações criminais apurem as circunstâncias de vida do investigado, especialmente seu patrimônio, rendas declaradas e gastos de consumo, sendo valiosa a identificação da origem dos recursos e o rastreamento desses valores, o que, embora seja uma tarefa nem sempre fácil, pode trazer provas mais amplas sobre o real alcance de uma atividade criminosa e revelar ligações com terceiros antes encobertas pelo uso de interpostas pessoas.

Para o FATF (2005), o rastreamento de recursos é particularmente difícil, tanto em termos de identificação da origem quanto do real destino pretendido pelo criminoso. Um leque de aspectos precisa ser considerado e nem sempre toda informação relevante está disponível aos órgãos de inteligência financeira. Entretanto, defende a entidade, as investigações criminais precisam buscar efetividade com a produção de evidências sobre as transações suspeitas, o que inclui, mas não se limita, aos volumes transacionados e às técnicas utilizadas.

Diante desse cenário, Louwers (2015) sustenta que a tecnologia é uma aliada do contador forense, desempenhando papel importante no combate aos crimes e fraudes. Akkeren, Buckby & MacKenzie (2013) explicam que os serviços contábeis forenses envolvem investigação de fraudes cada vez mais demandadas pelos setores corporativo e governamental, sendo exigido dos contadores forenses conhecimentos em tecnologia e habilidades de análise. Na visão de Taylor (2011), a capacidade de usar tecnologias computacionais será inevitavelmente uma significativa habilidade na caixa de ferramentas do contador forense.

Para Robinson & Scogings (2018), destacam-se três benefícios de uma abordagem computacional como método de detecção de crimes: a possibilidade de a análise alcançar todo o espectro criminoso; a capacidade de o método ser repetível, consistente, mensurável, extensivo, escalável, transparente e com oportunidade de melhoria constante; e não requerer, necessariamente, treinamento com dados anteriores.

Com o aumento da performance de processadores e crescimento da internet, uma vantagem do uso de ferramentas computacionais na contabilidade forense passou a ser o processamento de grandes volumes de dados (Taylor, 2011). Gamage (2016) entende que processos sustentados por ferramentas de *big data* transformarão as organizações públicas nas mais diversas atividades governamentais, sendo imprescindível ter foco nessas ferramentas e nas oportunidades que surgem com as novas tecnologias.

Taylor (2011) menciona algumas técnicas comuns de investigação com suporte informacional, destacando o uso de *data mining* como um avanço significativo. Uma das estratégias de *data mining* seria o uso de softwares baseados em algoritmos matemáticos e estatísticos a fim de descobrir padrões em grandes massas de dados. Nesse sentido, o autor menciona 4 técnicas: redes neurais, máquina de aprendizagem, árvores de decisão e análise de redes sociais. Rezaee & Wang (2018) também defendem o potencial do *big data* na contabilidade forense, apontando, dentre outras possibilidades, o uso de análise de rede social para detectar relações ocultas, vendedores falsos ou contas bancárias fictícias.

Wasserman & Faust (1994) explicam que a análise de redes sociais vem se desenvolvendo há décadas como parte avançada da teoria e pesquisa social, podendo ser descrita matematicamente de várias formas, sendo as principais: Algébrica, Sociométrica e Gráfica. Do ponto de vista histórico, Biggs, Lloyd & Wilson (1998) explicam que a origem da Teoria dos Grafos remete ao ano de 1736, quando Leonard Euler publicou um artigo com a solução para o problema das "Pontes de KönigsBerg", situação que entreteve os cidadãos da pequena cidade no leste da antiga Prússia no início do século XVIII. Bondy & Murty (2008) afirmam que o primeiro livro sobre a Teoria dos Grafos foi publicado em 1936, de autoria do matemático húngaro Dénes König.

Bondy & Murty (2008) explicam que muitas situações do mundo real podem ser descritas por meio de diagramas (grafos) formados por conjuntos de pontos (atores, entidades, vértices), além de linhas (relacionamentos, vínculos, arestas) que ligam alguns desses pontos. Para Wasserman & Faust (1994), as relações, no mínimo entre dois atores, refletem diferentes aspectos: grau de parentesco, associação ou filiação, transações materiais, envio e remessa de recursos, ligações telefônicas, movimento entre locais, conexão física etc. Dado um conjunto de atores, a análise de redes sociais pode ser utilizada para estudar a estrutura relacional de determinado grupo, identificando o funcionamento da organização e a influência dessa estrutura nos participantes do grupo.

As relações entre atores podem ser percebidas por meio de duas importantes propriedades: direção e valor. Uma relação direcional possui origem e destino, sendo que uma relação não direcional é aquela em que não há direção no relacionamento. No que se refere ao valor, dicotômica é aquela relação em que só há duas opções (por exemplo, forte ou fraca). Por outro lado, é possível que uma relação inclua vários atributos de valor, como frequência, intensidade, tipo e peso (Wasserman & Faust, 1994).

No tocante a pesquisas nesse campo do conhecimento, Michalak & Korczak (2011) ponderam que mineração de dados por meio de gráficos pode revelar relações complexas em grandes massas de dados. Os pesquisadores afirmam que transações bancárias possuem características e propriedades próprias que podem ser consideradas no processo de análise e formação de gráficos. Por sua vez, para Robinson & Scogings (2018), mineração de grafos pode ser definida simplesmente pela detecção de padrões em gráficos, ou seja, a identificação de subgrafos de interesse em grafos maiores. Os autores defendem que a representação gráfica é um modelo expressivo de dados que melhor captura características de relações que apontam para atividades criminosas. Para Salas-Molina et al. (2019), pesquisas com um grande número

de contas e estruturas complexas de relacionamentos não poderiam ser desenvolvidas apenas com métodos tradicionais intuitivos, apontando-se para o uso da análise de grafos. Taylor (2011) afirma que a análise de redes sociais pode ser usada para revelar padrões escondidos em grandes massas de dados, podendo ser aplicada em casos de lavagem de dinheiro para identificar relações entre contas bancárias e transações.

Ademais, Li et al. (2017) indicam que há no mercado softwares específicos voltados à detecção de atividades suspeitas de lavagem de dinheiro. A maioria dos softwares seriam desenvolvidos com base em regras limitadas, tornando-os carentes de padrões adequados e sistemas fáceis de serem burlados pelos criminosos. Outros funcionariam com modelos de machine learning (rede neurais, máquinas de vetores de suporte), apresentando resultados mais eficientes, porém focados em encontrar transações isoladas, deixando de analisar informações importantes relacionadas ao conjunto das transações e suas associações.

3 MÉTODO

Com as devidas limitações, pode-se categorizar o estudo como uma pesquisa de campo exploratória, pois teve por objetivo investigar empiricamente um problema a fim de revelar as minúcias de determinado fenômeno. O estudo buscou amparo também na pesquisa documental, contemplando análise de normas legais que versam sobre o crime de lavagem de dinheiro e operações no sistema financeiro que são consideradas indícios de ocorrência do crime de lavagem de dinheiro. Ainda, foram objeto de análise artigos de periódicos nacionais e internacionais, a fim de colocar a pesquisa em contato com o que já foi e está sendo escrito sobre o assunto. E, devido a amplitude e dinamismo do tema, buscou-se igualmente informações disponíveis em livros, sites especializados, manuais de softwares e revistas especializadas.

3.1 COLETA DOS DADOS

No que se refere às bases de dados, doravante chamados datasets, foram utilizados extratos bancários de duas investigações do âmbito da Justiça Federal, os quais foram anonimizados. O primeiro com cerca de 300 mil lançamentos bancários, contemplando 5 anos de extratos e mais de 50 investigados. O segundo dataset possuía aproximadamente 200 mil registros, 8 anos de extratos e cerca de 5 investigados. Uma condição imposta para seleção dos datasets foi que ao menos um investigado fosse indiciado (ou condenado) pelo crime de lavagem de dinheiro. O objetivo foi obter dois grupos que apresentassem relacionamento financeiro entre seus membros e que a movimentação financeira apontasse para a prática, mesmo que indiciária, do crime de lavagem de dinheiro.

3.2 TRATAMENTO DOS DADOS

Conforme explica Taylor (2011), o contador forense precisa entender os limites das técnicas computacionais e que algumas dessas restrições estão relacionadas aos dados (disponibilidade, formato, integridade, completude etc). Assim, o pesquisador orienta que os dados, antes de submetidos à análise, sejam tratados em 3 etapas: limpeza (removendo caracteres desnecessários, como cifrão em valores monetários), padronização (data em formato único, medidas em mesma escala) e concatenação (união de nome e sobrenome em único campo). Tal medida se faria necessária, pois um dos problemas para grafos é a inconsistência nas bases de dados, tais como transações com nomes "John Smith Ltd", "J. Smith Ltd", "John Smith Limited", "Smith Limited" ou apenas "Smiths", inconsistências que provocarim distorções nas análises (Taylor, 2011).

Destarte, os datasets passaram por processo de limpeza, padronização e concatenação, uma vez que é recorrente a existência de dados parciais, incompletos ou inválidos no que se refere à identificação da origem e destino (OD) de recursos movimentados em contas bancárias. Entendem-se origem a contrapartida de um lançamento de crédito em conta bancária e destino a contrapartida de um lançamento de débito em conta bancária. Por exemplo, o recebimento de uma transferência eletrônica provoca um crédito na conta bancária, cuja origem é a conta bancária da qual saíram os recursos.

O processo de limpeza, padronização e concatenação consistiu em ações executadas com o uso de algoritmos computacionais desenvolvidos especificamente para higienização de bases de dados bancários. Em que pese no mercado existirem softwares, inclusive gratuitos (p.e. openrefine.org), restou a necessidade de desenvolver algoritmos próprios, tendo em vista as peculiaridades de dados bancários brasileiros.

Em apertada síntese, as ações de limpeza, padronização e concatenação dos datasets foram (exemplos fictícios):

- i. Nomes diferentes que possuíam o mesmo CPF/CNPJ. Por exemplo: vinculados ao CPF/CNPJ 12345678900, foram identificados os nomes Rafael Sousa Lima, Rafael Souza Lima, Rafael S Lima e Rafael Lima. Todas essas grafias de nomes foram padronizadas, restando somente o termo Rafael Sousa Lima para todas elas;
- ii. CPF/CNPJ inválidos. Por exemplo: o CPF/CNPJ 1234567890 (inválido) foi padronizado para o CPF/CNPJ 12345678900 (válido), quando havia coincidência do identificador banco-agência-conta e o CPF/CNPJ válido constava na base de dados;
- iii. Contas que possuíam o mesmo identificador banco-agência-conta e o mesmo nome de titular. Por exemplo: as contas 123456, 23456, 0123456, 1234567, todas do banco 555, agência 8888 e de titularidade de Rafael Sousa Lima, foram padronizadas para 23456, resultando único identificador de conta 555-8888-23456; e
- iv. Banco-agência-conta. Por exemplo: para o mesmo identificador de conta 555-8888-23456, foram padronizadas as informações de nome do titular para Rafael Sousa Lima e CPF/CNPJ para 12345678900.

Além de limpeza, padronização e concatenação, foram realizados procedimentos de depuração dos dados, a fim de aumentar no nível de identificação de origem e destino de recursos. Assim, com base em algoritmos customizados, foram executadas as seguintes ações de depuração, entre outras (exemplos fictícios):

- v. Identificação de lançamentos espelhados: foram identificados pares de lançamentos em que a data e o valor das transações coincidiam, a natureza dos lançamentos era oposta (um crédito e o outro débito) e o identificador banco-agência-conta de um lançamento coincidia com o identificador banco-agência-conta da contrapartida do outro lançamento. Por exemplo: a conta com identificador 555-8888-23456 teve um lançamento de crédito proveniente da conta 333-7777-98765. Por sua vez, a conta 333-7777-98765 teve um lançamento de débito para a conta 555-8888-23456. Esses foram considerados lançamentos espelhados. Tal análise permitiu identificar possíveis espelhados (lançamentos com dados incompletos ou não identificados) e aumentar o nível de identificação de OD;

- vi. Exclusão de lançamentos redundantes: algumas vezes (e por diferentes motivos) os datasets apresentavam dados repetidos, gerando duplicidade de lançamentos, aos quais se deu o nome de redundantes. Buscou-se eliminar dos datasets os lançamentos redundantes, privilegiando aqueles que possuíam melhor identificação de OD (identificação espelhada, identificação mais completa ou identificação mais recente); e
- vii. Exclusão de lançamentos não efetivos: foram retirados da base de dados lançamentos que não correspondiam a entradas ou saídas efetivas de recursos, como cheques depositados e depois devolvidos ou tarifas bancárias cobradas, mas na sequência estornadas para o cliente.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Assunção, Calheiros, Bianchi, Netto & Buyya (2015) afirmam que é salutar entender as necessidades do usuário para identificar a ferramenta de *big data* apropriada para cada demanda, pois estão disponíveis no mercado uma variedade de tecnologias. Para o objetivo proposto neste estudo, existem diferentes softwares que facilitam a análise relativa à dinâmica de grupos e organizações por meio de conceitos oriundos da análise de redes sociais (SAS, Gephi, Neo4j, CopLink, Winyard etc). Optou-se por utilizar a ferramenta computacional IBM i2 Analyst's Notebook, versão 9.1.1, disponível gratuitamente para download no site da empresa (uso limitado a 30 dias, baixada em 17/06/2019). Tal software permite examinar estruturas de grupos e relacionamentos dentro de uma rede com o auxílio de grafos. Para tanto, a ferramenta disponibiliza ao usuário uma série de funcionalidades, tais como a importação de dados em diversos formatos, visualização e formatação de diferentes grafos, formatação condicional, cálculo de medidas de centralidade, clusterização e localização de caminhos, entre outras, facilitando a descoberta de diferentes perspectivas das relações existentes em uma rede.

Para construção dos grafos, foi necessário configurar as entidades e os vínculos. Para as entidades, optou-se por duas modelagens, não simultâneas: por CPF/CNPJ ou por identificador de conta (banco-agência-conta). Foram desprezadas transações em que não havia identificação da origem ou destino dos recursos, não sendo estes registros computados nos grafos, pois não seria possível estabelecer os vínculos. Em alguns casos específicos, as transações sem identificação da origem ou destino foram agrupadas em uma única entidade, chamada Origem não identificada ou Destino não identificado, de forma a permitir análises complementares. Importa frisar que as entidades que aparecem nos grafos da presente pesquisa estão caracterizadas tão somente por meio de desenhos ilustrativos.

Já os vínculos foram construídos com base nas transações bancárias entre as entidades. Cada lançamento bancário representou um vínculo com atributo de valor (em reais) e natureza do lançamento (C - crédito ou D - débito). Nos grafos, os vínculos aparecem agrupados, tanto em soma de valores quanto em contagem de lançamentos, mas segregados por natureza do lançamento. Assim, um vínculo com atributos 15, 340.852,14 e C representa o agrupamento de 15 lançamentos de crédito com valor total de 340.852,14 reais. Ainda, cada vínculo possui um sentido (seta), atribuído em virtude da natureza do lançamento da conta investigada (C ou D). Registra-se que, nesse trabalho, não foi considerado o intervalo de tempo entre as transações como atributo de vínculos, embora outras pesquisas utilizem esse fator. Também não foram excluídos lançamentos duplos, ou seja, a mesma transação pode, eventualmente, ter sido considerada duas vezes, no caso de entidades que transacionaram entre si.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após seleção dos datasets, limpeza, padronização, concatenação e depuração dos dados, importação dos registros para software apropriado para análise de redes sociais por meio de grafos, foram realizados diferentes análises, com alguns resultados discutidos nesta seção. De forma a dar maior conexão às ideias e fluidez na interpretação dos resultados, serão apresentados os grafos formatados e os aspectos que relacionam esses à detecção de atividades consideradas típicas do crime de lavagem de dinheiro, restando como encerramento do trabalho as considerações finais na próxima e última seção.

Com o propósito de demonstrar a pertinência dos procedimentos de limpeza, padronização, concatenação e depuração dos dados, as Figuras 1 a 5 apresentam grafos obtidos a partir do dataset com aproximadamente 300 mil lançamentos bancários. Para o grafo da Figura 1, não foram realizados procedimentos de tratamento da base de dados, sendo que apenas foram desprezadas as transações em que não havia identificação da origem ou destino dos recursos. O grafo resultou em 7108 entidades (cada entidade é um CPF/CNPJ diferente) e 8724 vínculos (cada vínculo é um conjunto de transações bancárias agrupadas).

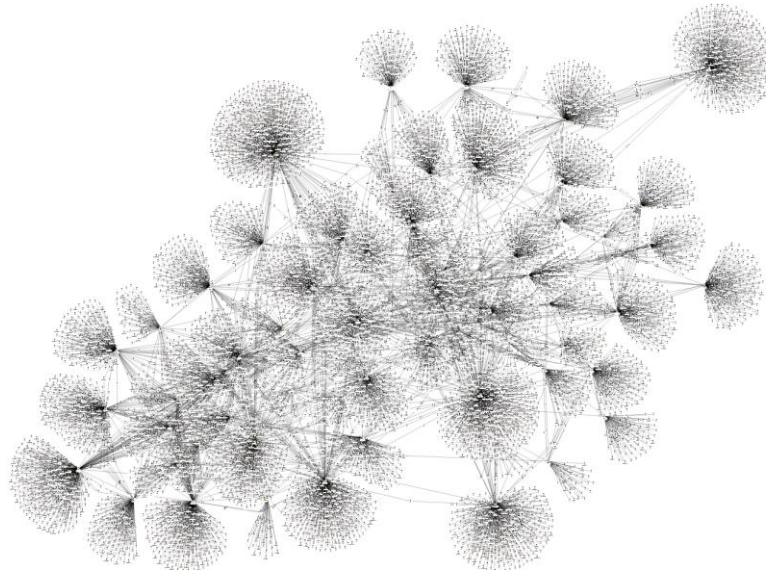


Figura 1 Grafo com cerca de 300 mil lançamentos bancários.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Dando sequência, esse mesmo dataset passou pelos procedimentos de limpeza, padronização, concatenação e depuração, resultando nos grafos da Figura 2. Novamente foram desprezadas as transações em que não havia identificação da origem ou destino dos recursos. O novo grafo resultou em 6741 entidades (CPF/CNPJ diferentes) e 10155 vínculos (já agrupados). Em destaque, o grafo à direita colorido, estando em vermelho as transações de débito e azul os lançamentos de crédito (tendo por referência os investigados).

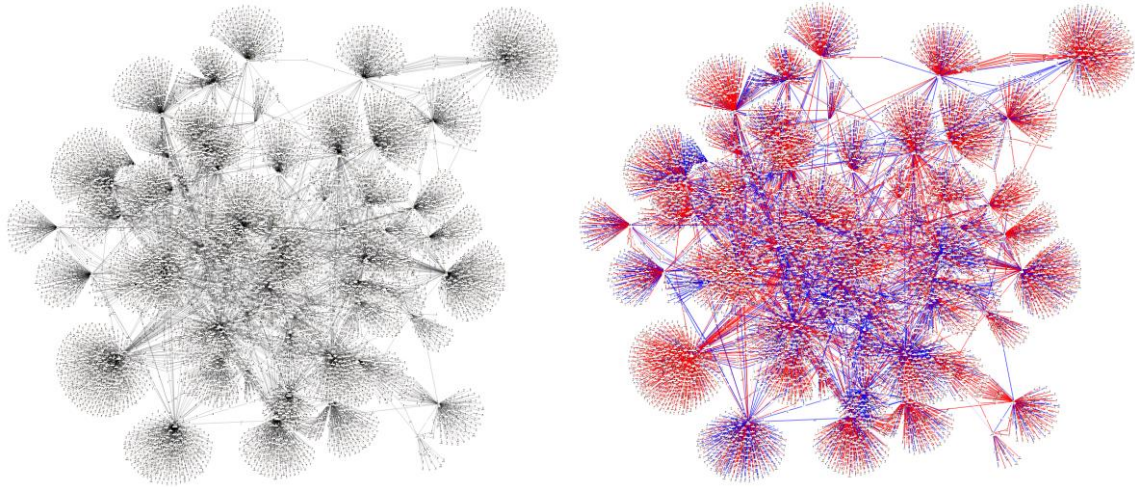


Figura 2 Grafo após limpeza, padronização e depuração de dados.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Das Figuras 1 e 2, percebe-se que a análise em dados brutos (Figura 1) fica prejudicada em relação à análise em dados higienizados (Figura 2), principalmente quando se analisa um grafo com elevada quantidade de entidades e vínculos. Observou-se que a quantidade de entidades diminuiu do grafo com dados brutos para o grafo com dados higienizados e que a quantidade de vínculos aumentou. Tal fato decorre do tratamento realizado no datasets, cujo resultado propiciou diminuição das inconsistências nas entidades e aumento do nível de identificação de origem e destino, trazendo maior valor informacional à análise. Dessa forma, parece ser oportuna a recomendação de Taylor (2011) no que se refere à realização de procedimentos de limpeza, padronização e concatenação, além do processo de depuração de dados, antes do uso de ferramentas computacionais para análise de grafos.

Considerando a necessidade de buscar efetividade e tempestividade nas análises da contabilidade forense e diante de milhares de entidades e vínculos, optou-se por estabelecer uma linha de corte com base no valor dos vínculos agrupados. Dos 10155 vínculos existentes no dataset higienizado, foram identificados 3644 com valor abaixo de R\$1.000,00, 2987 entre R\$1.000,00 e R\$4.999,99 e 969 entre R\$5.000,00 e R\$9.999,99, restando 2555 vínculos com valores iguais ou superiores a R\$10.000,00, os quais interligavam 1699 entidades, demonstrados nos grafos da Figura 3. Esclarece-se que não havia vínculos com valores próximos a R\$10.000,00, motivo pelo qual não se rejeitou a linha de corte em R\$10.000,00. Caso fossem observadas múltiplas transações com valores próximos à R\$10.000,00, poder-se-ia analisar uma tentativa de burla aos mecanismos de controles, o que não se observou nessa faixa de valor.

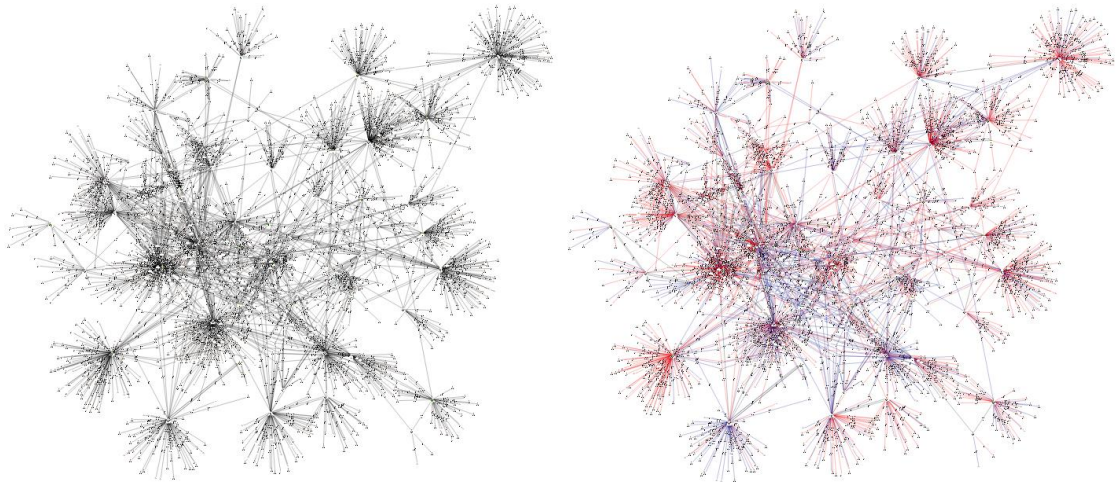
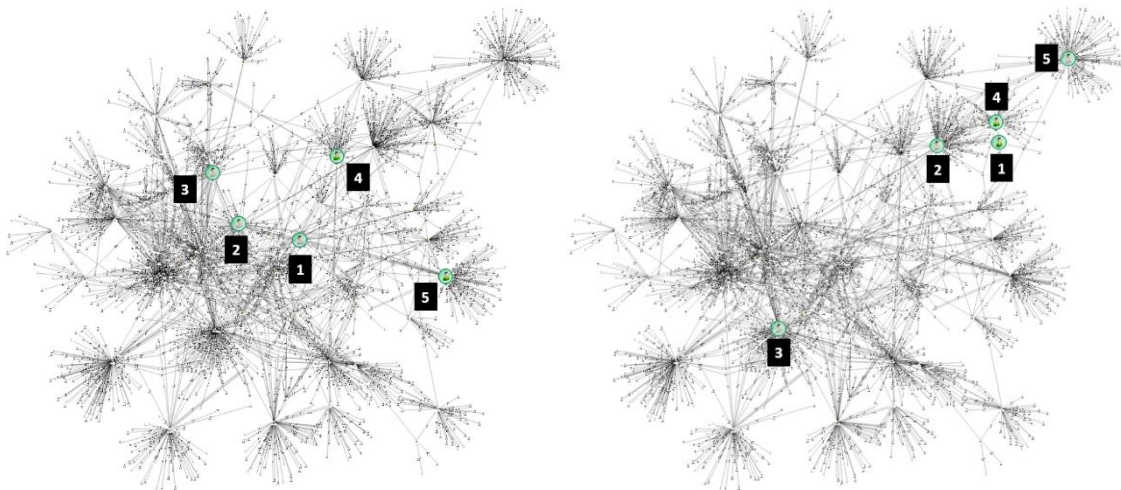


Figura 3 Grafo após limpeza, padronização e depuração de dados, vínculos => R\$10.000,00.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Os grafos da Figura 4 destacam as 5 entidades que mais realizaram operações bancárias (à esquerda) e as 5 entidades que transacionaram maior volume de recursos (à direita). No dataset em tela, os grafos não apontaram uma mesma entidade com ambas propriedades. O resultado permite rapidamente identificar atores-chaves na rede, sendo que essa constatação poderia ser confrontada com outros elementos de contexto, a fim de possibilitar melhor interpretação do achado e novos insight investigativos.



Entidade	Total de transações (quantidade)
1	5212
2	3588
3	2101
4	2075
5	2001

Entidade	Total de transações (montante R\$)
1	1.525.513.292,20
2	275.713.966,54
3	205.953.079,62
4	161.561.447,82
5	88.556.586,81

Figura 4 Principais entidades.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Verificou-se que os grafos também podem ajudar, com o emprego da funcionalidade adequada, no rastreamento de recursos ao localizar e destacar vínculos de relacionam duas entidades. Por exemplo, na Figura 5 é possível perceber dois caminhos diferentes pelos quais recursos financeiros podem ter sido movimentados entre duas pessoas, com utilização de interpostas pessoas, trilhas encontradas com o uso da funcionalidade conhecida por “encontrar caminho”. Essa tarefa de rastreamento é complexa, pois envolve muitos caminhos possíveis e perpassa, quando pertinente, pela análise de saldo de contas bancárias, de forma a garantir que o mesmo recurso percorreu todo o caminho entre as entidades. Contudo, em uma teia com milhares de transações financeiras, o rastreamento de valores por meio de grafos se mostrou uma ferramenta capaz de auxiliar na identificação de remetentes ou destinatários de recursos financeiros, bem como para revelar conexões entre pessoas investigadas.

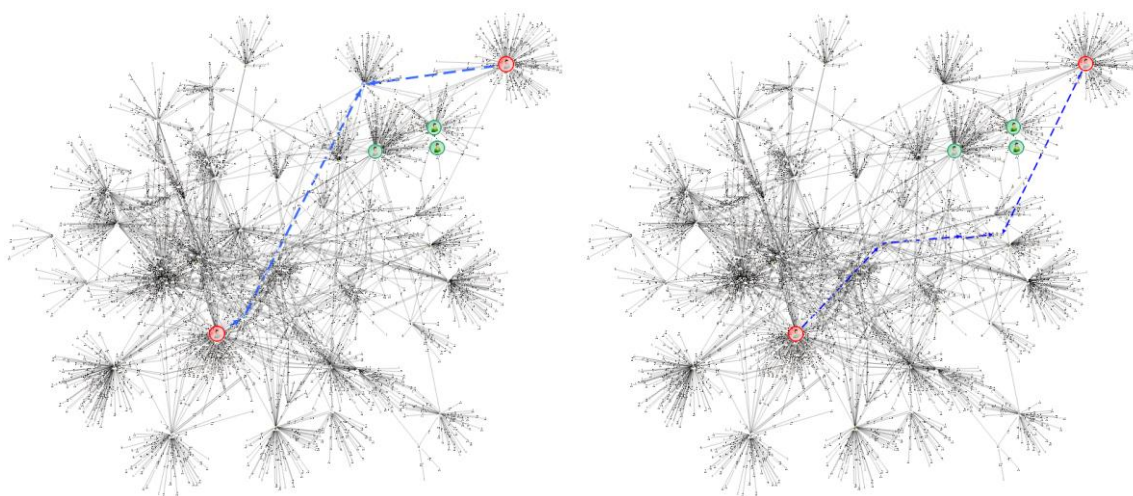


Figura 5 Rastreamento de recursos.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Após essa visão holística de uma rede de transações financeiras, passa-se para uma análise mais profunda com a utilização de grafos que apontam para atividades suspeitas da prática do crime de lavagem de dinheiro. Para formatação dos próximos grafos foram utilizados os dois datasets selecionados para pesquisa.

Na Figura 6, as pessoas em destaque (desenhos com moldura) foram consideradas investigadas. Percebe-se que 20 pessoas atuaram como intermediárias, pois serviram de ligação entre outras pessoas. Observa-se que três pessoas investigadas repassaram indiretamente recursos para um único investigado, valendo para tanto dos intermediários (também chamados de *straw men*). Esse esquema poderia ser enquadrado como típico de operação estruturada para evitar os mecanismos de controle ou simplesmente para não chamar atenção no que se refere ao relacionamento entre as quatro pessoas consideradas investigadas (ocultação ou dissimulação de origem).

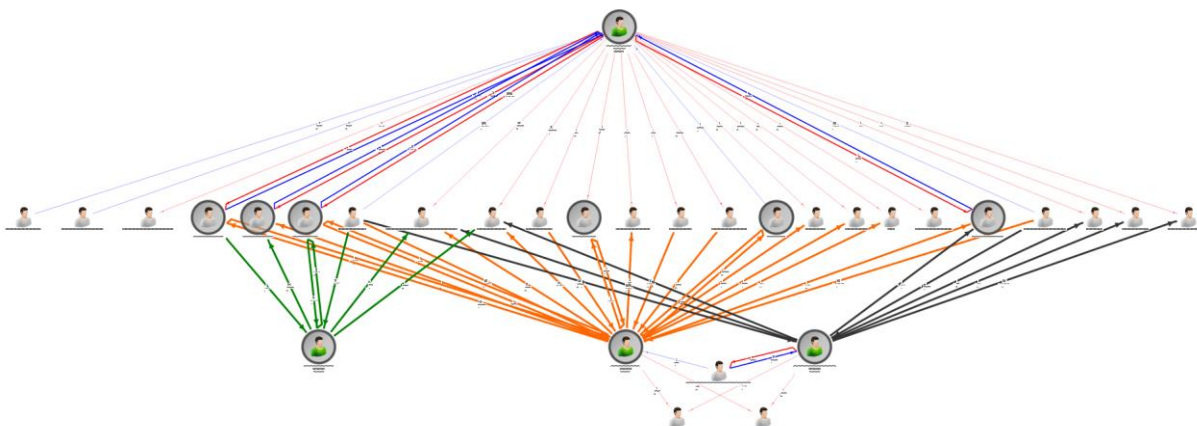


Figura 6 Uso de intermediários (*straw men*) em operações estruturadas.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Figura 7 pode-se observar outra atividade de estruturação de operação. Nesse grafo, um investigado utilizou-se de quatro outros investigados para enviar e receber recursos de diversas pessoas não investigadas. Assim, as contas bancárias desses quatro investigados poderiam ser consideradas contas de passagem (*pooling accounts*), com processamento de grandes volumes de dinheiro e alta frequência de transações, conforme evidenciado com detalhes no grafo ilustrado na Figura 8, sinalizando para ocultação ou dissimulação de movimentação financeira.

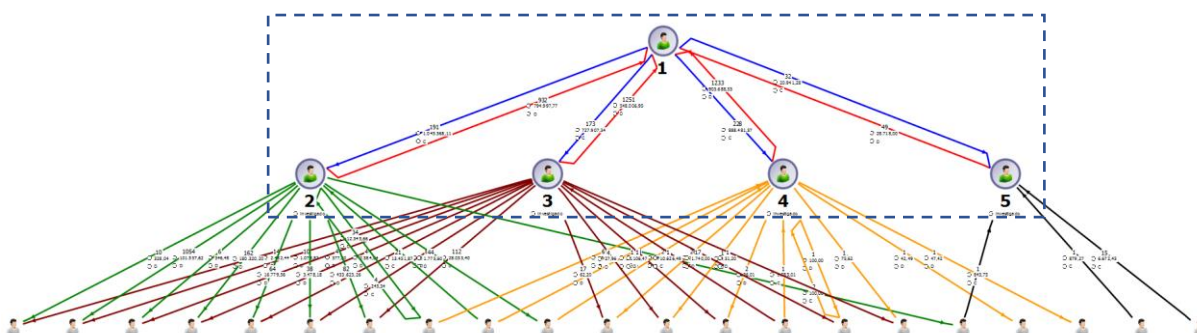


Figura 7 Uso de *pooling accounts* em operações estruturadas.
Fonte: Elaborada pelos autores.

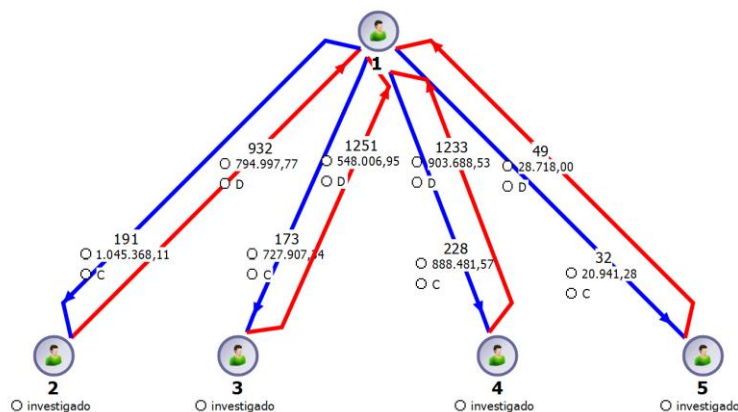


Figura 8 Detalhe do uso de *pooling accounts* em operações estruturadas.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Já no grafo da Figura 9 é possível perceber o elevado volume de transações em espécie não identificadas vinculadas a quatro pessoas consideradas investigados, tanto no que se refere à origem (depósitos) quanto ao destino (saques) dos recursos, o que dificulta o rastreamento de recursos e pode ser indicativo de atividade relacionada ao crime de lavagem de dinheiro (depósitos e saques que apresentem atipicidade). Destaca-se que o investigado 2 movimentou montante superior a 1,3 milhões de reais com origem e destino não identificados e que o investigado 4 apresenta mais de 400 transações em espécie não identificadas, cujo montante ultrapassa 700 mil reais, novamente sugerindo a ocultação ou dissimulação de movimentação financeira.

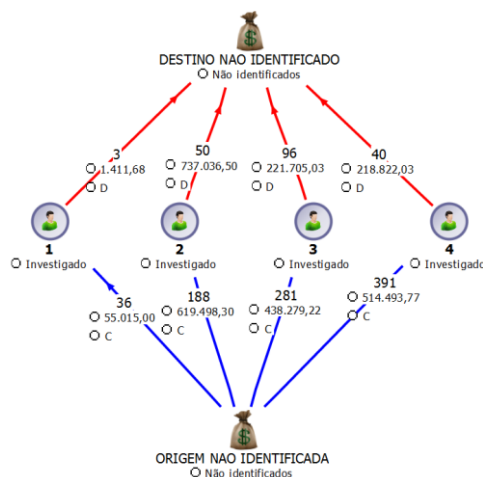


Figura 9 Uso de recursos em espécie.
Fonte: Elaborada pelos autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho caminhou pela contabilidade forense e teve por foco investigar o alcance da análise de movimentações bancárias por meio de grafos, especialmente no que diz respeito à identificação de transações suspeitas de envolvimento com o crime de lavagem de dinheiro.

A técnica baseada em grafos se mostrou útil em vários aspectos. Primeiro na confirmação de ganhos informacionais decorrentes do processo de higienização de datasets. Depois na visualização da rede de transações como um todo, inclusive com indicativo de entidades que se destacam na rede, o que contribui para a análise de contexto muitas vezes promovida pela contabilidade forense.

No que se refere à legislação criminal sobre lavagem de dinheiro, restou claro que os grafos favorecem a descoberta de operações financeiras que buscam ocultar ou dissimular a origem ou movimentação de valores. Transações consideradas, por entidade nacional (BC) e internacional (FATF-GAFI), típicas do crime de lavagem de dinheiro foram identificadas com auxílio dos grafos, sendo que foi possível demonstrar operações estruturadas como uso de *pooling accounts* e *straw men*, além de destacar com mais inteligibilidade o uso de recursos em espécie (depósitos e saques). E mais, os grafos se mostraram uma ferramenta capaz de ajudar no que se refere ao rastreamento de recursos no sistema bancário, podendo contribuir na identificação de caminhos percorridos por recursos em redes financeiras complexas operadas por organizações criminosas.

Vale trazer o entendimento de Robinson & Scogings (2018) de que os órgãos policiais e as agências de inteligência financeira possuem acesso a uma gama de informações dispersas em variados datasets, contendo registros criminais, lançamentos contábeis, relatórios corporativos, relatórios de inteligência policial etc. Com base nesse entendimento e nos

achados da presente pesquisa, acredita-se que os grafos podem revelar não só transações financeiras, mas também relacionamentos societários, comerciais, familiares, telefônicos, entre outros, sendo que a combinação dessas bases por meio de grafos poderia potencializar os resultados da contabilidade forense e, conseqüentemente, da persecução penal.

Rezaee & Wang (2018) alertam que o tema *big data*, ao qual se insere o uso de grafos, tornou-se relevante para a prática e o ensino da contabilidade forense. Para os autores, a demanda e o interesse por *data analytics* continuarão crescendo em ritmo acelerado, provocando a necessária reformulação de cursos e programas de contabilidade forense.

Entretanto, Rikhardsson & Yigitbasioglu (2018) alertam sobre o baixo volume de publicações relacionando contabilidade e *business intelligence & analytics* e Gepp, Linnenluecke, O'Neill & Smith (2018) afirmam haver um distanciamento entre pesquisa e prática no que se trata de contabilidade e tecnologias de *big data*. Ademais, DiGabriele & Huber (2015) analisaram diversos periódicos internacionais que publicaram artigos voltados ao tema contabilidade forense e concluíram pela pouca diversidade nas linhas de pesquisa. Carneiro et al. (2016) entendem que há mais interesse e conhecimento do tema contabilidade forense entre juristas do que entre contadores, revelando uma possível indefinição da classe contábil sobre os caminhos que a contabilidade pode traçar nos próximos anos.

Para pesquisas futuras, recomenda-se o estudo das medidas de centralidade dos grafos nas análises de redes de transações bancárias. Redes altamente centralizadas são dominadas por pessoas que controlam o fluxo de recursos, ao passo que redes pouco centralizadas não possuem um único ponto de movimentação de recursos, dificultando o rastreamento de recursos. Algumas medidas (proximidade, grau, intermediação e *eigenvector*) poderiam auxiliar na identificação de pessoas-chaves, facilitando a contextualização e as análises promovidas pela contabilidade forense, além de contribuir na identificação de transações consideradas típicas do crime de lavagem de dinheiro. E mais, medidas de centralidade poderiam revelar padrões que se repetem nos grafos, de forma a direcionar, com mais rapidez e assertividade, as investigações financeiras de forma geral.

Enfim, conforme ensinamentos de Botes & Saadeh (2018), é necessário explorar o campo da contabilidade forense com perspectivas amplas, sendo que os contadores precisam manter um vínculo permanente entre teoria e prática, identificando riscos e oportunidades para os serviços de contabilidade forense.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akkeren, J. V.; Buckby, S. & MacKenzie, K. (2013). A metamorphosis of the traditional accountant: an insight into forensic accounting services in Australia. *Pacific Accounting Review*, 25(2), 188-216. <http://dx.doi.org/10.1108/PAR-06-2012-0023>.
- American Institute of Certified Public Accountants (2020). *Statement on Standards for Forensic Services*. Recuperado em 13 fevereiro, 2020, de <https://www.aicpa.org/content/dam/aicpa/interestareas/forensicandvaluation/resources/standards/downloadabledocuments/ssfs-no-1.pdf>.
- Association of Certified Fraud Examiners (2018). Report to the Nations: 2018 Global Study on occupational Fraud and Abuse. *Global Fraud Study*, 15(2), 79. Recuperado em 25 maio, 2019, de https://www.acfe.com/uploadedFiles/ACFE_Website/Content/rtn/2018/RTTN-Government-Edition.pdf.

- Assunção, M. D., Calheiros, R. N., Bianchi, S., Netto, M. A. S., & Buyya, R. (2015). Big Data computing and clouds: Trends and future directions. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 79-80, 3–15. <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2014.08.003>.
- Banco Central do Brasil. Carta-Circular nº 3542, de 12 de março de 2012. Divulga relação de operações e situações que podem configurar indícios de ocorrência dos crimes previstos na Lei nº 9.613, de 3 de março de 1998, passíveis de comunicação ao Conselho de Controle de Atividades Financeiras (Coaf). Recuperado em 20 julho, 2019, de <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Carta%20Circular&numero=3542>.
- Biggs, N. L., Lloyd, E. K., & Wilson, R. J. (1998). *Graph Theory 1736-1936*. Oxford University Press.
- Bondy, John A. & Murty, U.S.R (2008). *Graduate Texts in Mathematics: Graph Theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-970-5>.
- Botes, V. & Saadeh, A. (2018). Exploring evidence to develop a nomenclature for forensic accounting. *Pacific Accounting Review*, 30(2), 135-154. <https://doi.org/10.1108/PAR-12-2016-0117>.
- Carneiro, Y. F. F.; Szuster, N.; Siqueira, J. R. M. & Fonseca, A. C. P. D. (2016). Contabilidade Forense: a aplicação da atividade contábil investigativa e sua perspectiva futura no Brasil. *Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ (online)*, 21(3), 56-73. <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rcmccuerj/article/view/26273>.
- Crain, M. A., Hopwood, W. S., Pacini, C., & Young, G. R. (2015). *Essentials of forensic accounting*. 1st Edition. John Wiley & Sons.
- Crumbley, D. L., Heitger, L. E. & Smith, S. (2015). *Forensic and Investigative Accounting*. 7nd Edition. Wolters Kluwer.
- DiGabriele, J. A. & Huber, W. D. (2015). Topics and methods in forensic accounting research. *Accounting Research Journal*, 28(1), 98–114. <http://doi.org/10.1108/arj-08-2014-0071>.
- Financial Action Task Force (2005). *Money Laundering & Terrorist Financing Typologies 2004-2005*. Recuperado em 15 julho, 2019, de <http://www.fatf-gafi.org/publications/methodsandtrends/documents/moneylaunderingandterroristfinancingtypologies2004-2005.html>
- Gamage, P. (2016). New development: Leveraging ‘big data’ analytics in the public sector. *Public Money & Management*, 36(5), 385-390. <https://doi.org/10.1080/09540962.2016.1194087>.
- Gepp, A., Linnenluecke, M., O’Neill, T. & Smith, T. (2018). Big data techniques in auditing research and practice: current trends and future opportunities. *Journal of Accounting Literature*, 40, 102-115. <https://doi.org/10.1016/j.acclit.2017.05.003>.
- Huber, W. D. & DiGabriele, J. A. (2014). Research in forensic accounting - what matters? *Journal of Theoretical Accounting Research*, 10(1), 40-70. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2417402.
- Lei nº 9.613 de 3 de março de 1998 (alterada pelo Lei nº 12.683 de 9 de julho de 2012). Dispõe sobre os crimes de "lavagem" ou ocultação de bens, direitos e valores; a prevenção da utilização do sistema financeiro para os ilícitos previstos nesta Lei; cria o Conselho de Controle de Atividades Financeiras - COAF, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

- Li, X., Cao, X., Qiu, X., Zhao, J. & Zheng, J. (2017). Intelligent Anti-Money Laundering Solution Based upon Novel Community Detection in Massive Transaction Networks on Spark. *Fifth International Conference on Advanced Cloud and Big Data (CBD)*, Shanghai, 176-181. <https://doi.org/10.1109/CBD.2017.38>.
- Louwers, Timothy J. (2015). The past, present, and future (?) of crime-related forensic accounting methodology. *Accounting Research Journal*, 28(1), 4-9. <https://doi.org/10.1108/ARJ-04-2015-0047>.
- Michalak, K., & Korczak, J. (2011). Graph Mining Approach to Suspicious Transaction Detection. *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, Polônia, 69–75.
- Moro, Sergio F. (2010). Crime de lavagem de dinheiro. 1 ed. São Paulo: Saraiva.
- Owojori, A. A & Asaolu, T. O. (2009). The Role of Forensic Accounting in Solving the Vexed Problem of Corporate World. *European Journal of Scientific Research*, 29(2), 183-187.
- Porter, S. F. & Crumbley, D. L. (2012). Teaching interviewing techniques to forensic accountants is critical. *Journal of Forensic & Investigative Accounting*, 4(1), 122-146. http://web.nacva.com/JFIA/Issues/JFIA-2012-1_5.pdf.
- Rezaee, Zabihollah & Wang, Jim (2018). Relevance of big data to forensic accounting practice and education. *Managerial Auditing Journal*, 34(3), 268-288. <https://doi.org/10.1108/MAJ-08-2017-1633>.
- Riahi-Belkaoui, A. (2017). The Architecture of Fraud in the Accounting Environment. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3065381.
- Rikhardsson, P. & Yigitbasioglu, O. (2018). Business intelligence & analytics in management accounting research: status and future focus. *International Journal of Accounting Information Systems*, 29, 37-58. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2018.03.001>.
- Robinson, D. & Scogings, C. (2018). The detection of criminal groups in real-world fused data: using the graph-mining algorithm "GraphExtract". *Security Informatics*, 7(1), 2–16. <https://doi.org/10.1186/s13388-018-0031-9>.
- Salas-Molina, F., Rodriguez-Aguilar, J. A., Pla-Santamaria, D. & García-Bernabeu, A. (2019). On the formal foundations of cash management systems. *Operational Research*. Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s12351-019-00464-6>.
- Segars, A. (2018). Seven Technologies Remaking the World. *MIT Sloan Management Review*. 1-19. Recuperado em 6 junho, 2019, de <https://sloanreview.mit.edu/projects/seven-technologies-remaking-the-world/>.
- Taylor, John (2011). *Forensic Accounting*. 1 ed. Financial Times Prentice Hall/Pearson.
- Wasserman, Stanley & Faust, Katherine (1994). *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1525/ae.1997.24.1.219>.