

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE - CCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE E
SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA - PPGCASA

ITALO BERNARDES ALMEIDA

**A ANÁLISE DE REDES CRIMINAIS COMO INSTRUMENTO
PARA ENFRENTAMENTO AO GARIMPO ILEGAL: UMA
APLICAÇÃO NOS ESTADOS DO AMAZONAS, RORAIMA E
RONDÔNIA**

Manaus

2024

ITALO BERNARDES ALMEIDA

**A ANÁLISE DE REDES CRIMINAIS COMO INSTRUMENTO
PARA ENFRENTAMENTO AO GARIMPO ILEGAL: UMA
APLICAÇÃO NOS ESTADOS DO AMAZONAS, RORAIMA E
RONDÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia.

Orientadora: Maria Teresa Gomes Lopes, Dra.

Coorientador: Bruno Requião da Cunha, Dr.

**Manaus
2024**

Almeida, Ítalo Bernardes

A447a A análise de redes criminais como instrumento para
enfrentamento ao garimpo ilegal: uma aplicação nos estados do
Amazonas, Roraima e Rondônia / Ítalo Bernardes Almeida . 2024
144 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Maria Teresa Gomes Lopes
Coorientador: Bruno Requião da Cunha
Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e
Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Teoria de redes. 2. crime organizado. 3. ouro. 4. Amazônia. I.
Lopes, Maria Teresa Gomes. II. Universidade Federal do
Amazonas III. Título

Dedicatória

“A sociedade que separa seus estudiosos de seus guerreiros terá seu pensamento feito por covardes e sua luta por tolos”

Tucídides, 460 a.C. a 400 a.C.

Dedico esta pesquisa, em primeiro lugar, aos professores, cujos esforços e dedicação são fundamentais para o desenvolvimento das pessoas que constroem nossa sociedade. Minha experiência durante o mestrado evidenciou como a atenção cuidadosa e o comprometimento genuíno com os alunos podem iluminar nossos caminhos, revelando aspectos antes ocultos pela escuridão da ignorância e do desconhecimento.

Os professores, esses profissionais que apesar de muitas vezes não receberem o reconhecimento que merecem, se dedicam a cada aluno, transformando seu potencial em realizações concretas. Com um trabalho meticuloso e personalizado, dedicam tempo, atenção e cuidado, mesmo quando não recebem o mesmo em retorno. Seu empenho é uma fonte inesgotável de inspiração e aprendizado, moldando não apenas o conhecimento acadêmico, mas também o caráter e o futuro de cada um de nós.

Dedico esta pesquisa também aos policiais que, movidos por uma vocação profunda, extrapolam o mero cumprimento do dever para se dedicarem com extraordinário empenho à resolução de problemas que afetam pessoas, muitas vezes desconhecidas. Impelidos por um firme compromisso com a justiça e o desejo de combater os males do nosso mundo, eles frequentemente sacrificam seu próprio tempo, abrindo mão de horas de descanso e momentos preciosos com a família para garantir que aqueles que causam injustiça sejam responsabilizados por suas ações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais por me ensinarem ver o mundo com olhos capazes de enxergar os problemas e ter o coração capaz de se solidarizar a ponto de agir e buscar outros meios para solucionar.

Aos meus irmãos por compartilharem esse aprendizado comigo e serem parceiros fiéis na longa jornada da vida nos momentos de conquistas e naqueles desafiadores.

À minha namorada por estar do meu lado apoiando, me fazendo companhia, me mostrando que é possível ser feliz e leve mesmo com uma série de compromissos na agenda.

Aos amigos com quem compartilhei as muitas dificuldades, discuti soluções e recebi todo tipo de apoio e incentivos para seguir com os planos de me tornar um mestre.

Aos colegas de trabalho, alguns com função de meus chefes, por entenderem as necessidades pessoais e apoiarem esse meu projeto sendo flexíveis e parceiros.

Agradeço à Polícia Federal pela gentileza de fornecer os dados de RIFs utilizados na pesquisa, sem os quais o trabalho seria inviável.

Agradeço minha orientadora, Professora Dra. Maria Teresa, por me mostrar o que é ser um pesquisador e não medir esforços para, mesmo sem saber, reacender em mim o entusiasmo em me dedicar à pesquisa, por sacrificar suas horas de descanso nos fins de semana para revisar os textos, assistir e corrigir minhas apresentações, mesmo com dificuldades diversas.

Ao coorientador, Dr. Bruno Requião, por também dedicar seu tempo em meio aos cuidados da família, aos alagamentos do Rio Grande do Sul, onde vive, para que eu pudesse entender melhor e saber como tirar conclusões do emaranhado matemático que era a base de dados usada na pesquisa.

Ao Dr. Wellington Clay, Dr. Carlos Augusto, Dra. Caroline Bezerra, Dra. Jozane Lima, Dra. Suelen Cristina e Dr. Jaisson Miyosi por aceitarem compor a banca de avaliação e fornecerem valiosas contribuições para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Aqueles que porventura eu não tenha citado, mas que caminharam ao meu lado nessa jornada.

Uma coisa que aprendi estudando redes sociais é que somos uma coletânea de aprendizado das pessoas que estão ao nosso redor. Eu tenho certeza de que essa pesquisa não foi feita apenas por mim, mas por todos vocês.

Muito obrigado!

RESUMO

O garimpo ilegal na Amazônia brasileira tem sido reportado por causar impactos ambientais, sociais e como atividade do crime organizado contra o Estado brasileiro. A organização e estruturação das redes criminais e os mecanismos financeiros que sustentam as atividades de garimpo ilegal na Amazônia pode ser analisada utilizando-se dados de Relatórios de Inteligência Financeira (RIFs) produzidos e difundidos pelo Conselho de Controle de Atividades Financeiras (COAF), que informam sobre transações suspeitas de lavagem de dinheiro e outros ilícitos. O objetivo da pesquisa foi analisar dados de RIFs do COAF referente a transações financeiras realizadas por pessoas suspeitas de praticar atividade de mineração ilegal para caracterizar a estrutura e organização de redes criminais do garimpo ilegal nos estados brasileiros do Amazonas, Roraima e Rondônia. A análise de redes foi utilizada como abordagem metodológica por permitir a identificação de interações e relações entre atores envolvidos na atividade criminosa. A fundamentação teórica se apoia na teoria das redes, usada para identificar padrões de conectividade entre membros de grupos dedicados a atividades criminais. A metodologia envolve a coleta de dados quantitativos e qualitativos dos RIFs e a sua estruturação e apresentação em forma de grafos através do software Gephi, que possibilita a análise da rede criminosa. Os conceitos centrais utilizados na pesquisa incluem medidas de coesão, centralização e posicionamento de atores na rede que permitem o controle do fluxo financeiro vinculado à exploração ilegal do ouro na Amazônia. Os resultados mostram que a rede criminosa é concentrada em poucos atores que controlam a maior parte das transações, sugerindo que a retirada desses atores pode desestabilizar as organizações criminosas a que pertencem e aumentar a capacidade de atuação do Estado no combate à mineração ilegal. A principal contribuição da pesquisa é a proposta de um modelo de análise que pode ser aplicado em investigações de organizações criminosas, auxiliando no planejamento de intervenções policiais mais eficazes.

Palavras-chave: Teoria de redes; crime organizado; ouro; Amazônia.

ABSTRACT

Illegal small-scale mining in the Brazilian Amazon has been reported to cause environmental and social impacts, and to be an activity involving organized crime against the Brazilian state. The organization and structuring of criminal networks and the financial mechanisms supporting illegal mining activities in the Amazon can be analysed using data from Financial Intelligence Reports (RIFs) produced and disseminated by the Brazilian Council for Financial Control (COAF), which report suspicious transactions related to money laundering and other illicit activities. The objective of the research was to analyse COAF RIFs data regarding financial transactions carried out by individuals suspected of engaging in illegal mining, in order to characterize the structure and organization of criminal networks involved in illegal mining in the Brazilian states of Amazonas, Roraima, and Rondônia. Network analysis was used as a methodological approach because it allows the identification of interactions and relationships among actors involved in criminal activities. The theoretical framework is based on network theory, which is used to identify connectivity patterns among members of groups engaged in criminal activities. The methodology involves collecting quantitative and qualitative data from RIFs and structuring and presenting it in the form of graphs using Gephi software, which enables the analysis of the criminal network. The central concepts used in the research include measures of cohesion, centralization, and the positioning of actors in the network, which allow the control of the financial flow linked to illegal gold mining in the Amazon. The results show that the criminal network is concentrated in a few actors who control most of the transactions, suggesting that removing these actors could destabilize the criminal organizations they belong to and increase the state's capacity to combat illegal mining. The main contribution of the research is the proposal of an analytical model that can be applied in investigations of criminal organizations, aiding in the planning of more effective police interventions.

Keywords: Network theory; organized crime; gold; Amazon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pré-cambriano na Amazônia: principais depósitos minerais.....	37
Figura 2 - Produção de ouro por estado na região Norte do Brasil	42
Figura 3 . Divisão política do Amazonas.	45
Figura 4 . Roraima, áreas institucionais.	46
Figura 5 . Rondônia, hidrografia e rodovias.....	47
Figura 6 . As pontes de Koningsberg	48
Figura 7 . Grafo de Euler representando as pontes de Koningsberg	48
Figura 8 . Grau de intermediação	56
Figura 9 . Estrutura em "sempre-vivas" dos dados de RIF.....	61
Figura 10 . Grafo da rede não dirigida completa.....	63
Figura 11 . Distribuição de grau	64
Figura 12 . Distribuição de grau ponderado.	65
Figura 13 . Grau de intermediação	68
Figura 14 . Comunidades da rede segundo a modularidade.....	71
Figura 15 . Comparação do grafo sem (esquerda) e com (direita) aplicação de filtro de grau maior que 1	72
Figura 16 . Distribuição de grau.....	73
Figura 17 . Distribuição de grau ponderado, grau maior que 1.....	75
Figura 18 . Comunidades segundo modularidade, rede com filtro.....	78
Figura 19 . Grafo dirigido, grau maior ou igual a dois.....	87
Figura 20 . Evolução do tamanho da componente gigante após cada ciclo de remoção.....	94
Figura 21 . Grupos isolados da componente gigante.....	94
Figura 22 . Isolamento de grupos por ciclo.	95
Figura 23 . Evolução do tamanho da componente gigante após cada ciclo de remoção (rede com filtro de grau maior ou igual a 2).....	96
Figura 24 . Exclusão aleatória de nós.....	96
Figura 25 . Evolução do tamanho da componente gigante a cada ciclo de remoção (RIF 81042_AM01)	98
Figura 26 . RIF 81042_AM01: arquitetura da rede antes da remoção (A) e após a remoção (B).	99
Figura 27 . Evolução do tamanho da componente gigante a cada ciclo de remoção (RIF53660_RR01).....	100

Figura 28. RIF 53660_RR01 – Arquitetura da rede nos quatro primeiros ciclos de exclusão seletiva de nós.....	101
Figura 29. Evolução do tamanho da componente gigante a cada ciclo de remoção (RIF 65266_RO02).	102
Figura 30. Região central (esquerda) e periférica (direita) da rede.	102
Figura 31. RIF 65266_RO02 - Arquitetura da rede após os ciclos de exclusão seletiva de nós.	103
Figura 32. RIF 65266_RO02 – Isolamento de grupos após cada ciclo de remoção ...	103
Figura 33. Nó relacionado a quatro RIFs diferentes.....	128
Figura 34. Rede egocêntrica de “JLL7J67600ALL” com profundidade 1.....	130
Figura 35. Rede egocêntrica de “JLL7J67600ALL” com profundidade dois.....	131
Figura 36. Rede egocêntrica de “K66H68900AKN” com profundidade 1	132
Figura 37. Rede egocêntrica de “K66H68900AKN” com profundidade dois	133
Figura 38. Conexões de segundo grau com RIFs diferentes	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de arestas por RIF	62
Tabela 2. Dez maiores graus da rede	64
Tabela 3. Dez maiores graus ponderados (em milhões de reais).....	66
Tabela 4. Transações de maiores valores (em milhões) com um indivíduo	66
Tabela 5. Grau de intermediação	67
Tabela 6. Centralidade de autovetor	68
Tabela 7. Centralidade de proximidade, rede completa	69
Tabela 8. Comparação distribuição de arestas por RIF	73
Tabela 9. Dez maiores graus da rede, grau maior ou igual a dois.	74
Tabela 10. Grau ponderado (em milhões de reais) com grau maior ou igual a dois.	75
Tabela 11. Grau de intermediação, grau maior que dois.	76
Tabela 12. Centralidade de autovetor, grau maior que 1.	77
Tabela 13. Centralidade de proximidade, grau maior que um.....	77
Tabela 14. Quantidade de arestas por RIF, rede não dirigida.....	79
Tabela 15. Dez maiores graus de centralidade, rede dirigida.	80
Tabela 16. Dez maiores graus de entrada.	81
Tabela 17. Dez maiores graus de saída.....	82
Tabela 18. Grau ponderado (em milhões), rede direcionada.....	82
Tabela 19. Grau ponderado de entrada (em milhões).....	83
Tabela 20. Recebimentos de maiores valores (em milhões) para um indivíduo.	84
Tabela 21. Maiores envios de valores (em milhões) para um indivíduo.	85
Tabela 22. Grau de intermediação, rede dirigida.....	86
Tabela 23. Dez maiores graus de centralidade, rede dirigida, grau maior ou igual a dois.....	88
Tabela 24. Dez maiores graus de entrada, grau maior ou igual a dois.	88
Tabela 25. Grau de saída, grau maior ou igual a dois.....	89
Tabela 26. Grau ponderado (em milhões), rede direcionada, grau maior que dois.....	89
Tabela 27. Grau ponderado de entrada (em milhões) grau maior que dois.....	90
Tabela 28. Maiores recebimentos de valores (em milhões) por um indivíduo.....	90
Tabela 29. Grau ponderado de saída (em milhões) grau maior que dois.	91
Tabela 30. Maiores envios de valores (em milhões) para um indivíduo, grau maior que dois.	92
Tabela 31. Centralidade de intermediação e grau.....	129

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	18
2.1. Objetivo Geral	18
2.2. Objetivos Específicos	18
3. REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1. Garimpo na Amazônia, a história e geografia	18
3.1.1. O conceito de garimpo.....	18
3.1.2. Chegada do garimpo à Amazônia.....	23
3.1.3. O Garimpo nos estados do Pará, Roraima, Rondônia e Amazonas.....	27
3.2. A atual corrida do ouro na Amazônia.....	37
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
4.1. Espaço geográfico da Pesquisa.....	43
4.2. Teoria de redes	47
4.3. Dados utilizados	49
4.4. Tratamento dos dados.....	52
4.5. Análise de redes utilizando o software Gephy (versão 0.10.1)	55
4.6. Análises realizadas / Método experimental	58
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5.1.1. Tipo dos dados	60
5.1.2. Rede completa não dirigida	62
5.1.3. Realização de filtro de grau maior que 1	71
5.1.4. Rede dirigida.....	79
5.1.5. Realização de filtro	86
5.1.6. Método experimental – Neutralização Seletiva de Alvos de Alto Retorno. 92	
5.2. ANÁLISE QUALITATIVA DA REDE	104
5.2.1. Pessoas identificadas como relevantes na rede.....	105
5.2.2. Identificação de funções na rede	113
5.2.3. Descrição dos nós	116
5.3. ANÁLISE DE TOPOLOGIA.....	127
6. CONCLUSÕES.....	135

REFERÊNCIAS.....	137
------------------	-----

1. INTRODUÇÃO

A história do Brasil está intimamente ligada à mineração de ouro. No século XVII, rumores sobre a existência de ouro no interior do continente incentivaram expedições chamadas "bandeiras", que buscavam encontrar jazidas e capturar indígenas para trabalho escravo. A descoberta de grandes quantidades de ouro na região de Ouro Preto/MG atraiu muitas pessoas, levando à formação de uma cidade com infraestrutura governamental. A exploração do ouro tornou Vila Rica o núcleo urbano mais populoso do Brasil, com a Estrada Real conectando-a ao Rio de Janeiro, então capital, e sendo o principal eixo de desenvolvimento econômico e social no século XVIII (Calaes, 2009).

Fluxos migratórios significativos ocorreram em períodos mais recentes, como na mineração de Serra Pelada, no Pará, que na década de 1980 atraiu 80.000 garimpeiros para uma cidade improvisada, causando grande impacto ambiental (Kotscho, 1984). O governo militar da época adotou medidas para assegurar as condições de vida na região, criando regras que exigiam autorização prévia para a entrada de garimpeiros e comerciantes na área da mina, além de proibir a entrada de mulheres, armas e bebidas alcoólicas. Mais de 100 servidores públicos de órgãos federais foram enviados ao garimpo para atender às necessidades dos trabalhadores.

Em meados de 2019, período a que os dados da presente pesquisa fazem referência, falava-se de nova corrida do ouro na Amazônia. A rápida valorização do metal no período da pandemia de COVID-19 aliada ao crescimento da taxa de desemprego no Brasil no mesmo período, fez com que grande quantidade de pessoas se deslocasse de diversas regiões do país e por vezes do exterior para trabalhar com o garimpo. Esse fluxo de pessoas foi principalmente para a região oeste do estado do Pará, rios Japurá e Jutáí no Amazonas e Terra Indígena Yanomami em Roraima.

O aumento do garimpo ilegal tem levado ao crescimento das taxas de desmatamento e de alertas emitidos pelo Sistema de Detecção de Desmatamentos em Tempo Real (DETER) do INPE, que usa imagens de satélite para monitorar essas atividades. Notícias sobre novas frentes de garimpo, especialmente em Roraima, Amazonas e Pará, são frequentemente divulgadas na mídia nacional (Bridi e Zero, 2023). A maioria dessas operações é claramente ilegal, já que não havia lavras autorizadas no Amazonas e Roraima na época, e as novas lavras em Rondônia frequentemente estão dentro de Terras Indígenas.

A atividade de garimpo ilegal tem sido a causa de graves danos ambientais e sociais na Amazônia brasileira nos anos recentes (MAPBIOMAS, 2022). Estudos apontam o uso de mercúrio de maneira descontrolada pelo garimpo nas bacias dos principais rios da região (Marques *et al.*, 2022).

As principais áreas de mineração artesanal com uso de mercúrio (garimpos) na Amazônia Legal estão em Mato Grosso, nas regiões de Pontes Lacerda, Alta Floresta e Poconé; no Pará, na Bacia do Tapajós e Serra Pelada; no Rio Madeira, desde suas nascentes no Peru até Rondônia e Amazonas; e no Amazonas, com pelo menos três áreas: a divisa leste, continuando a Província Tapajós, o centro-oeste no Rio Jutai, e o extremo oeste na fronteira com a Colômbia, além de áreas nos afluentes do Rio Juruá (Marques *et al.*, 2022).

A Lei 7.805/1989, que cria o regime de Permissão de Lavra Garimpeira indica que o garimpeiro só pode extrair minerais autorizados pela Agência Nacional de Mineração (ANM), pois a licença ambiental foi emitida considerando apenas os impactos da extração daquele mineral específico. Expandir a extração sem autorização implicaria em novos danos e exigiria estudos ambientais adicionais. O garimpeiro deve seguir as normas técnicas da ANM e do órgão ambiental, garantindo a segurança do empreendimento e de terceiros. Além disso, é obrigação do responsável pelo garimpo proteger o meio ambiente, incluindo o tratamento de efluentes. Caso cause danos a terceiros, o garimpeiro será responsabilizado. No entanto, ao atuar ilegalmente, sem autorização da ANM, o garimpeiro desconsidera as normas ambientais e outras leis, causando diversos impactos.

A não observância da legislação ambiental resulta na contaminação das águas com produtos químicos como derivados de petróleo e mercúrio. Este último, muito associado à lavra rudimentar do ouro, é um elemento de alta toxicidade que contamina o ambiente ao ser lançado à natureza como resíduo líquido ou como vapor resultante da queima de amálgamas de ouro (Dalu *et al.*, 2023). Devido à sua estabilidade química, permanece como contaminante por longo prazo causando problemas em toda a cadeia alimentar, desde as algas de rios aos grandes peixes carnívoros e ao fim à população humana que os consome (Marques *et al.*, 2022). O mercúrio quando ingerido por animais na forma de metilmercúrio (MeHg) é acumulado no sistema nervoso central podendo causar paralisia cerebral, deficiência mental, disfunções motoras, tremores e convulsões (Moreira *et al.*, 2020).

O garimpo tem sido também o motivo de desmatamentos e destruição dos leitos dos rios por dragas com o consequente assoreamento, sem contar os danos sociais às

comunidades indígenas que veem suas terras e rios que outrora serviram como fonte de alimentos ser contaminadas por produtos químicos e perder a biodiversidade. Além disso alguns locais considerados sagrados por povos tradicionais ou usados como moradia muitas vezes são destruídos para a abertura de novas lavras (Cunha, 2022). O garimpo descontrolado é associado também ao “cenário catastrófico” dos casos de malária em comunidades Yanomami ao causar a retirada da cobertura florestal, criar piscinas de água com atividade de dragas resultando em desequilíbrio do ecossistema (Martins-Filho *et al.*, 2023).

Como agravante a atividade dos garimpeiros vem se intensificando. Alguns estudos apontam para o crescimento acelerado dos problemas ambientais como o desmatamento no interior de Terras Indígenas devido ao aumento da atividade garimpeira ilegal. Na Amazônia a supressão vegetal aumentou 129% e avançou ao interior das bordas 30% a mais no período de 2019 a 2021 se comparado a 2013 a 2018 (Silva-Junior *et al.*, 2023). O crescimento vertiginoso de frentes de garimpo na Amazônia motivou alguns autores a falarem de uma atual corrida do ouro na Amazônia. A intensificação da corrida pode ser observada pelo aumento da movimentação de embarcações e da complexidade da logística do garimpo.

Em meio à crise política no Brasil ocorrida de 2016 em diante, o cenário se agravou. Com o sucateamento progressivo das Instituições de proteção ambiental, essa nova corrida do ouro foi se desenhando. As duas regiões de Roraima mais afetadas pelo garimpo ilegal, rios Mucajaí e Uraricoera, tiveram o tráfego de embarcações multiplicado e ali a complexidade da logística também se tornou maior (Machado *et al.*, 2021).

O crescimento do garimpo ilegal atraiu a atenção das autoridades e pesquisadores, resultando em mais operações policiais e de fiscalização ambiental. O Estado brasileiro, através de órgãos como Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), Polícia Federal e Ministério Público Federal, combate o garimpo ilegal, fiscalizando, apreendendo ou destruindo equipamentos e investigando os envolvidos nos crimes. Essas investigações, embora eficazes em processar os responsáveis, focam principalmente em identificar criminosos diretamente ligados ao garimpo. No entanto, há pessoas que, apesar de não estarem diretamente envolvidas na extração ilegal, desempenham papéis de apoio essenciais, como fornecimento de insumos e logística, sendo consideradas "membros da cadeia produtiva", exercendo funções chave de apoio como fornecimento de insumos legais (alimentos, combustíveis, peças de manutenção de

equipamentos) e ilegais (mercúrio, explosivos, armas), funções de logística e administrativa e que são fundamentais para o funcionamento de muitos desses pequenos grupos criminosos.

Para existir uma atividade ilícita de grande magnitude como o garimpo ilegal na Amazônia é necessário também que exista toda uma rede de suporte. Essa rede de suporte é composta pelos membros da cadeia produtiva, anteriormente citados. Há também aqueles que prestam serviços fundamentais para o funcionamento do garimpo como pilotos de aeronave, comerciantes de combustível e mecânicos de motores.

As atividades que prestam serviços para o funcionamento do garimpo são descritas na portaria nº 361/2014 do Departamento Nacional de Produção Mineral em seu artigo 7º, parágrafo 2º como membros da cadeia produtiva: § 2º Os membros da cadeia produtiva são todos os agentes que atuam em atividades auxiliares do garimpo, tais como piloto de avião, comerciante de suprimento ao garimpo, fornecedores de óleo combustível, equipamento e outros agentes (Brasil, 2014). O enfrentamento do Estado, porém, muitas vezes não age sobre os membros da cadeia produtiva que são colocados em segundo plano. Porém, a interrupção de suas atividades muito provavelmente acarretará a interrupção do crime de garimpo ilegal.

O crime organizado, antes focado principalmente em tráfico de drogas, armas e pessoas, expandiu suas atividades para incluir crimes ambientais, devido à valorização crescente dos recursos naturais. Organizações criminosas aproveitam suas estruturas, como rotas seguras e agentes públicos corrompidos, para transportar ouro, material biológico e outros ilícitos. A conexão entre crimes ambientais e outros crimes torna obsoletos os métodos de investigação que os tratam de forma separada (Van Uhm e Nijman, 2022).

Reconhecer a atuação de organizações criminosas no garimpo ilegal é crucial, pois, ao contrário do crime comum, o crime organizado opera de forma estruturada, com tarefas divididas entre financiadores, recrutadores, distribuidores e uma hierarquia definida (Basu e Sen, 2021). Grupos altamente organizados e disciplinados podem usar violência ou corrupção para controlar bens e serviços visando lucro (Wyatt *et al.*, 2020). Embora esses estudos foquem no tráfico de animais selvagens, uma estrutura semelhante existe no garimpo ilegal, envolvendo financiadores, donos de máquinas, garimpeiros, pilotos e fornecedores de combustível (Brasil, 2014).

Estudos demonstram que organizações criminosas possuem estrutura organizacional diferente do crime comum. Os membros de uma organização criminosa

e suas relações podem ser analisados como uma rede social que conecta através de influência pessoas do governo, da justiça criminal e criminosos de níveis dos mais distintos (Mcillwain, 1999). O conceito de rede social pode ser compreendido como “estrutura social composta por pessoas e/ou organizações, que estão conectados por diferentes tipos de relações, nas quais os seus membros compartilham de valores e objetivos comuns” (Ferreira, 2015).

Diante dessa percepção a ciência de redes foi escolhida como metodologia para este trabalho, uma vez que permite identificar em redes sociais, como a do garimpo, aquelas pessoas que, de acordo com as transações que realizam, podem estar em posições estratégicas dentro de organizações criminosas ou que mesmo fora da organização criminosa recebem benefícios relacionados às atividades ilegais ou que executam tarefas que favoreçam a manutenção do garimpo ilegal.

Identificar pessoas em posições estratégicas pode ajudar os órgãos públicos a adotarem novas abordagens para combater o garimpo ilegal. Segundo Johnson (2019), a dissuasão, ou *deterrence*, é a teoria de que penalidades criminais não apenas punem, mas também desencorajam outros de cometerem crimes semelhantes. Portanto, ao atingir também aqueles que contribuem indiretamente para o garimpo ilegal, as ações policiais podem desestimular mais pessoas a se envolverem nesse mercado, mesmo que indiretamente.

As redes sociais criminais possuem características específicas e desafios particularmente difíceis devido a sua capacidade de resiliência o que impõe obstáculos às agências de investigação e fiscalização (Cavallaro *et al.*, 2020). Assim, na ciência de redes há ainda uma área de especialização dedicada ao estudo de grupos criminosos, a Análise de Redes Criminais, que aplica os métodos da ciência de redes, porém com foco na investigação de redes compostas por pessoas cuja intenção seja a prática de crimes. A Análise de Redes Criminais pode também complementar outras ferramentas de investigação como a identificação de indivíduos centrais para investigação adicional, uso como informantes ou aplicação direcionada da lei, uma prática comum para analistas de redes criminais que tem implicações para o controle do crime (Bichler, 2019).

Ao buscar meios de aumentar o poder de dissuasão das investigações policiais sobre esse tipo de crime, a presente pesquisa pretende contribuir para o combate ao garimpo ilegal e favorecer a execução do garimpo regular, seguindo os limites da legislação brasileira, aproximando-se de ser uma atividade ambientalmente sustentável. Este trabalho teve como objetivo analisar dados de Relatórios de Inteligência Financeira

do COAF referente a transações financeiras realizadas por pessoas suspeitas de praticar atividade de mineração ilegal para caracterizar a estrutura e organização de redes criminais do garimpo ilegal nos estados brasileiros do Amazonas, Roraima e Rondônia.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar dados de Relatórios de Inteligência Financeira do COAF referente a transações financeiras realizadas por pessoas suspeitas de praticar atividade de mineração ilegal para caracterizar a estrutura e organização de redes criminais do garimpo ilegal nos estados brasileiros do Amazonas, Roraima e Rondônia.

2.2. Objetivos Específicos

- Descrever quantitativamente e qualitativamente a rede criminal do garimpo ilegal nos estados do Amazonas, Rondônia e Roraima;
- Identificar e descrever a existência de atividades especializadas dentro da rede criminal do garimpo nesses estados;
- Identificar a participação de pessoas em diferentes grupos de atividades no mesmo estado e/ou em estados diferentes;
- Descrever o fluxo financeiro dentro da rede criminal do garimpo nesses estados;
- Identificar quais os atores podem trazer maior impacto à rede do garimpo quando retirados dessa rede; e
- Caracterizar como o garimpo ilegal agride a sustentabilidade ambiental na Amazônia.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Garimpo na Amazônia, a história e geografia

“Pensar o passado para compreender o presente e idealizar o futuro.”

(Heródoto)

3.1.1. O conceito de garimpo

A história do Brasil tem íntima relação com a mineração do ouro. Já nos séculos XVI e XVII, quando a ocupação do atual território brasileiro por europeus se dava preponderantemente na faixa litorânea, as notícias de minas de prata na América espanhola motivaram algumas expedições, chamadas de “bandeiras”, a adentrar o território buscando por indígenas a serem escravizados e jazidas de ouro e de prata a serem exploradas. Um dos exemplos são as expedições capitaneadas pelo bandeirante Afonso Sardinha, na região de São Paulo em fins do século XVI. Sobre essas expedições Pacheco Neto (2015) comentou: “Essa foi uma típica expedição de dupla intencionalidade, ou seja, prestava-se ao apresamento indígena e à prospecção mineral”. Outras expedições, mais tardias, adentravam ainda mais o território. O bandeirante Bueno Filho, conhecido como Ahanguera, realizou no ano de 1722 viagem com o objetivo de descobrir minas de ouro no interior do continente.

Bueno filho regressou para São Paulo depois de ter garimpado durante vinte anos nas Minas Gerais. Organizou então uma bandeira rumo ao sertão dos índios Goiá que visitara aos doze anos de idade em companhia de seu pai, certo de que nesse lugar encontraria as minas de ouro cujo produto viu reluzir nas mulheres dessa tribo [...] depois de viajar durante três anos e três meses pelo sertão, principalmente o de Goiás, ele entrou em São Paulo no dia 21 de outubro de 1725, com 40 dos 150 homens que com ele tinham partido, para comunicar às autoridades o descobrimento de ouro em cinco ribeirões (Curado, 2021).

O encontro de ricas jazidas de ouro na região onde hoje estão localizadas as cidades de Ouro Preto e Mariana, em Minas Gerais atraiu um contingente populacional sem precedentes na história do Brasil. Ouro Preto, cujo nome à época era Vila Rica, chegou a ter uma população entre 12.000 e 16.000 habitantes, sendo considerada um grande centro urbano das Américas naquele tempo.

Vila Rica teria assim uma população entre 12.000 e 16.000 habitantes. Essa cifra parece pouco significativa frente às avançadas por outros historiadores, mas é elevada se a comparamos a de outras povoações de Minas Gerais, do Brasil ou mesmo de Portugal (Fonseca e Venancio, 2014).

Nesse contingente populacional não estavam apenas as pessoas dedicadas à lavra do ouro. Junto com eles surgiram os primeiros cultivos de alimentos e posteriormente a pecuária, ambos dedicados a abastecer com alimentos as comunidades que surgiam.

Conforme crescia a população e a extração de ouro na Vila Rica aumentava também a necessidade da presença da Coroa portuguesa para fiscalizar a produção mineral e cobrar os impostos devidos além de garantir o funcionamento das instituições e boa convivência entre os habitantes. Para isso foi montada uma estrutura de governo local com câmara, cadeia, paróquia, entre outros.

É nesse contexto que surge o termo “garimpeiro”. Durante o ciclo do ouro no Brasil a Coroa portuguesa estabeleceu impostos sobre o ouro extraído. Para fiscalizar a atividade de mineração e controlar o contrabando das riquezas produzidas foram adotados procedimentos e estruturas como a casa dos contos, local onde era realizada a contabilidade dos impostos sobre o ouro.

Buscando evitar o pagamento de impostos, algumas pessoas começaram lavar o ouro em áreas que não eram alcançadas pela fiscalização da Coroa. Eram locais mais distantes, nos topos das colinas, chamados como grimpas. Geralmente os que buscavam essas áreas eram pessoas “que, através de um ato subversivo por parte daqueles que tiveram coragem de se arriscar e se embrenhar pelo proibido.” (De Paula, 2016) Assim, o autor argumenta que o garimpeiro era o nome dado àquele trabalhador que não concordava com as condições impostas pela Coroa para a produção do ouro e se arriscava a descumprir a lei ou ao escravo fugido que encontrava naquelas áreas um local para viver em liberdade e produzir seu sustento com a mineração.

Estes homens se escondiam nas grimpas (ponto mais alto de uma colina, montanha ou qualquer tipo de edificação) com o intuito de garimparem fora dos domínios do fisco, mesmo conscientes das rigorosas punições. Nas regiões de extração, existiam lugares de difícil acesso. (De Paula, 2016)

Ainda sobre esse termo, há autores que reforçam que o termo está relacionado à ilegalidade, marginalidade e repressão da força de trabalho.

O termo garimpeiro emergira na região das minas em inícios do século XVIII e designava aqueles que, desrespeitando a legislação da coroa portuguesa, mineravam as jazidas localizadas em pontos ermos do território, escondidas nas “grimpas” das serras. Neste sentido, a própria etimologia da palavra garimpeiro já denotava ilegalidade, marginalidade e repressão da força de trabalho (Costa, 2007).

Outros complementam que o termo seria alterado para “garimpeiro” ou “garimpo” como é conhecido atualmente, por mudança fonética relacionada à oralidade.

Ainda sobre o termo garimpeiro, a hipótese de que com o passar do tempo, por meio da epêntese da vogal “a”, provavelmente uma mudança fonética advinda da oralidade, pode ser comprovada através de registros escritos em que foi utilizada a sequência fonética anterior às modificações. (De Paula, 2016)

Ainda hoje o termo remete a ilegalidade ou atividade irregular, porém, a atividade garimpeira é regulamentada em lei. A atividade é expressa na Constituição Federal de 1988, que garante, inclusive, prioridade de cooperativas de garimpo na autorização ou concessão de pesquisa ou lavra.

Art. 174. Como agente normativo e regulador da atividade econômica, o Estado exercerá, na forma da lei, as funções de fiscalização, incentivo e planejamento, sendo este determinante para o setor público e indicativo para o setor privado.

[...]

§ 3º O Estado favorecerá a organização da atividade garimpeira em cooperativas, levando em conta a proteção do meio ambiente e a promoção econômico-social dos garimpeiros.

§ 4º As cooperativas a que se refere o parágrafo anterior terão prioridade na autorização ou concessão para pesquisa e lavra dos recursos e jazidas de minerais garimpáveis, nas áreas onde estejam atuando, e naquelas fixadas de acordo com o art. 21, XXV, na forma da lei (Brasil, 1988).

Há ainda no ordenamento jurídico brasileiro outros normativos que tratam especificamente do tema. A lei 11.685 de 2008, que institui o Estatuto do Garimpeiro, define, dentre outras coisas o que é garimpeiro e garimpo.

Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei entende-se por:

I - garimpeiro: toda pessoa física de nacionalidade brasileira que, individualmente ou em forma associativa, atue diretamente no processo da extração de substâncias minerais garimpáveis;

II - garimpo: a localidade onde é desenvolvida a atividade de extração de substâncias minerais garimpáveis, com aproveitamento imediato do jazimento mineral, que, por sua natureza, dimensão, localização e utilização econômica, possam ser lavradas, independentemente de prévios trabalhos de pesquisa, segundo critérios técnicos do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM

III - minerais garimpáveis: ouro, diamante, cassiterita, columbita, tantalita, wolframita, nas formas aluvionar, eluvional e coluvial, scheelita, demais gemas, rutilo, quartzo, berilo, muscovita, espodumênio, lepidolita, feldspato, mica e outros, em tipos de ocorrência que vierem a ser indicados, a critério do DNPM (Brasil, 2008).

Assim, entende-se garimpeiro é a pessoa física que trabalha diretamente na extração de minerais garimpáveis, não sendo incluídos aqueles que trabalhem em atividades acessórias como motorista, gerente, financiador etc., ainda que executem essas atividades dentro de áreas de garimpo. A lei exclui também a possibilidade tanto de pessoa jurídica quanto estrangeiro serem considerados garimpeiros, e define que é necessário que a pessoa atue na extração de um dos minerais relacionados no inciso III.

Já o conceito de garimpo trata do local de onde são extraídos os minerais relacionados no inciso III, desde que seja feito de forma a aproveitar o jazimento imediatamente e que, este, por suas características não exija a pesquisa para iniciar a exploração. A lei não dá maiores detalhamentos, porém, uma das interpretações possíveis é que o aproveitamento imediato é aquele em que não será necessário um beneficiamento complexo, com uso de máquinas, e que a jazida mineral a ser lavrada, por suas características também não exija prévio estudo geológico uma vez que estaria em camadas superficiais, em pequena área e com grande concentração do material garimpável.

Outra lei, o Código de Mineração de 1967 (Brasil, 1967) que trata do tema de garimpo e altera o Código de Minas, relaciona a atividade do garimpo a características de rudimentariedade. Esse decreto, ainda em vigor, apresenta um rol das características da atividade de garimpagem:

Art. 72. Caracteriza-se a garimpagem, a faiscação e a cata:

I - pela forma rudimentar de mineração;

II - pela natureza dos depósitos trabalhados; e,

III - pelo caráter individual do trabalho, sempre por conta própria (BRASIL, 1967).

Sobre esse trecho, O Ministério Público Federal (MPF) considerou que “O garimpeiro, portanto, ainda que cooperado, define-se pela individualidade, pela tradicionalidade e pela rudimentariedade de sua profissão: a picareta e a bateia fazem-se ainda presentes, mesmo se incorporadas a maquinário simplificado, portátil.” (Brasil, 2020).

Uma das possíveis interpretações dessa norma é a de que o garimpeiro é aquela pessoa que, trabalha sem o uso de máquinas ou equipamentos industriais, de maneira individual, sem financiamento de terceiros e em depósitos minerários simples, não muito profundos e com grande concentração do metal a ser lavrado.

Essas características diferem a atividade garimpeira da atividade minerária industrial. Esta última, feita em grande escala, possui uma série de condicionantes e restrições legais não exigidas do garimpeiro como a obrigação de pesquisa geológica prévia, Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) completo, Relatório Anual de Lavra completo entre outros documentos que para o garimpeiro, quando exigidos, o são na forma simplificada.

Na mineração industrial, a concentração de ouro por tonelada de material extraído pode ser muito baixa, exigindo processamento intenso do mineral para a obtenção do metal, também por isso o volume de mineral extraído é muito grande, o que exige máquinas complexas como caminhões e tratores entre outros. Sobre essas diferenças o MPF considera que:

Nesse contexto, a linha traçada entre o garimpo e a atividade minerária economicamente organizada é bem clara, na medida em que à ideia de rudimentariedade opõe-se à modernização preconizada, sobretudo, pelo Código de Mineração de 1967, que define a lavra não tradicional como “conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração das substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento das mesmas”, submetendo-a à necessidade de prévia pesquisa da jazida a ser explorada, conforme arts. 14, 36 e 37 do Decreto-Lei nº 227/1967 (Brasil, 2020).

Dessa interpretação, compreende-se que a mineração por garimpo é diferenciada da mineração industrial pela simplicidade ou rudimentariedade com que o primeiro é executado, não exigindo estudos geológicos complexos, grandes cavas de mineração e uso de maquinário como caminhões e tratores. Todas estas características dizem respeito à mineração industrial.

Diante do exposto, depreende-se que o termo “garimpeiro” teve sua gênese ainda no período colonial brasileiro, quando era diretamente relacionado a uma atividade ilegal, que buscava fugir ao fisco realizando a mineração nas “grimpas” ou partes altas de morros. Porém, com o decorrer do tempo a profissão foi reconhecida como atividade regular, ganhou relevância e atualmente é uma atividade legalmente instituída, inclusive com garantias expressas na Constituição Federal do Brasil. Ainda, durante o governo militar a atividade seria estimulada e incentivada na Amazônia, fato que será tratado adiante.

3.1.2. Chegada do garimpo à Amazônia

A história do garimpo na Amazônia pode ser contada a partir da chegada, no ano de 1716, das primeiras excursões bandeirantes a serviço da Coroa portuguesa às minas auríferas no rio Caxipo-Mirim, um afluente do rio Cuiabá. Outros achados ocorreram cerca de quinze anos mais tarde às margens dos rios Sararé, Galera e Corumbiara, afluentes do Rio Guaporé, na bacia do Rio Madeira. (Marta, Da Silva Linhares e Rodrigues, 2017)

Ainda segundo esses autores, entre os anos 1721 e 1765 a mineração se intensificou e propiciou a primeira grande migração garimpeira para o rio Guaporé, onde, no auge da atividade estima-se ter sido extraído 1.150Kg de ouro por ano. Já Alincourt (2006), afirma que Luis d’Alincourt registrou pela primeira vez o encontro de fagulhas de ouro no Rio Madeira no ano de 1826.

A atividade perdurou com certa estabilidade, ocorrendo precariamente e sem incentivos. Cerca de cem anos depois, durante os dois períodos em que governou o Brasil (1930 a 1945 e 1951 a 1954) o presidente Getúlio Vargas, adotou posturas que buscavam desenvolver a economia da região amazônica. Em outubro de 1940 fez um discurso conhecido como Rio Amazonas evidenciando os planos para a região.

No discurso conhecido como Rio Amazonas, Vargas afirmou que faria da região um poderoso e formidável centro de engrandecimento nacional e que a chave da ação estava no binômio: povoamento e fixação do homem à terra, considerada, por ele, como deserta, desconhecida e isolada. Esta exortação

despertou a consciência nacional para a esquecida Amazônia, mergulhada numa profunda depressão econômica (Magalhaes, 2006).

Para conseguir os recursos necessários a essa empreitada, o governo brasileiro fez um acordo com o governo norte americano em que o Brasil forneceria o látex aos Estados Unidos, cuja fonte, nos seringais malaios, havia sido tomada pelos japoneses durante a segunda grande guerra. Em contrapartida o governo norte-americano desenvolveria ações que visavam o desenvolvimento econômico da Amazonia em longo prazo. Seriam ações como o financiamento da produção de borracha, de pesquisas e de programas de transporte.

Assim, foram criados na região Norte do Brasil o Banco de Crédito da Borracha, que posteriormente viria a se chamar Banco da Amazônia; Serviço Especial de Saúde Pública (SESP); Colônia Agrícola Nacional do Amazonas à margem esquerda do Rio Solimões; Colônia Agrícola Nacional do Pará, no município de Monte Alegre; o aeroporto de Ponta Pelada em Manaus; ampliação do aeroporto de Val-de-Cans em Belém, entre outros. (Oliveira, 1983 *apud* Magalhães, 2006) Ainda, para aumentar a atuação do governo federal na região foram criados os três territórios federais do Amapá, do Rio Branco (atual Roraima) e do Guaporé (Atual Rondônia).

Ainda segundo Magalhães (2006), essa política de valorização da Amazônia pelo governo prevaleceu até o ano de 1966, tendo ficado aquém dos resultados esperados por motivos diversos, entre eles a imensidão dos problemas a serem resolvidos, que eram desproporcionais aos recursos disponíveis.

Com a entrada do governo militar no Brasil, (1964 a 1988) o plano de povoar a Amazônia passou a ser visto como meio de garantir a soberania nacional. Para isso foram criados projetos de infraestrutura, colonização e de extração de madeira e minerais. Nesse contexto as rodovias atuaram como eixo de desenvolvimento, e ao longo delas surgiram os projetos de colonização coordenados pelo INCRA (Instituto de Colonização e Reforma Agrária) como incentivo à ocupação por camponeses vindos de regiões diversas do Brasil. Nesses projetos eram distribuídas glebas de terras às margens das rodovias para que pessoas vindas de outras regiões do país iniciassem uma ocupação rural.

Utilizando-se do slogan “integrar para não entregar”, a preocupação do governo era ocupar um espaço considerado como “vazio demográfico”. Sem dúvida alguma, seria este um importante progresso Geopolítico para os militares. Essa ocupação foi baseada em uma política de construção de rodovias e a povoação com distribuição de pequenas propriedades rurais ao longo das mesmas (Margarit, 2013).

Nesse ínterim, havia no estado de Rondônia alguns seringais, que eram na verdade grandes propriedades rurais com boa parte da área coberta por selva.

A primeira manifestação do garimpo na Amazônia foi com o encontro de depósitos aluvionares do minério de estanho no estado de Rondônia, na década de 1960: “Os ricos aluviões estaníferos de Rondônia foram responsáveis pela primeira “corrida garimpeira” da Amazônia, na década de 1960, cerca de 10 mil garimpeiros estiveram envolvidos na produção de cassiterita, número bastante expressivo para a época.” (Santos, 2002).

Garimpeiros que exploravam a terra de um seringal no vale do Rio Machadinho, na bacia do Rio Madeira, encontram jazidas de cassiterita, metal que à época tinha grande valor de mercado. As notícias foram veiculadas rapidamente e logo grande quantidade de pessoas chegaram ao local para explorar áreas próximas. Até o início da década de 1970 cerca de 10.000 garimpeiros estariam explorando as minas rondonienses (Marta, Da Silva Linhares e Rodrigues, 2017).

No fim da década de 1970 havia um grande contingente populacional de garimpeiros no Alto Rio Madeira. Cerca de 8.000 homens trabalhavam nas frentes de garimpagem nas imediações de Abunã, Jaci-Paraná e Mutum-Paraná (inundada com a construção do lago da Usina Hidroelétrica de Jirau) todas no estado de Rondônia. Nessas áreas o Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM) liberou oficialmente nos anos de 1979 e 1980, a exploração mineral artesanal de ouro “após prospecções demonstrarem abundantes depósitos secundários de ouro nas adjacências das comunidades de Periquitos e Abunã” (Marta, Da Silva Linhares e Rodrigues, 2017).

Nesse momento o Brasil enfrentava uma crise econômica devido em partes ao aumento do preço do barril de petróleo pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) e pela política de endividamento externo e desvalorização do salário-mínimo.

O governo ditatorial mantendo-se inflexível na sua política econômica interna, baseada no arrocho salarial e má distribuição de renda, para enfrentar a crise econômica preferiu tomar novos empréstimos no exterior, apostando no crescimento das exportações em que os lucros, boa parte transformados em impostos, dariam condições de pagar a dívida externa e ainda sobraria alguns trocados na poupança do BCB. Porém, isso não aconteceu. Na verdade, a crise aprofundou-se até os anos de 1990 (Marta, Da Silva Linhares e Rodrigues, 2017).

Assim, a política de mineração em Rondônia não buscava desenvolver a economia regional, povoar a fronteira ou melhorar a qualidade de vida da população local. A sanha garimpeira passada na região foi motivada, na verdade, pelo plano de aumentar as

reservas de ouro do Banco Central Brasileiro (BCB) na tentativa de amenizar as dívidas contraídas pelo governo militar.

A homologação destas áreas de mineração não visava atender uma política de desenvolvimento regional, tão pouco (SIC), prover assistência de qualquer tipo aos garimpeiros que migraram para trabalhar nestes confins da Amazônia. Na realidade, essas homologações foram promovidas pelo governo brasileiro afim de aumentar as reservas monetárias do Banco Central Brasileiro (BCB) na tentativa de tirar o País da crise econômica da década de 1980 (Marta, Da Silva Linhares e Rodrigues, 2017).

Paralelamente ao garimpo, a mineração industrial na Amazônia começa a tomar corpo em meados da década de 1970, com projetos em três polos diferentes: Amapá, Trombetas e Carajás.

Para agilizar a implantação de projetos exportadores, o Governo Federal criou, em 1974, o Programa de Pólos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia – Polamazônia. Os planos federais previam a implantação de diversos “pólos de desenvolvimento na Amazônia brasileira”, com destaque para a produção mineral [...] Alguns dos pólos que integravam o Polamazônia eram Carajás, Trombetas e Amapá (Monteiro, 2005).

No estado do Amapá houve dois projetos, um de pelotização do manganês e outro de extração do Caulim, com investimentos norte-americanos. No polo trombetas foram iniciadas a exploração das minas de bauxita no município de Oriximiná, no Pará, dessa vez com capital canadense. Por fim, o projeto de Carajás envolvia a produção de minério de ferro e foi assumida pela então empresa estatal brasileira Companhia Vale do Rio Doce.

A mineração industrial, em grande parte das vezes realizada por empresas estrangeiras, recebeu diversos financiamentos do governo federal que em pouco tempo de exploração exauriam as jazidas finalizando os projetos e abandonavam um passivo ambiental ao não recuperar as áreas degradadas. Houve conflitos entre grupos de garimpeiros e mineradoras, sendo estes últimos hora expulsos de suas áreas, hora ocupando as áreas de mineração após o término das atividades das empresas mineradoras.

Em 1995, a MNA1 encerrou suas atividades. Apesar das muitas evidências em relação à enorme degradação ambiental ainda presente na área lavrada, a empresa obteve da Coordenadoria Especial de Meio Ambiente do Amapá (CEMA) a aprovação de seu relatório final de recuperação das áreas degradadas. Diante do que a empresa transferiu seus direitos minerários para a recém-criada Cooperativa de Mineração dos Garimpeiros do Lourenço (Coogal). Na área, o que se encontra, hoje, é a prática da garimpagem conjugada a um quadro de degradação ambiental e social. (Monteiro, 2005).

Os registros históricos relatam o início do garimpo do ouro de maneira quase simultânea no início da década de 1950 em toda a Amazônia, tanto no estado do Pará,

¹ Mineração Novo Astro. Empresa de mineração que em 1982 adquiriu direitos minerários de áreas de garimpagem conhecidas como garimpo Mutun e Lourenço, no município de Cal-çoene (AP).

quanto Rondônia e Roraima. Apenas o estado do Amazonas parece ter suas jazidas de ouro descobertas em tempo posterior. Cada um desses estados teve sua dinâmica própria, relacionada a condicionantes locais ou regionais que serão descritas a seguir. Há, porém, um fator em comum em todos os estados: o fim do segundo ciclo da borracha, principal produto econômico da Amazônia, foi fator fundamental para que os trabalhadores e donos de seringais buscassem por um novo recurso a ser explorado na selva.

3.1.3. O Garimpo nos estados do Pará, Roraima, Rondônia e Amazonas

O Garimpo no Pará

No interior do Pará, os primeiros registros de garimpo ocorrem em Itaituba, cidade localizada na bacia do Rio Tapajós, à sua margem esquerda. Atualmente Itaituba ainda é reconhecida como a capital do garimpo na Amazônia devido sua importância para essa atividade. O início do garimpo na região do Tapajós se dá no fim da década de 1950, com a decadência da economia da borracha, principal atividade econômica da região. O ciclo da borracha na região do Tapajós foi de grande opulência de modo semelhante ao que ocorreu na cidade de Manaus, no Amazonas

Nesse tempo, Itaituba experimentou luxo e riqueza. A indumentária dos ricos era confeccionada em Paris, as casas revestidas de azulejos importados de Portugal; moveis finíssimos, alguns cobertos pelo célebre mármore de Carrara” (Gaspar, 1990).

A borracha foi responsável também por propiciar uma divisão de classes sociais opondo de um lado o seringueiro, trabalhador que vivia na floresta coletando o látex em regime de intensa exploração chamado por vezes de “escravos brancos”. De outro lado estava o seringalista, proprietário de latifúndios, responsável pela exploração e por trazer os itens de luxo à região amazônica.

...os seringalistas passaram a intensificar o processo extrativo, na ânsia de aumentar cada vez mais a produtividade, propiciando uma estrutura fundiária com base no latifúndio, uma vez que, na demarcação de uma propriedade, basicamente se levava em conta a capacidade produtiva. [...] Em contrapartida, o seringueiro, último elo da cadeia econômica, comprava os suprimentos essenciais a preços altíssimos, sofria descontos pela “quebra” e era explorado na sua boa-fé (recebia contas de vendas viciadas); era um escravo. (Gaspar, 1990).

O garimpo então foi uma alternativa de renda aos seringueiros que se viam aprisionados com o trabalho nos seringais. Com a exploração do ouro, por outro lado, puderam produzir a própria renda independentemente de acordos com grandes financiadores que os exploravam. No início da atividade o ouro podia ser extraído com grande facilidade, sem a necessidade de grandes investimentos em equipamentos:

...na época, o quilo da borracha custava, digamos, 8 cruzeiros, o grama do ouro dava 5 a 8 cruzeiros um grama; então não havia por que o seringueiro ficar cortando seringa, podendo vir ao garimpo tirar ouro... Porque o ouro tirava na folha como eles diziam. (Gaspar, 1990).

Por cerca de 20 anos, entre 1960 e 1980, garimpo no Tapajós permaneceu desconhecido da maior parte da população brasileira, ocorrendo naturalmente com a migração dos seringueiros para o garimpo. Mas em 1980, com a descoberta do ouro em Serra Pelada, houve um afã nacional pela presença do ouro e foi iniciado um processo de migração de grande intensidade.

Na primeira fase, o garimpo como o do Tapajós, se desenvolveu naturalmente e, segundo os garimpeiros mais velhos, produziu toneladas de ouro e mesmo assim se manteve desconhecido por quase 20 anos para a maioria do país. Não havia interesse em divulgá-lo. Enquanto, na outra fase que começa a partir de 80, com a abertura de Serra Pelada, os jornais e revistas lançavam notícias fantásticas da extensão e riqueza do garimpo e todo país tomou ciência. (Gaspar, 1990)

Nos anos 1960 Segundo Costa (2007) o garimpo no Brasil ainda era marcado pela rudimentariedade, exploração manual e em pequenos grupos. Com as descobertas de jazidas na bacia do Rio Tapajós começa a surgir um garimpo com bases tecnológicas mais sofisticadas e relações sociais de produção distintas, agora verticalizadas. Começam a ser empregadas máquinas no trabalho e surge a figura do dono do garimpo, um garimpeiro bamburrado² ou um investidor vindo de outra região. Outra mudança social veio com o surgimento da figura da “meia praça”.

Nesse período (em meados da década de 1960) os donos de garimpo se apropriavam sozinhos da renda gerada no garimpo e o trabalho dos garimpeiros era assalariado, independente do resultado do trabalho, ao contrário do que acontecia no seringal que a renda era atrelada à produção. Mas como em outras áreas de garimpo, a produção de ouro no Tapajós começa com maior produtividade e por não ter modificações nas técnicas de extração depois de cerca de 10 anos começa a cair saindo de 200 gramas por mês por trabalhador para 150 gramas (Mathis, 1995).

Nesse momento acontecem algumas mudanças estruturais importantes. No início da década de 1970 o salário cede espaço a um sistema de participação, em que a remuneração é desatrelada do tempo de trabalho e vinculada ao valor do mineral explorado e à produtividade da jazida.

O salário, cujo valor em dinheiro somente dependia do preço do ouro e não da produtividade, cede lugar a um sistema de participação, criando uma forma de remuneração onde o ganho se dissocia do tempo de trabalho, associando-se ao valor do bem mineral (componente mercado mundial) e à produtividade da

² Bamburrar, no linguajar do garimpo quer dizer encontrar grande quantidade de ouro, enriquecer.

jazida (componente natureza). Este sistema ficou conhecido como meia-praça, que garantia ao trabalhador, em geral, a metade da produção com os custos sendo arcados pelo dono do serviço. [...] No início, alguns trabalhadores “receberam” dos donos do garimpo o privilégio da meia-praça, isto é, o dono do garimpo responsabilizou-se pelas despesas de prospecção, caso os garimpeiros conseguissem encontrar uma jazida, eles dividiram a produção com o fornecedor dos alimentos e dos meios de produção (Mathis, 1995).

Nisso, alguns trabalhadores optaram por sair do trabalho assalariado, mas, sem dispor de recursos para custear as despesas de prospecção e abertura de novos garimpos fazem parcerias com os donos de garimpo que aceitam custear as despesas e caso o garimpeiro encontrasse alguma jazida eles dividiam a produção, ficando metade com o financiador e outra metade com o garimpeiro, conhecido como meia praça. Esse regime de trabalho também foi estabelecido entre os garimpeiros e proprietários de comércio, em que estes últimos forneciam alimentos e meio de trabalho para um grupo de garimpeiros e estes pagavam o investimento com metade da produção de ouro das minas.

Boa parte do contingente do garimpo chegou à Amazônia por meio dos programas de colonização do Governo Federal. Alguns não conseguiram produzir em suas áreas recebidas, outros ao receber os lotes de terra os vendia para seguir com os próprios planos à revelia dos planos do Governo. Porém, o programa não atraiu apenas pessoas sem terra do nordeste, mas também pequenos empresários que viam na crescente Amazônia a oportunidade de fazer investimentos rentáveis no comércio das cidades que surgiam. Esses empresários viam na meia praça a oportunidade de investir no garimpo sem precisar arcar com grandes estruturas e dividir o risco da prospecção com o trabalhador. Essa abertura da garimpagem para o médio capital aliado à grande oferta de mão de obra oriunda dos projetos de colonização fracassados e reforçada pela valorização do ouro no mercado internacional resultaram em aumento substancial da produção do metal na região (Mathis, 1995).

Já Costa (2007) argumenta que na década de 1970, devido à modernização da agricultura houve grande migração de população vinda de muitas partes do país com destino à Amazônia. Esses migrantes buscavam trabalhar na abertura de fazendas, construção de infraestruturas do governo militar, projetos de colonização, extrativismo de madeira e garimpo.

Acompanhando o processo de modernização conservadora da agricultura brasileira durante os anos 1970 e 1980, um vasto contingente de migrantes fluiu para as áreas de fronteira da região amazônica em busca de melhores oportunidades. Migrantes vindos das mais diversas regiões do país se engajariam na abertura de fazendas, nas frentes de trabalho, na construção de estradas e grandes obras, em projetos de colonização oficial, no extrativismo de madeira e de outros recursos vegetais, assim como em novas e promissoras áreas de garimpo. (Costa, 2007)

Além da mudança social do garimpo, a mudança tecnológica foi fundamental para a continuidade da exploração no Tapajós. As jazidas superficiais em terra-firme foram ficando escassas e pouco produtivas e aquelas nos leitos de rios ou em aluviões³ mais profundos com maiores concentrações do metal exigiam equipamentos mais sofisticados para serem extraídos.

Na segunda metade da década de 70 ficou evidente que só uma mudança da base tecnológica do processo de extração do ouro poderia prolongar a vida da garimpagem na região. E esta mudança começou, no Tapajós, em 1978, com a introdução de balsas. A partir de então iniciava-se a mecanização da garimpagem e se tornava possível trabalhar em jazidas que antigamente não estavam no alcance dos garimpeiros (aluviões nos leitos ativos dos rios e aluviões mais profundos) (Mathis, 1995).

Também foi na década de 1970 que o ouro passou por valorização no mercado internacional, atraindo mais capital a ser investido, pessoas para trabalhar como garimpeiros, e encorajando outros garimpeiros a explorarem novas frentes de garimpo mais afastadas.

Ao contrário do estanho, no final dos anos de 1970, o ouro subiu de preço no mercado internacional, viabilizando economicamente a extração mineral nas “barrancas” e, posteriormente no leito do Rio Madeira. A partir dos anos de 1980, a mineração aurífera no vale do Rio Madeira intensificou-se, atraindo para o noroeste rondoniense centenas de garimpeiros, notadamente do Maranhão, Ceará e Pará, e procedentes geralmente de outras áreas de mineração (Marta, Da Silva Linhares e Rodrigues, 2017).

O conjunto de fatores de oferta de mão de obra devido aos incentivos do governo, abertura de estradas que serviam de acesso a áreas antes inatingíveis, a chegada de investidores e o desenvolvimento de tecnologias para o garimpo fez da região da bacia do Rio Tapajós um ativo polo de mineração que atraía cada vez mais pessoas de todo o Brasil e até do exterior. Ainda hoje a região é talvez a mais ativa do Brasil quando se trata de garimpo legal e ilegal, sendo o Pará o estado com maior produção aurífera da região Norte. Segundo dados do Map-biomas (2021), o Pará é o estado com maior área de garimpos no Brasil.

O garimpo em Roraima

No estado de Roraima o garimpo demorou mais para prosperar. O chamado período dourado apenas começou no fim da década de 1970. Porém, os primeiros registros de grande movimentação de pessoas narram a instalação de garimpos de diamantes na serra de Tepequém, na região Norte de Roraima, a cerca de 50 quilômetros da fronteira com a Venezuela. Segundo Rodrigues (2009), as primeiras expedições para explorar o

³ Solos formados a partir do carregamento de sedimentos pela água, seja de chuva ou cursos d'água.

potencial mineral nessa serra foram financiadas por um proprietário de terras em 1930. No ano seguinte um geólogo guianense identificou a presença de diamantes na serra, que começaram a ser efetivamente explorados cerca de cinco anos depois.

Ainda segundo o autor, Tepequém já foi um dos maiores produtores de diamantes a céu aberto, atraindo milhares de pessoas para o atual estado de Roraima. Entre os anos de 1944 e 1947 havia na região cerca de 1.500 habitantes, sendo que boa parte estava ali a procura de diamantes.

A primeira atividade econômica de relevância em Roraima foi a pecuária que abastecia os seringais principalmente do Amazonas com carne e couro (Magalhães, 2006). Os sinais de garimpagem em Roraima datam de 1917, nos rios Maú e Cotingo, a norte de onde hoje é a cidade de Boa Vista. Em meados de 1930 a produção se expande para os rios Suapi, Quinô e a Serra do Tepequém Porém, até a década de 1940, quando ocorre a criação do território federal de Roraima, não existem registros de movimentos migratórios de grandes proporções para o estado (Santos *et al.*, 2021).

O fim do ciclo da borracha no Amazonas retirou a principal fonte de renda da região e junto com ela se foi o dinamismo econômico de Roraima, uma vez que com o declínio dos seringais diminui também o consumo de carnes vindas de Roraima gerando crise econômica para as fazendas dedicadas à pecuária. A mineração então ganha relevância na economia do estado e com isso parte da mão de obra antes dedicada à pecuária passa a se dedicar ao garimpo.

A crise da borracha, ocorrida em torno de 1920, desestabilizou a economia amazônica e, consequentemente, a pecuária do alto rio Branco⁴ perdeu estímulo e mercado. A mineração, então, passa a ser o setor econômico responsável pela relação do rio Branco com o exterior. Em 1943, a produção de diamante representou 59,6% do valor total da produção do rio Branco. (Magalhães, 2006)

De 1966 a 1979 as atividades de mineração estavam nos rios Quinô, Contigo, Maú, Tepequém e na Serra do Surucucu. Esta última com a extração da cassiterita em 1975, o que durou oito meses até que a Polícia Federal realizasse uma operação de retirada dos garimpeiros que estavam localizados em Terra Indígena. Nos demais garimpos o produto mais extraído era o diamante, mas começavam a extrair ouro como um subproduto com a adaptação dos equipamentos de mineração (Magalhães, 2006).

O chamado período dourado de Roraima foi iniciado em fins de 1979, com a extração no garimpo Santa Rosa, que já no ano seguinte contava com 5.000 homens

⁴ Região onde hoje é o estado de Roraima (nota do autor).

extraindo ouro. Nesse período também surgem as primeiras dragas e balsas nos leitos dos rios Uraricoera, Apiaú, Mucajaí, Serra Couto de Magalhães, Serra do Surucucu, Santa Rosa, Catrimani, Paapiú, Palimuí, Ericó, Deminí, Jundiá e Auar. Entre 1988 e 1989 houve um aumento repentino da extração do ouro sendo produzido 4 toneladas no primeiro ano e 8 toneladas no segundo. A partir daí a produção cai para 5,7 toneladas em 1990 e segue em queda. Entre as causas para a diminuição está a demarcação da Terra Indígena Yanomami em 1991 com a consequente destruição de pistas de pouso e retirada de garimpeiros por forças do Estado (Magalhães, 2006).

No ano de 1999 havia reserva de minerais valiosos em tamanho e quantidade importante no estado de Roraima, indicando que o problema do garimpo tenderia a persistir por muito tempo. O estado de Roraima possui boa parte do seu território coberta por áreas protegidas, onde não é permitido desenvolver projetos de mineração. Recentemente, já no ano de 2023 foi trazido à tona os graves problemas sanitários vividos pelas comunidades indígenas no território Yanomami, fortemente assediadas por garimpeiros nos últimos anos (Magalhães, 2006).

O garimpo em Rondônia

A mineração em Rondônia teve seu início com a descoberta de uma jazida de cassiterita no ano de 1950 em um seringal dentro do então Território Federal do Guaporé, no vale do Rio Machadinho, afluente do Rio Jamari que desagua no Rio Madeira. Com a notícia, o governo Federal envia até lá o engenheiro Frederico Hoespken, que em 1952 constatou oficialmente a presença do minério na localidade (Marta *et al.*, 2017).

Nesse período a cassiterita apresentava alto valor no mercado internacional, e com a divulgação da notícia do encontro da jazida muitos seringueiros da região passaram a fazer pesquisas em suas terras buscando pelo mineral. Com a descoberta de outras minas houve grande migração de pessoas para o sudoeste amazônico, o que representou o fim de um período de estagnação econômica para a região. Nas palavras de Marta et al. (2017): “uma expressiva “corrida garimpeira” (migração interna inter-regional) para sudoeste Amazônico, atraindo cerca de 10 mil mineradores de várias regiões do país para as minas de cassiterita rondoniense”.

A exploração das chamadas minas estaníferas (a cassiterita também é conhecida como minério de estanho) durou por cerca de 15 anos, até que no início da década de 1970 a mineração artesanal foi proibida em toda a província estanífera de Rondônia pelo

Ministério de Minas e Energia, que deu exclusividade para a mineração industrial. (Santos, 2002)

Já no fim da década a crise mundial de petróleo diminuiu a demanda por estanho fazendo com que a cotação caísse de maneira acentuada. Assim, a produção também diminuiu e muitos mineiros migraram para outras áreas de exploração em Rondônia e em outros estados principalmente da Amazônia. Nesse mesmo período o ouro se valorizava, atraindo mais pessoas ao garimpo e dando viabilidade econômica para a abertura de novas lavras ainda não exploradas.

Sobre a intensificação da mineração aurífera no período, Marta et al. (2017) argumenta que foram destaque o aumento do preço do ouro no mercado internacional e a pavimentação de rodovias que ligavam as áreas produtoras ao centro do país:

A combinação de vários fatores econômicos e políticos contribuiu para que ocorresse no final da década de 1980 a intensificação da atividade de mineração aurífera no território rondoniense, com destaque para: o aumento significativo do preço de ouro no mercado internacional, no qual o valor da onça troy, que era comercializada a US\$ 31 em 1973, teve uma súbita alta nunca antes vista, atingindo valores máximos de US\$ 850 em 1981; recuperação e pavimentação das rodovias BR-364 que interliga Rio Branco (Acre) ao Distrito Federal e a BR-425 que interliga a Vila de Abunã (RO) à cidade de Guajará-Mirim(RO) (Marta, Da Silva Linhares e Rodrigues, 2017).

A ligação rodoviária foi importante não só para escoar o ouro das zonas produtoras aos principais centros do Brasil, onde o ouro era beneficiado e exportado, mas também no fluxo inverso, saindo das grandes cidades para as zonas produtoras por onde passavam os mantimentos, combustíveis e pessoas que abasteciam os garimpos. Assim, as cidades de Guajará Mirim e Porto Velho, ambas em Rondônia, assumiram a função de centro logístico do garimpo no estado.

Ainda no fim da década de 1970 e início dos anos 1980 surgiu a figura da Reserva Garimpeira, que buscava dar prioridade aos trabalhos do garimpo frente a disputas com a mineração industrial e o incentivo à criação das cooperativas de garimpeiros. No interior das reservas era permitido minerar sem a necessidade de pesquisas prévias, com o aproveitamento imediato da jazida.

Relativamente ao garimpo, a Lei Federal n. 7.805, de julho de 1989, criou o regime de permissão de lavra garimpeira, inspirado no exemplo das reservas extrativistas do Acre. Como na proposta tornada famosa pelo líder seringalista Chico Mendes, nascia a “reserva garimpeira”: área destinada ao aproveitamento imediato de jazida garimpável, sem exigência de trabalhos prévios de pesquisa. No plano normativo, ocorreu, portanto, o reconhecimento do garimpo como atividade tradicional e sinalizou-se a direção para sua plena legalização: a formação de cooperativas de garimpeiros dentro das reservas garimpeiras (Martins, 2008)

Segundo Marta et al. (2017), estima-se que foram produzidas mais de 30 toneladas de ouro na Reserva Garimpeira do Rio Madeira. Para essa reserva, ao contrário do que ocorreu anteriormente com a mineração do estanho, a estratégia do governo Federal foi a de incentivar e ampliar a área de exploração garimpeira em detrimento das grandes empresas mineradoras. Os autores argumentam que essa medida visava coibir a evasão de capitais pelas companhias estrangeiras que possuíam a maior parte das concessões de exploração mineral. Os autores destacam ainda que essas empresas tinham como origem os mesmos países com os quais o Brasil fizera antes vultuosos empréstimos.

Esta medida, em nenhum momento visava atender os anseios dos garimpeiros expropriados da área de lavra de cassiterita e ouro, mas sim evitar evasão de capital via exploração de recursos minerais pelas mineradoras transnacionais, uma vez que a maioria das concessões de exploração mineral no território brasileiro foram concedidas a empresas: estadunidenses, canadenses, japonesas e europeias. Curiosamente, os mesmos estados nacionais, do qual o governo brasileiro tinha feito vultoso empréstimo no exterior (Marta, Da Silva Linhares e Rodrigues, 2017).

Assim como nos demais estados citados anteriormente, o avanço tecnológico foi de grande importância para o aumento da produtividade e produção das minas de ouro em Rondônia. No início da década de 1980 a introdução das balsas de garimpo permitiu a extração no leito do Rio Madeira. A balsa consistia em

embarcação rústica composta por dois botes de madeira, com cerca de 6 a 7 metros de comprimento, unidos por pranchas de madeira, onde são instalados motores estacionários (10 HP a 32 HP) acionados a gasolina ou diesel. (Marta, Da Silva Linhares e Rodrigues, 2017).

Esses motores são responsáveis por fazer funcionar bombas de sucção que através de dutos extraem os minérios localizados, por vezes, a dezenas de metros abaixo da superfície do rio. Para esse trabalho era necessário também a existência do mergulhador, o garimpeiro que tinha a função de conduzir a extremidade do duto de sucção no leito do rio.

cada garimpeiro mergulhava por aproximadamente cinco horas. As equipes eram formadas por um mergulhador, um operador de máquina responsável pela comunicação e o fornecimento de ar ao mergulhador que estava mandando matéria do fundo do rio para a superfície e um terceiro responsável pela remoção do rejeito acumulado nas peneiras metálicas da caixa concentradora (Marta, Da Silva Linhares e Rodrigues, 2017).

Em textos diversos há relatos de grande mortalidade de garimpeiros mergulhadores por causas diversas, como acidentes com os dutos de sucção sugando os próprios garimpeiros, quedas de barrancos ocasionando o soterramento do mergulhador no fundo do rio, falha no sistema de respiração causando afogamento, subida repentina do mergulhador à superfície causando descompressão corporal e consequente embolia

pulmonar entre várias outras. A atividade do mergulhador era sem dúvida envolvida em altíssimos riscos.

Estes mineradores submarinos ficam mais de 4 horas submersos segurando sugadores de polpa de cascalho. Devido à baixa visibilidade, os acidentes fatais causados por desmoronamento de encostas submarinas são frequentes. Também frequentes (SIC) são os cortes de fornecimento de ar aos mergulhadores pelos adversários, que buscam os pontos de maior concentração de ouro nos rios. (Veiga, Silva e Hinton, 2002).

No ano de 1985 a garimpagem com uso de balsa atingiu seu auge com uma produção superior a 3.500 quilos ao ano. Nesse ano existiam mais de 800 balsas distribuídas entre as comunidades de Morrinhos, garimpo do Tamborete, Ilha do Machado, Ribeirão e outros envolvendo cerca de 10.000 trabalhadores diretamente na atividade do garimpo (Marta *et al.*, 2017).

No mesmo período foi autorizado pelo DNPM a utilização de dragas em caráter experimental, mas já no ano de 1986 as dragas eram largamente utilizadas na mineração do Rio Madeira. As dragas são maiores e mais robustas que as balsas. Possuem estrutura metálica, com cerca de catorze metros de comprimento, onde são apoiados motores automotivos, geralmente movidos a Diesel com 500 HP de potência. As dragas eram divididas em três categorias; queixo duro, primeiro modelo a ser utilizada, com grande restrição de mobilidade da tubulação de sucção; draga de lança, com tubos maiores e com maior mobilidade; e a draga escariante, que leva uma broca escarificadora na extremidade do tubo de sucção, usada na desagregação dos sedimentos mais coesos (Marta, Da Silva Linhares e Rodrigues, 2017).

Ainda segundo Marta *et al.* (2017), com o advento da draga não foi mais necessário o emprego do mergulhador, o que por si só foi um grande avanço à segurança da atividade. A draga também possui maior capacidade de sucção e de lavra, o que gerava maiores receitas ao proprietário. Por isso nos anos seguintes, entre 1987 e 1992 a produtividade dos garimpos em Rondônia foi crescente, chegando a seu apogeu. Esse período marcou também a especialização e mecanização do garimpo com as dragas passando a ser o principal meio de extração de ouro no Rio Madeira.

O garimpo no Amazonas

Os três estados citados anteriormente iniciaram as atividades tanto de mineração industrial quanto garimpeira de maneira quase simultânea, respondendo a condicionantes externos à região amazônica como investimentos do governo em infraestrutura, planos de ocupação e apoio à migração. As técnicas empregadas em cada uma das três regiões, seja

no Rio Madeira em Rondônia, Tapajós no Pará ou em Roraima tiveram desenvolvimento semelhante, iniciando com uso de garimpo manual, inserção de balsas e depois dragas. Cada uma dessas técnicas permitiu avançar sobre os obstáculos naturais impostos pela selva à atividade humana.

Porém, ao que tudo indica, a mineração no estado do Amazonas é recente e continua a expandir seus territórios. Atualmente o Amazonas apresenta baixa ocupação humana, com os núcleos de povoamento concentrados na faixa do Rio Solimões e Madeira, principalmente e outros núcleos mais esparsos no Rio Negro como São Gabriel da Cachoeira e Santa Isabel do Rio Negro.

Como demonstrado em tópicos anteriores, a mineração com o uso de dragas foi difundida ao iniciar da década de 1990 em Rondônia e no Pará, e para que ela chegasse ao estado do Amazonas pode ter sido necessário um tempo maior. Segundo Santos et al. (2009) há um desconhecimento sobre as potencialidades de mineração no estado do Amazonas. Esse desconhecimento seria devido a características ambientais que dificultam o deslocamento pelo espaço geográfico. Os autores apontam também que a mineração não é prioridade no estado, dependendo de investimentos de alto risco, e tendo que lidar com a falta de financiamento e crédito, crescimento das áreas restritivas à mineração e processo de licenciamento ambiental muito restritivo.

Entretanto, por possuir uma área muito grande e com vasta cobertura florestal natural ainda preservada, o Amazonas carece de maiores levantamentos de sua diversidade mineral. Diferentemente do estado do Pará o estado do Amazonas tem tradição ainda tímida se comparado a seu grande potencial. (Santos, Nava e Ferreira, 2009)

Em outras publicações como Oliveira (1989), são citadas reservas minerais na Amazônia abordando os estados de Rondônia, Roraima e Pará. Porém, não há capítulos dedicados ao Amazonas, que é citado em casos secundários. Publicações mais recentes, como Santos (2002) apresentam mapas com a localização dos depósitos e minas e a descrição do mineral de maior destaque. O mapa abaixo, apresenta o conhecimento que se tinha no Brasil sobre as reservas minerais da Amazônia no início dos anos 2000. Nele, curiosamente, somente é apontada ocorrência de ouro no extremo noroeste do estado do Amazonas, próximo à tríplice fronteira entre Brasil, Colômbia e Venezuela e não há informação de jazidas nas áreas onde hoje o garimpo é mais intenso.

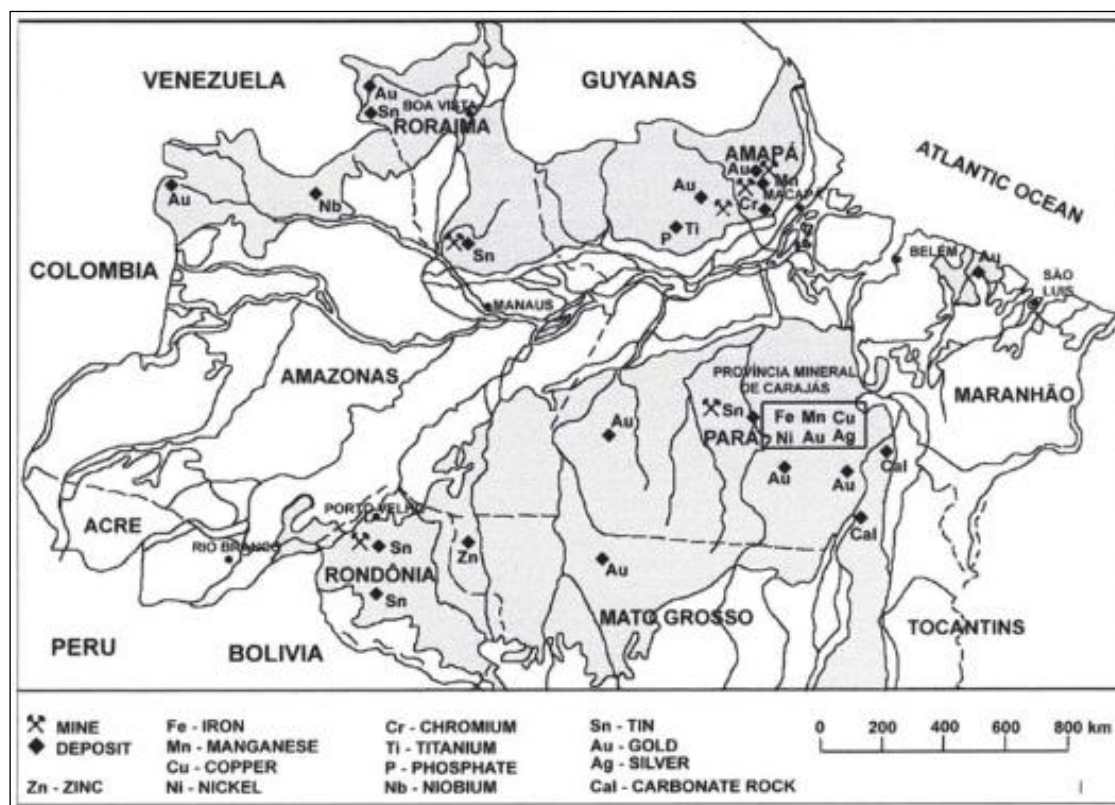


Figura 1 - Pré-cambriano na Amazônia: principais depósitos minerais Fonte: SANTOS, 2002

3.2. A atual corrida do ouro na Amazônia

O que é corrida do ouro

Após a abertura da Amazônia para o garimpo nos anos 1970 a 1990 a atividade nunca cessou. O possível esgotamento de algumas jazidas ou a falta de condições de continuar a exploração fez com que em alguns pontos as lavras garimpeiras cessassem, como ocorreu em Serra Pelada, no interior do estado do Pará. Outras zonas, porém, continuam ativas, como aquelas da região de Itaituba, também no Pará. A grande estabilidade do preço do ouro no mercado internacional entre os anos de 1982 e 1997, seguidos de anos de desvalorização até o ano de 2001 foi importante para manter a atividade garimpeira arrefecida no Brasil. Além disso, o crescimento econômico do país em meados da década de 1990 foi motivo para que boa parte da mão de obra do garimpo retornasse às cidades se ocupando em empregos formais.

Em 1982, o ouro atinge os 400 dólares a onça-troy, preço médio que seguirá como parâmetro por aproximadamente 15 anos. [...] Entre 1997 e 2001, o ouro passou pelo período de mais longa depreciação desde o começo do preço flexível, alcançando o patamar mínimo de 252,80 dólares por onça-troy, em setembro de 1999 (Wanderley, 2015).

Alguns autores falam de uma recente e atual corrida do ouro na Amazônia alimentada pelo aumento do preço do metal em mercados internacionais no ano de 2022 causado pela invasão da Ucrânia pela Rússia.

Essa escalada nos preços do ouro originou no Brasil uma corrida interna pela obtenção do metal. Intensificou as atividades de mineração artesanal, inicialmente com a reativação de antigas regiões produtoras, a maioria delas nunca totalmente abandonadas, e, posteriormente, com a abertura de novas frentes. A mineração artesanal de ouro no Brasil recebe o nome de 'garimpo'. (Marques *et al.*, 2022).

Machado et al. (2021) ao tratar do assédio que as comunidades indígenas Yanomami, no estado de Roraima, vêm sofrendo desde a demarcação do território em 1992, diz que no começo dos anos 2010 um conjunto de ações da Fundação Nacional do Índio (FUNAI) com o apoio do Exército e Polícia Ambiental conseguiu frear o avanço dos garimpeiros.

Ainda segundo o autor, com a crise política no Brasil iniciada em 2016 e o consequente sucateamento das instituições de proteção, as investidas dos garimpeiros se tornaram mais intensas. O fluxo de embarcações se multiplicou e a logística do garimpo ficou mais complexa com o uso dos três modais de transporte, aéreo, terrestre e aquático, caracterizando uma corrida do ouro no local.

Em meio à crise política no país, de 2016 em diante, o cenário se agravou. Com o sucateamento progressivo das instituições de proteção ambiental, uma nova corrida do ouro foi se desenhando. Nos rios Mucajá e Uraricoera (RR), as duas regiões mais afetadas pela atividade ilegal, o tráfego de embarcações se multiplicou e a logística do garimpo se complexificou. (Machado, Jabra, Senra e Gongora, 2021)

Os autores falam ainda de uma outra corrida do ouro ocorrida no fim dos anos 1980, quando cerca de quarenta mil garimpeiros se dividiam em aproximadamente cem garimpos ativos dentro da área onde hoje é a área da Terra Indígena Yanomami (doravante TIY).

O auge da primeira corrida pelo ouro na TIY se deu entre o final dos anos 1980 e o início de 1990, quando foi estimada a presença de 40 mil garimpeiros no território. Na época, foram registrados aproximadamente cem garimpos ativos, com trezentas a quinhentas máquinas trabalhando diariamente, oitenta pistas de pouso e trezentos aviões voando a serviço da atividade (Machado, Jabra, Senra e Gongora, 2021).

Outros autores citam a movimentação de pessoas com destino às minas de ouro no Brasil durante o século XVII e do estado norte-americano da Califórnia no século XIX também como corridas do ouro

No Brasil, por exemplo, a descoberta desse elemento e o início da exploração das minas nas regiões auríferas (Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás) provocaram uma verdadeira "corrida do ouro", o que afetou diretamente o desenvolvimento dessas regiões e consequentemente a história de nosso país.

De modo semelhante, a descoberta de ouro na Califórnia (EUA) no século XIX fez com que milhares de pessoas se deslocassem para a região na esperança de se tornarem afortunadas. (Junqueira, Silva e Guerra, 2012)

Apesar de o termo “corrida do ouro” ser citado em artigos diversos, não foi encontrada uma definição para ele em produções científicas brasileiras e nem mesmo em dicionários da língua portuguesa. Por outro lado, em consultas ao dicionário de língua inglesa “merriam-webster.com” foram encontradas definições para “*gold rush*”. São elas: 1: *a rush to newly discovered goldfields in pursuit of riches*⁵ e 2: *the headlong pursuit of sudden wealth in a new or lucrative field*.⁶ (Gold rush, In: Merriam-Webster).

Outro dicionário de língua inglesa apresenta significado semelhante: “*A gold rush is a situation when a lot of people suddenly go to a place where gold has been discovered*”⁷ (Gold Rush, In: Collins). O dicionário apresenta ainda outra definição para o inglês britânico: “*a large-scale migration of people to a territory where gold has been found*”⁸ (Gold Rush, In: Collins), e outra para o inglês americano: “*a rush of people to territory where gold has recently been discovered, as to California in 1849*”⁹ (Gold Rush, In: Collins).

Dessas definições é possível extrair que corrida do ouro está relacionada à migração de pessoas de maneira acelerada ou repentina, em grande volume, com destino a locais onde houve descoberta recente, ou não, de ouro. No Brasil há eventos históricos que podem ser explicados dessa maneira, como é o caso da cidade de Ouro Preto – MG no século XVII e Serra Pelada – PA na década de 1980. Em ambos os casos a descoberta de abundantes jazidas de ouro atraiu imensa quantidade de pessoas que foram capazes de alterar todo conjunto do ambiente.

Porém, o que se vê atualmente na Amazônia não se encaixa perfeitamente nessa definição, uma vez que, exceto no caso dos rios do estado do Amazonas, as jazidas de ouro eram amplamente conhecidas anteriormente por garimpeiros e pelo Estado. As demais condições, no entanto, são observadas. Há grande número de pessoas se deslocando para as áreas ricas em ouro num curto espaço de tempo buscando minerar o metal precioso.

⁵ Tradução livre do autor: Corrida para campos de ouro recentemente descobertos em perseguição a riquezas.

⁶ Tradução livre do autor: Perseguição precipitada de repentina riqueza em um novo ou lucrativo campo.

⁷ Tradução livre do autor: Uma corrida do ouro é uma situação quando muitas pessoas vão repentinamente a um lugar onde foi descoberto ouro.

⁸ Tradução livre do autor: Migração de pessoas em grande escala para um território onde foi encontrado ouro.

⁹ Tradução livre do autor: Corrida de pessoas para um território onde ouro foi descoberto recentemente, como na Califórnia em 1849.

Como as jazidas já eram conhecidas anteriormente, outros fatores foram responsáveis por essa grande migração de garimpeiros. Um desses fatores está ligado ao valor do ouro como ativo financeiro mundial. O ouro é um ativo de grande segurança, protegido da flutuação no valor das moedas, por esse motivo em momentos de crise econômica investidores buscam aplicar seus recursos em ouro buscando proteger o patrimônio de perdas. Com o aumento da procura pelo metal seu valor cresce ainda mais.

O ouro na maior parte do último meio século foi reconhecido como investimento seguro e conservador, sem grande retorno e protegido da inflação das moedas, em especial do dólar. Além disso, trata-se de um ativo que historicamente reage positivamente às adversidades no mercado financeiro. (Wanderley, 2015).

Com o início da pandemia de COVID-19 as economias de todo o planeta passaram por crises e instabilidades. Por esse motivo, a partir de meados de 2019 o ouro começa a se valorizar consideravelmente por um período de pouco mais de um ano. Em julho de 2019 o grama do ouro era avaliado em R\$171,11 e no ano seguinte, em agosto de 2020 estava avaliado em R\$347,52 (Bullion Rates, 2022).

A valorização ou desvalorização do ouro responde a fatores que extrapolam as fronteiras do Brasil. Houve, porém, outros fatores ocorridos internamente ao país que podem ter contribuído para a grande migração de população para áreas do garimpo. Um desses fatores foi o aumento das taxas de desemprego durante a crise sanitária da COVID-19. Segundo estudo da Fundação Getúlio Vargas (FGV), as taxas de desocupação do Brasil tiveram crescimento considerável no fim de 2019, quando estavam próximas a 12,5% chegando a 15% no fim de 2020 (Borges, 2022).

Outro fator interno foi o ambiente político de claros incentivos ao garimpo durante os anos de 2019 a 2022, em que tanto o poder executivo quanto o legislativo realizaram diversas medidas para incentivar o garimpo, até mesmo em Terras Indígenas, onde é expresso na Constituição Federal a proibição para o desenvolvimento da atividade minerária. Outras ações do governo federal tiveram o intuito de diminuir o poder de atuação dos órgãos de fiscalização e regulação ambiental.

Já no começo de 2022, a pretexto de beneficiar a mineração de pequeno porte, o presidente assinou dois decretos. O primeiro, publicado em fevereiro, autoriza a Agência Nacional de Mineração (ANM) a simplificar os atos processuais e os procedimentos de outorga mineral para empreendimentos de pequeno porte, favorecendo diretamente o garimpo [...] O segundo decreto de Bolsonaro, promulgado em março, criou o Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Mineração Artesanal e em Pequena Escala (Pró-Mape). A medida define a atividade a ser impulsionada pelo governo como a “extração de substâncias minerais garimpáveis”, priorizando a região da Amazônia Legal (Moraes, 2022).

Assim, conclui-se que estes três fatores: forte valorização do ouro, crise econômica interna com aumento das taxas de desemprego no país e ambiente político de incentivo ao garimpo (ainda que ilegal), ao que tudo indica, foram as principais causas do recente e repentino aumento do garimpo no Brasil nos últimos anos.

O crescimento da atividade garimpeira pode ser constatado através de monitoramentos diversos. Em análise aos dados do DETER (Sistema de Detecção de Desmatamentos em Tempo Real), um dos sistemas brasileiros de monitoramento da superfície do país que gera alertas de desmatamento, Siqueira-Gay e Sanches afirmam que: *“data from DETER-B show that the annual rate of clearing due to illegal mining activities, i.e., the sum of all warnings in a year, increased more than 90% from 2017 to 2020, reaching 101.7 km² in 2020 compared to 52.9 km² in 2017.”*¹⁰ (Siqueira-Gay e Sanches, 2021)

Outro sistema de monitoramento por meio de satélites, o Sistema de Alerta de Desmatamento do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), apontou que de agosto de 2019 a julho de 2020 a Terra Indígena Yanomami se manteve entre as áreas com os maiores índices de desmatamento do país.

Segundo o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) do Imazon, no período de agosto de 2019 a julho de 2020, início do governo Bolsonaro, a TIY esteve entre as dez áreas protegidas mais pressionadas por desmatamento na Amazônia Legal. E, nos meses seguintes, entre agosto e setembro de 2020, a terra indígena se manteve entre as áreas com os maiores índices de desmatamento do país. (Machado, 2021).

Em estudo realizado na Universidade Federal de Minas Gerais foi identificado que no ano de 2019 mais da metade das áreas de garimpo no Brasil estavam em locais não autorizados como Terras Indígenas, Unidades de Conservação ou locais sem o título de lavra válido.

Já a área de garimpo (id = 215) que sobrepõe processos minerários autorizados em 2019 é de 45.159 hectares, ou 48,9% de toda a área de garimpo identificada no país. Assim, 51,1% da área de 92,3 mil hectares, ocorre em áreas não autorizadas como Terras Indígenas, Unidades de Conservação de Proteção Integral e locais sem o título de lavra garimpeira vigente. (Manzoli, [s.d.]).

Outra maneira de perceber o aumento da atividade garimpeira é através dos dados oficiais de comercialização do ouro no Brasil. A Agência Nacional de Mineração (ANM), órgão responsável por regular e fiscalizar a exploração mineral no Brasil, disponibiliza em seu site¹¹ relatórios sobre a produção mineral por substância e por unidade da

¹⁰ Tradução livre do autor: Arquivos do DETER-B mostram que a taxa anual de desmatamentos causados pela mineração ilegal, i.e, a soma de todos os alertas em um ano aumentaram mais que 90% de 2017 para 2020, alcançando 101.7 Km² em 2020 comparado com 52.9Km² em 2017. Tradução livre.

¹¹ <https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/cfem/arrecadadores.aspx>

federação a cada ano. A partir desses relatórios foi produzida uma tabela (disponível no anexo 1) e o gráfico abaixo que apresentam a produção anual de minério de ouro para cada um dos estados da região Norte do Brasil desde o ano de 2004, quando iniciam os dados disponibilizados. Nesses dados estão incluídos tanto a produção por mineração industrial quanto por mineração garimpeira.

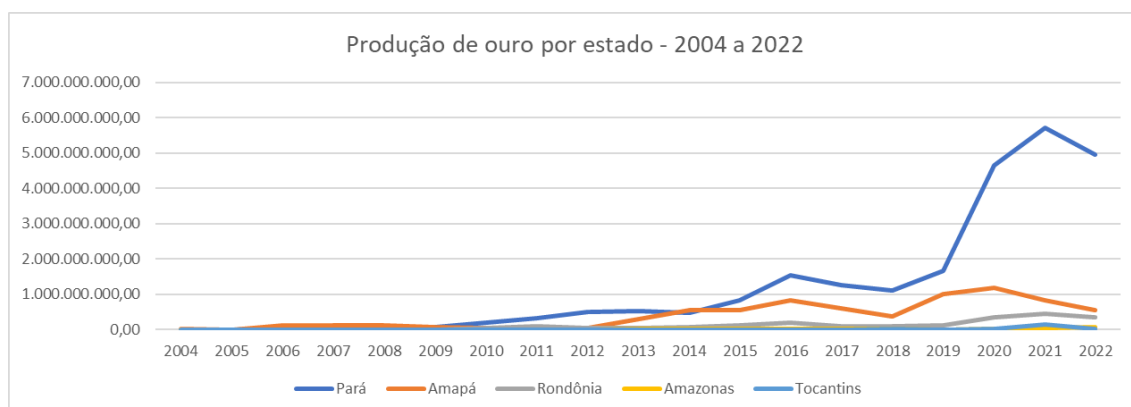


Figura 2 - Produção de ouro por estado na região Norte do Brasil. Fonte: BRASIL, 2023.

A análise do gráfico indica que no ano de 2009 há um ligeiro aumento da produção no Pará e em 2012 no Amapá. Em 2015 e 2016 há um aumento considerável no Pará, seguido de queda até 2018. A partir do ano de 2019, porém, houve um incremento na produção de ouro referente ao ano anterior em ambos os estados. No Pará o incremento foi de 48% saindo de R\$1.1 bilhão para R\$1.6 bilhão. Já no Amapá o incremento foi de 77%, saindo de R\$0,36 bilhão para R\$1.1 bilhão no ano seguinte. Porém, a produção do Amapá cresce pouco em 2020 e entra em declínio nos anos seguintes.

Já o estado do Pará tem o surpreendente aumento de 181% da produção no ano de 2020 quando passa a produzir R\$4.6 bilhões em ouro e no ano seguinte outro aumento de 23% chegando a R\$5.7 bilhões. Em 2022 há um decréscimo da produção em 13%.

A justificativa para o aumento tão expressivo da produção no Pará não está somente no aumento da capacidade produtiva das minas do estado. Em matérias jornalísticas foram publicadas Investigações da Polícia Federal apontando que uma empresa de mineração instalada na cidade de Itaituba – PA adquiria ouro de garimpos ilegais em Rondônia, Roraima e Pará e declarava que a produção desse ouro era realizada em suas próprias minas. Somente nessa operação foi identificada a receita de R\$2 bilhões com o garimpo ilegal.

A Polícia Federal mira o comércio ilegal de ouro extraído de terras indígenas, segundo os autos de um inquérito sobre a atuação ilegal de mineradoras na região Norte do país.

Investigadores suspeitam que empresários usem um garimpo nas proximidades de Itaituba, no Pará, para “esquentar” minério retirado de território yanomami. Há indícios, segundo a Polícia Federal, de que a prática incluía produto extraído de outras reservas ambientais na região amazônica. Entre elas, terras indígenas no Pará, Roraima e Rondônia (Serapião e Rocha, 2022).

Caso semelhante foi revelado na operação SISAQUE, deflagrada em fevereiro de 2023 também pela Polícia Federal. Nela policiais encontraram evidências de que empresários adquiriam ouro de garimpos ilegais e emitiam documentos com a informação fraudulenta de que o ouro era produzido em minas regulares no Pará.

Policiais federais prenderam hoje (15), no Pará, a duas pessoas suspeitas de participar de um esquema de compra e venda de ouro extraído ilegalmente da região amazônica. [...] Empresas menores emitiam notas fiscais para dar uma aparente legalidade ao ouro [ilícito] que recebiam e que repassavam a empresas maiores. (Rodrigues, 2023).

Esse destaque do Pará é resultado também do apoio governamental dado aos garimpeiros ilegais. A prefeitura de Itaituba, um dos polos nacionais do garimpo, concede licenças ambientais de maneira facilitada. Em entrevista o prefeito da cidade explicita seu apoio à atividade.

Sob a gestão de Climaco, prefeito em segundo mandato, o garimpo ganhou tamanho impulso que ocupa hoje por lá uma área pouco maior do que a de uma capital como Curitiba. “Concedi mais de 400 licenças para garimpeiros em meu governo”, disse ele à VEJA. A cidade tornou-se também a origem de 81% de todo o ouro classificado como ilegal no Brasil em 2019 e 2020 (6,3 toneladas de um total de 7,7). Os dados são de um estudo realizado pelos pesquisadores Raoni Rajão e Bruno Manzolli, da UFMG, em cooperação com o Ministério Público Federal. (Turollo, Campos e Santos, 2022).

Diante do exposto, infere-se que ocorre atualmente no Brasil uma corrida do ouro motivada pela forte valorização do metal nos mercados internacionais e reforçada pela crise econômica e consequente aumento do desemprego no Brasil no ano de 2020. O período mais intenso dessa corrida foi nos anos de 2019 e 2020 com grande número de pessoas se deslocando para áreas de mineração abertas ilegalmente em Unidades de Conservação e Terras Indígenas nos estados de Roraima e Pará, principalmente, onde foi identificado aumento de mais de 180% na produção oficial de ouro na região apenas no ano de 2020. Fator de importante contribuição para esses aumentos é o apoio institucional por parte dos poderes legislativo e executivo nas esferas municipais, estaduais e nacional.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Espaço geográfico da Pesquisa

Foi estudada a estrutura de organizações criminosas que atuam nos garimpos ilegais da Amazônia. Para isso, foram cedidos pela Polícia Federal (PF), dados oriundos de inquéritos policiais instaurados em três estados brasileiros: Amazonas, Roraima e Rondônia.

Os estados do Amazonas e Roraima foram escolhidos por inexistir, à época dos dados utilizados, autorizações para a execução de lavra garimpeira e por apresentarem diversas frentes de garimpo ilegais ativas. Já Rondônia foi inserido por estar fortemente relacionado a esses dois estados produtores, sendo muitas vezes o destino intermediário do ouro extraído ilegalmente no Amazonas e Roraima. O período de análise de dados, compreendido entre 2018 e 2022, foi limitado pela disponibilidade de registros de informações da Polícia Federal. Foram solicitados os dados de investigações que já estivessem encerradas. Como nos casos em que envolvem organizações criminosas essas investigações podem durar alguns anos, foi necessário utilizar o intervalo de dois anos para assegurar que não seriam utilizados dados de investigações em andamento.

Por não existir autorização para a execução de garimpo de ouro no estado do Amazonas no período compreendido pelos dados da presente pesquisa, entende-se que qualquer ocorrência dessa atividade analisada aqui ocorreu de maneira ilegal. Os garimpos no estado são mais frequentes nas bacias dos Rios Jutá e Japurá (Marques *et al.*, 2022), ambos afluentes do Rio Solimões, sendo o primeiro afluente da margem direita e o segundo afluente da margem esquerda. Tanto as áreas de garimpo do Rio Jutá quanto do Rio Japurá ocorrem em áreas cujo acesso se dá por meio fluvial. Não há estradas de acesso a essas áreas ou mesmo pistas de pouso de aviões, sendo necessário o transporte por helicópteros, ainda assim com algumas dificuldades devido à instabilidade climática da região. Os aeroportos ou pistas de pouso para aviões são encontrados nas cidades, que levam os mesmos nomes dos rios principais: Jutá e Japurá.

A cidade de Jutá está localizada às margens do Rio Solimões, na desembocadura do Rio Jutá, região do Alto Solimões. O município tem área de 69.457,415 km² e possui população estimada de 13.462 habitantes em 2021 (IBGE, 2021) e 94,2% da população com vínculos formais de emprego tem a administração pública como fonte de renda, seguida por comércio varejista com 4,1%, serviços e indústria (SEBRAE, 2023).

A cidade de Japurá está localizada às margens do rio de mesmo nome. O município tem área de 55.827,203 km² e faz divisa a oeste com a Colômbia. Possui população estimada de 1.755 habitantes em 2021, e não foram encontrados dados de

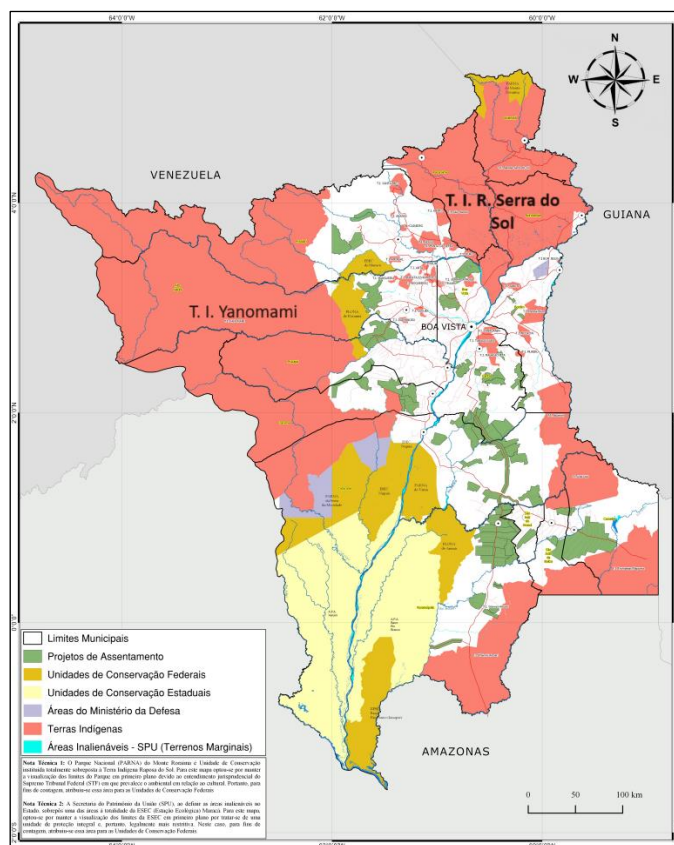


Figura 4. Roraima, áreas institucionais. Fonte: Roraima, 2016 (editado)

Em Rondônia os garimpos de maior atividade estão localizados na porção norte do estado, no Rio Madeira em toda sua extensão até o Amazonas. O Rio Madeira é uma importante hidrovia que conecta a cidade de Porto Velho a Manaus, com tráfego constante de embarcações de transporte de pessoas e cargas. Entretanto, boa parte das dragas da região se concentram nas imediações da cidade de Humaitá, que apesar de estar localizada no estado do Amazonas, encontra-se mais próxima de Porto Velho – RO. Por esse motivo Humaitá está mais relacionada às dinâmicas de Rondônia, de onde saem os itens para abastecimento da população garimpeira, combustível e serviços mecânicos para as dragas etc. A capital de Rondônia também é o destino comum para o ouro extraído ilegalmente no Rio Madeira.

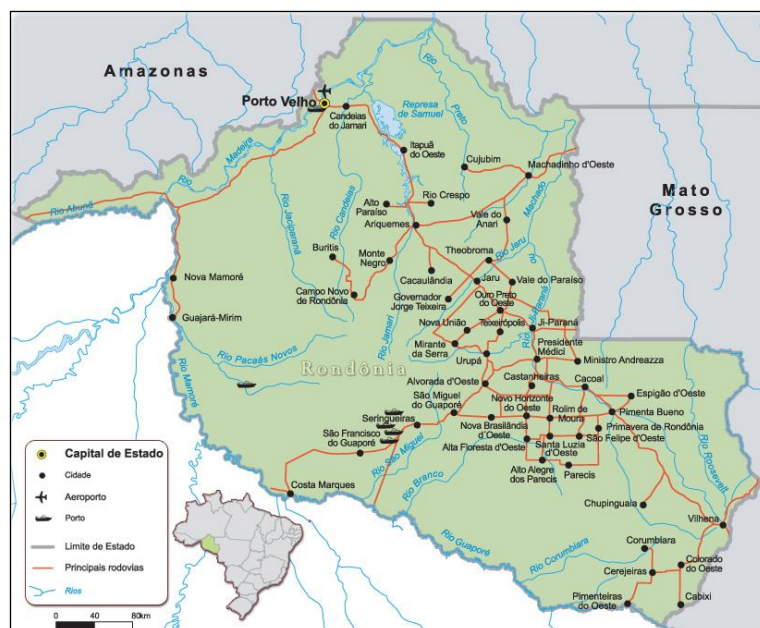


Figura 5. Rondônia, hidrografia e rodovias. Fonte: Campana, 2012.

4.2. Teoria de redes

A análise de redes sociais surgiu nos fins do século XX e busca estudar um conjunto de relações entre membros de um sistema social, buscando definir quantitativamente medidas que sejam capazes de representar propriedades importantes desse sistema. O conceito surgiu na sociologia e antropologia social e logo passou a ser um novo paradigma das ciências sociais (Ferreira, 2015). Antes, porém, em 1736 o matemático suíço Leonard Euler publica o primeiro artigo abordando uma análise de grafo discutindo o enigma hoje conhecido como o problema das pontes de Königsberg, que foi de grande importância não só para a teoria dos grafos, mas para a matemática como um todo (Costa, 2011).

Königsberg era uma cidade da universitária da Prússia (atualmente chamados de Kaliningrado e Rússia, respectivamente) banhada pelo rio Pregel e com duas grandes ilhas conectadas às margens e entre si por sete pontes. O desafio das pontes consistia em atravessar a todas sem que para isso passassem duas vezes pelo mesmo lugar. Apesar de muitas tentativas sem êxito acreditava-se que era possível até que Leonard Euler realiza o estudo utilizando a teoria dos grafos como metodologia para concluir que seria impossível (Pontes, 2019).

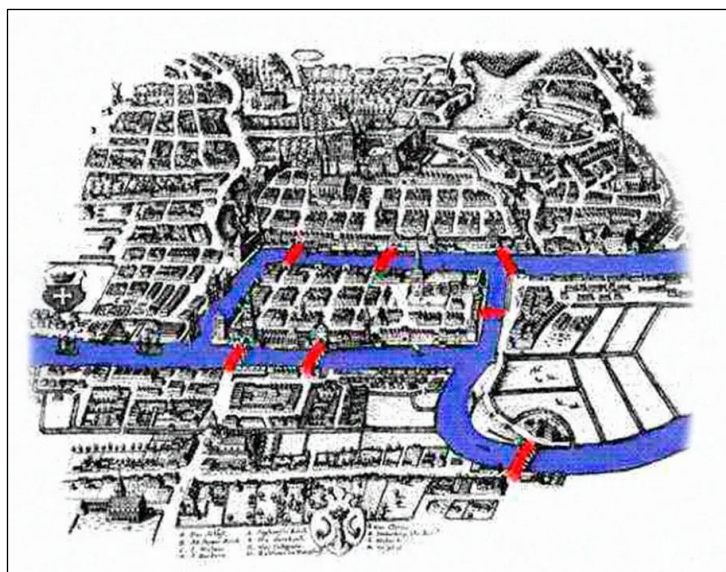


Figura 6. As pontes de Königsberg. Fonte: Rossini, 2023

Para resolver o problema Euler eliminou os detalhes que não influenciavam nas análises como as distâncias a serem percorridas, o tamanho das ilhas, considerando apenas os aspectos que julgava importantes. Assim, foi possível fazer uma representação simplificada do problema que seria o primeiro exemplo de grafo que se tem notícia (Freitas e Borges, 2015).

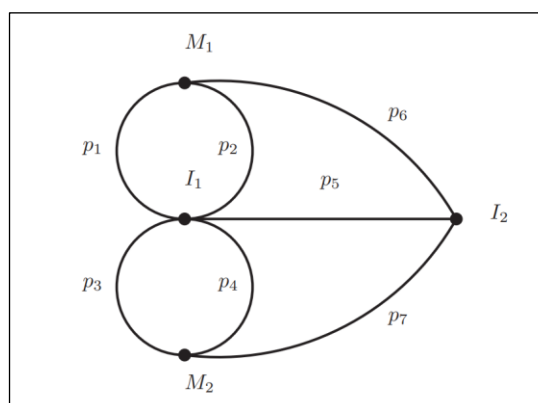


Figura 7. Grafo de Euler representando as pontes de Königsberg. Fonte: Freitas e Borges, 2015

A teoria dos grafos vem sendo desenvolvida ao longo das décadas e é aplicada nas mais diversas áreas, dentre elas: Neurociência (Sporns, 2018), estrutura de materiais (Wang, 2023), ciências da computação, engenharia, física, ciências sociais, biologia (Bandara, 2023) e outros.

Da Cunha (2012) aborda o crime como um fenômeno natural, que, portanto, pode ser interpretado pela matemática. Segundo o autor, o crime é um fenômeno emergente resultante de interações complexas entre os agentes sociais, no qual o sistema resultante é maior que a simples somatória das partes. Dessa maneira, o crime pode ser estudado segundo as leis da física, em uma disciplina chamada criminofísica.

A ciência de redes proporciona uma análise matemática sobre os dados sociais de interação entre indivíduos, lugares, aparelhos telefônicos ou outros. Assim, segundo Cunha (2020), uma rede criminal é para a criminofísica, uma entidade matemática composta por criminosos conectados por tipos de relacionamentos previamente selecionados para a análise. Nessa rede os criminosos são representados como vértices e os relacionamentos como arestas.

Na análise de rede, existe o estudo técnico de seus dados, onde não consideram o contexto completo. Já a análise de rede social é o estudo social e empírico de um fenômeno identificando-o como uma rede e não o estudo da rede em si. Nesse caso a rede será utilizada para entender o fenômeno. Por fim, a ciência de redes é um campo de pesquisa interdisciplinar, que vem evoluindo conforme se desenvolvem os estudos de redes complexas (Grandjean, 2021). A metodologia de análise de redes escolhida para essa pesquisa, é a que abrange medidas de densidade, grau, centralidade, centralidade de autovetor (eigenvector) e outras conforme apresentadas por Cunha (2020), Bichler (2019) e Barabasi (2016).

4.3. Dados utilizados

Neste estudo os nós e arestas foram definidos conforme Bichler (2019). De modo que, os nós (ou vértices) foram pessoas físicas e jurídicas identificadas respectivamente por CPFs e CNPJs (que passaram posteriormente por processo de anonimização) e as arestas (ou vértices) foram transações financeiras entre eles. As arestas receberam peso proporcional aos valores movimentados. Dessa maneira, a partir dos dados coletados foi construído um grafo dirigido e com peso que apresenta o fluxo de valores entre pessoas físicas e jurídicas envolvidas com o garimpo ilegal em Roraima, Rondônia e Amazonas. Em alguns momentos, porém, o grafo foi considerado como não dirigido, de acordo com as análises que se pretendia realizar.

Foram utilizados dados quantitativos referentes às transações financeiras presentes nos Relatórios de Inteligência Financeiras (RIFs) produzidos pelo Conselho de

Controle de Atividades Financeiras (COAF) de investigações de pessoas envolvidas com o comércio de ouro oriundo de garimpos ilegais no Amazonas, Rondônia e Roraima. Os RIFs apresentam dados quantitativos com os valores transacionados e frequência das transações entre as pessoas analisadas. Além desses, há também nos RIFs dados qualitativos que indicam a ocupação das pessoas, relacionamento com as atividades investigadas e outras informações que na presente pesquisa subsidiaram as análises complementares às quantitativas, permitindo ampliar a compreensão dos eventos analisados nessa pesquisa (Bichler, 2019).

O RIF é um documento produzido pelo COAF apresentando movimentações financeiras consideradas suspeitas de incidirem nos crimes previstos na Lei 9.613/98¹² como lavagem de dinheiro e ocultação de patrimônio. O documento é uma coletânea de comunicações de instituições financeiras sobre a ocorrências dessas ações suspeitas com informações relacionadas apenas a essas ações, não adentrando no sigilo bancário ou fiscal dos usuários dos bancos. Assim, no relatório constam apenas aquelas movimentações que atendam aos critérios da Lei, não sendo exibidos detalhes de datas das movimentações específicas ou outras movimentações que não sejam consideradas suspeitas, motivo pelo qual o RIF não é considerado como quebra de sigilo bancário, apesar de seu conteúdo ser protegido por sigilo constitucional, sob responsabilidade do órgão que o recebe (Farias, 2020).

Os RIFs são compostos por quatro arquivos, sendo um PDF com o texto de todas as comunicações realizadas pelos bancos de maneira individualizada ao longo do período analisado e outros três arquivos nomeados como “Comunicações”, “Envolvidos” e “Ocorrências”, em formato .csv com os dados das comunicações. No arquivo “Comunicações” são apresentados os dados de cada uma das comunicações como data de início e fim, instituição bancária em que foi identificada a movimentação suspeita e valores. No arquivo “Envolvidos” são apresentados os nomes e CPFs ou CNPJs das pessoas citadas nas comunicações e é informado qual a participação dessa pessoa na movimentação financeira que originou a comunicação. Por fim, no arquivo “Ocorrências” são apresentadas as infrações cometidas em cada comunicação do relatório.

No RIF, são encontrados os somatórios de valores transacionados entre duas contas que são vinculadas a pessoas físicas ou jurídicas, período em que foram realizados

¹² LEI Nº 9.613, DE 3 DE MARÇO DE 1998. Dispõe sobre os crimes de "lavagem" ou ocultação de bens, direitos e valores; cria o Conselho de Controle de Atividades Financeiras - COAF, e dá outras providências.

e local. Assim, a partir do estudo dos RIFs é possível identificar quais as pessoas possuem movimentações suspeitas relacionadas ao garimpo ilegal e em quais locais essas pessoas atuam.

Na presente pesquisa foram utilizados os dados de RIFs de diferentes investigações da Polícia Federal ocorridas em cada um dos três estados do escopo geográfico (AM, RO e RR) ao longo dos últimos anos (2018 a 2022), o que permitiu analisar o fluxo financeiro dentro da rede criminal do garimpo nesses estados e identificar a participação de pessoas em diferentes grupos no mesmo estado e/ou em estados diferentes.

Por razões de sigilo, e atendendo ao estabelecido na Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)¹³ as pessoas, físicas ou jurídicas identificadas passaram por processo de anonimização, que consiste na “utilização de meios técnicos razoáveis e disponíveis no momento do tratamento, por meio dos quais um dado perde a possibilidade de associação, direta ou indireta, a um indivíduo” (Brasil, 2018). Assim, os dados das 76 pessoas físicas ou jurídicas descritas neste trabalho passaram por processo de criptografia antes de serem submetidos ao software de análise Gephi versão 0.10.1. Esse processo foi escolhido porque a criptografia traduz os dados sensíveis em códigos incompreensíveis sendo necessário para sua leitura a posse da chave de criptografia (Ferreira *et al.*, 2022). Outro benefício desta técnica é a possibilidade de ser feita a descriptografia para a leitura dos dados, caso haja necessidade de alguma conferência ou reanálise dos dados. Assim, cada uma das pessoas citadas no RIF teve seu CPF ou CNPJ transformado em uma codificação única que permitiu individualizar cada um dos membros sem, no entanto, dar publicidade a seus nomes ou outros dados pessoais.

Ao total foram cedidos sete RIFs para a execução desta pesquisa, sendo quatro de operações policiais no estado do Amazonas, dois de Rondônia e um em Roraima conforme lista abaixo. Foi explicado pelos servidores da Polícia Federal que os RIFs com numeração semelhante podem ser considerados como de uma mesma operação, portanto, referentes ao mesmo grupo. Isso ocorre devido ao fato de que um RIF pode ser solicitado ainda nas fases iniciais de uma investigação e com o avançar das descobertas podem ser solicitados outros relatórios complementares referentes ao mesmo grupo. Os RIFs utilizados na pesquisa foram:

- RIF 65266 – RO

¹³ Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018.

- RIF 65264 – RO
- RIF 81042 – AM
- RIF 53660 – RR
- RIF 81044 – AM
- RIF 77093 – AM
- RIF 81340 – AM

4.4. Tratamento dos dados

Os dados de cada um dos RIFs foram disponibilizados em três arquivos de planilhas no formato .csv (valores separados por vírgulas) e um arquivo de texto no formato .pdf, o qual, apresenta as informações qualitativas, em que são descritas as transações e informações como profissão, atividade desempenhada, possíveis relacionamentos profissionais etc. de algumas das pessoas citadas em cada comunicação.

Quanto aos arquivos em formato .csv cada um dos três contém um tipo de dados, sendo eles: Envolvidos, Comunicações e Ocorrências. Todos os arquivos apresentam uma coluna de nome “indexador” que atribui um valor único para cada comunicação e que a mesma comunicação terá o mesmo valor nos três arquivos. Dessa maneira, tudo que estiver com o valor “01” na coluna indexador dos três arquivos será relacionado à mesma comunicação de número 1 e assim sucessivamente até a última comunicação. Dos três arquivos no primeiro, “Envolvidos”, a primeira coluna apresenta o valor indexador e em seguida a identificação dos envolvidos com nome e CPF ou CNPJ, o tipo de envolvimento para cada nome e por fim os dados da conta bancária.

O segundo arquivo, “Comunicações”, também inicia com o valor indexador e em seguida o ID da comunicação, que permite a identificação dentre todas as comunicações produzidas pelo COAF, o número da ocorrência, data do recebimento, data da operação, de fim do fato e dados do comunicante. O terceiro arquivo, Ocorrências, tem o valor indexador na primeira coluna, seguido pelo identificador da ocorrência, que indica o tipo como saque fracionado, saque em espécie de valor acima de R\$100.000,00, depósitos em espécie em valor acima de R\$100.000,00 etc. e por fim, a descrição textual do tipo de ocorrência.

O primeiro tratamento é realizado com aplicativo desenvolvido e disponibilizado pela Polícia Federal de nome “extrator rif.exe”. Esse aplicativo faz a união entre esses três arquivos gerando um quarto de nome “informações adicionais” que informa o número do RIF, a coluna com o valor indexador, a identificação (CPF ou CNPJ) do remetente ou

beneficiário do valor, o nome, a classificação da pessoa (provisionador, sacador, depositante, remetente ou beneficiário), valor da transação, dados do titular e do responsável, período da comunicação e observações. Para cada RIF foi criada uma planilha dessa que continha em cada linha as informações de uma transação. Assim, o número de linhas da planilha corresponde ao número de transações analisadas.

Após a criação desse arquivo de informações adicionais foi necessário verificar as lacunas de informações, uma vez que boa parte das comunicações não é preenchida automaticamente, sendo necessário então buscar nos arquivos PDF os dados para preencher as células vazias. Algumas das transações realmente não apresentam valores ou informações suficientes para identificar origem ou destino das transações, nesses casos as transações foram excluídas das planilhas e, portanto, não foram consideradas nas análises. Esse trabalho de limpeza das planilhas é feito comunicação por comunicação de modo que ao final do tratamento restaram 7.567 comunicações para serem carregadas no software. Cada uma dessas comunicações a princípio geraria uma aresta e dois nós, chamada díade. Quando foi identificado que um nó se repetia na planilha o próprio software criava uma aresta e não duplicava o nó.

As planilhas de “informações adicionais” foram unidas em uma que foi nomeada como “completa” e que contém todas as transações de todos os RIFs considerados na pesquisa. Nessa planilha completa foram feitos tratamentos dos dados com a exclusão de colunas que não são úteis à pesquisa como “data” e “observações”, e foi criado um código que permite identificar a origem do RIF. Nesta coluna os RIFs foram nomeados como Número do RIF seguido da sigla do estado e um identificador da investigação no estado. Por exemplo, o RIF de número 81042 é originado de uma investigação ocorrida no Amazonas, foi o primeiro do estado a ser disponibilizado. Por isso recebeu o código de “81042_AM01”. Foram utilizados RIFs dos estados do Amazonas, Roraima e Rondônia, e dentro de cada estado houve diferentes investigações, de modo que na maior parte dos casos cada RIF corresponde a uma investigação diferente, exceto para o Amazonas em que os RIFs 01, 02 e 03 são complementares de uma mesma investigação.

A identificação do RIF nos dados é importante uma vez que com essa informação foi possível identificar a existência de indivíduos que aparecem em diferentes investigações, o que é um dos objetivos da presente pesquisa.

As colunas de CPF/CNPJ passaram por processo de anonimização por criptografia, como explicado anteriormente, para então serem carregados no software Gephi. A criptografia foi importante porque ao ser preservada a chave de criptografia

criada os pesquisadores podem fazer a conferência dos dados com os arquivos originais, que contém inclusive informações qualitativas como função desempenhada e localização das pessoas citadas no RIF.

Para que a leitura fosse feita corretamente no Gephi, as colunas de origem e destino precisaram ser renomeadas como “source e target”, respectivamente, a coluna de valor renomeada como “weight” e a última coluna de RIF permaneceu com o mesmo nome. E para carregar as planilhas no software foram realizadas algumas tentativas que acusaram erros que foram sendo corrigidos e levaram ao caminho descrito acima. Por fim, o arquivo foi carregado reportando apenas um erro em que uma das linhas tinha valor de transação igual a 0, e que por isso foi descartado automaticamente. Para que a leitura do peso fosse feita corretamente foi solicitado ao Gephi que lesse a coluna de peso como “Big Decimal”, o que reconheceu que os dois dígitos após a vírgula se referiam a decimais.

Como origem, foram selecionados os titulares nas comunicações referentes a “Depositante”, “Remetente” ou “Provisionador” ou nos casos em que os titulares das comunicações eram “Beneficiários” ou “Sacadores” as contrapartes foram consideradas como origens. Para cada comunicação havia a informação de um valor de transação, que foi utilizado como peso das arestas.

Com esses dados preenchidos corretamente o software gera o grafo de conexões que ainda precisa passar por alguns tratamentos. Um deles é referente à identificação de “*loops*”, que são aquelas arestas que saem e entram no mesmo nó. De modo geral essas arestas indicam que houve transações cuja origem e destino são a mesma pessoa, podendo ser contas diferentes de mesma titularidade ou as mesmas contas. Como essas transações não indicam relacionamento entre pessoas foi realizado no próprio Gephi o filtro que elimina os *loops* restando apenas as transações entre pessoas diferentes. É sabido que essas transações podem ser indicativas de lavagem de dinheiro, porém o objetivo principal da pesquisa é o de avaliar a rede de relacionamentos de modo que outras informações que prejudiquem essa compreensão ou que desviem o foco da análise serão colocadas em segundo plano.

Outro tratamento é quanto à eliminação de pessoas que não estejam inseridas na chamada componente gigante. Alguns nós podem não possuir nenhuma conexão com o grafo principal ou podem formar grupos muito pequenos, com quantidade de indivíduos abaixo de dez. Esses nós não estão relacionados às dinâmicas da rede de modo geral e por estarem desconectados interferem em medidas como comprimento médio de caminho,

coeficiente de clustering, modularidade entre outros. Dessa maneira estes nós também são retirados da rede para que a descrição seja referente apenas àqueles membros de componentes realmente importantes. Dos 4.506 nós criados foram excluídos 4 que não estavam conectados à componente gigante, restando ainda 4.502 nós para serem analisados.

4.5. Análise de redes utilizando o software Gephy (versão 0.10.1)

Após a tabela de dados contar apenas com as informações consideradas importantes para a pesquisa foi possível calcular as métricas que descrevem o quadro geral da rede fornecendo o contexto para realizar um estudo focal posterior. Na descrição do quadro geral é apresentado o número de nós e conexões identificados e é descrita a estrutura da rede a partir de análises da coesão e centralização. A coesão foi medida pela densidade da rede, que é a proporção entre o número de conexões observadas e o número de conexões possíveis de existir (Barabasi, 2016).

Uma rede com densidade de valor 1,0, indica que todos os nós estão conectados entre si, e que haveria muitos caminhos possíveis de serem percorridos entre dois nós quaisquer e que os atores da rede possuem comunicação fluida, direta e facilitada. Por outro lado, uma densidade de valor baixo, ou próximo de zero, indica que muitos dos nós estão conectados a poucos outros nós e que os caminhos a serem percorridos são restritos indicando uma rede rígida, com protocolos de comunicação rigorosos, o que é comum em redes criminais (Bichler, 2019).

Outra medida realizada é referente ao grau de centralidade (*degree centrality*) do nó, que está relacionado ao número de conexões de cada um. Quanto maior o grau de centralidade mais conexões e maior a capacidade desse nó de se comunicar com outros. Essa medida pode indicar também a influência desse nó sobre outros. O grau de centralidade foi medido buscando identificar aqueles nós com maiores valores. Indivíduos com valores muito altos em relação aos demais podem ser considerados *hubs* (Bichler, 2019). Um hub é um nó com muitas conexões com os demais (Matchado, 2021), ou que recebe e/ou envia recursos de/para muitas outras pessoas.

Também foi medido o grau médio de centralidade da rede (*average degree centrality*), que, ao contabilizar o número médio de conexões que os nós da rede possuem, indica como é o relacionamento geral entre seus membros. Baixo grau médio de centralidade indica que a rede é mais rígida, com maiores instrumentos de controle uma

vez que os caminhos para os fluxos são mais restritos. Indica também que a rede é mais sensível à retirada de membros chave pois não haverá muitas alternativas de rotas. Ao contrário, valores altos de centralidade indicam uma rede mais dinâmica, com menos medidas de controle e maiores alternativas de caminhos possíveis no caso da saída de algum membro (Bichler, 2019).

A próxima medida analisada foi o grau de intermediação (*betweenness centrality*), em que o valor de um nó varia de acordo com o número de caminhos mais curtos entre outros dois nós que passam por ele, quanto mais alto o número de caminhos passando por um nó, maior será seu valor de intermediação. A Figura 8 ilustra a medida do grau de intermediação em que o nó “v” possui apenas duas conexões, mas todos os caminhos mais curtos passam por ele, conferindo alto valor de intermediação (Barthelemy, 2004).

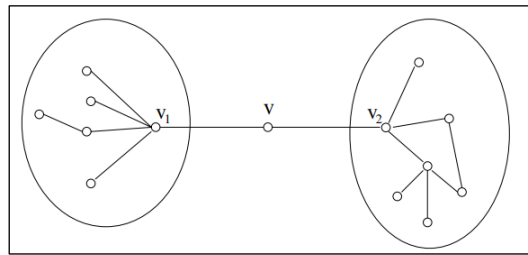


Figura 8. Grau de intermediação. Fonte: Barthelemy, 2004

Os cálculos são realizados utilizando a equação abaixo em que o número de caminhos mais curtos entre um nó qualquer “s” e outro nó qualquer “t” que passam por “v” é dividido pelo número de caminhos mais curtos entre “s” e “t”.

$$g(v) = \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \quad 14$$

Para permitir a comparação entre diferentes grafos foram utilizados valores normalizados, em que todos ficam entre 0 e 1, de modo que 0 indica que nenhum caminho mais curto passa por aquele nó e 1 indica que todos os caminhos mais curtos da rede passam por aquele nó.

A medida de intermediação é um indicador do poder de controle que os nós específicos exercem sobre as trocas fluindo na rede (Bichler, 2019) e indicam aqueles nós que caso sejam removidos da rede podem causar maiores impactos, uma vez que eles têm os maiores números de informações ou produtos passando por eles (Basu e Sen, 2021).

¹⁴ Fonte: Barthelemy, 2004

Foi calculada também a medida de centralidade de autovetor (*eigenvector centrality*), que indica que um nó é mais importante se ele conecta outros dois nós importantes. Dessa maneira o valor de um nó específico depende do valor dos outros nós a ele conectados e assim sucessivamente (Cheung *et al.*, 2020). A centralidade de autovetor pode indicar pessoas em função de coordenação, que se conectam com outros indivíduos que por sua vez vão dispersar as ordens emanadas ou distribuir os valores recebidos. (Bichler, 2019).

Outra medida utilizada é a de centralidade de proximidade (*closeness centrality*), que calcula a distância média de um nó para cada um dos demais nós da rede e atribui maior valor a esse nó se ele apresentar menor número de caminhos (menor distância) para alcançar todos os demais da rede (Eballe e Cabahug, 2021). Essa distância entre os nós é medida pelo número de vértices existentes entre eles. Um nó com alto valor de centralidade de proximidade é um nó com boa posição estratégica, uma vez que sua comunicação com toda a rede é facilitada. Já um nó com baixo valor de centralidade de proximidade é um nó em posição isolada, de difícil acesso pelos demais membros daquela rede (Bichler, 2019). A centralidade de proximidade pode ser vista como a eficiência de cada nó em espalhar informações (ou qualquer outro produto medido na rede) para todos os demais nós (Okamoto *et al.*, 2008)

A medida de comprimento médio de caminho (*average path length*) indica a distância média do grafo entre todos os pares de nós na rede. Esse valor é influenciado pelo tamanho da rede e pela topologia, ou maneira como essa rede é organizada. Valores mais baixos indicam maior fluidez na rede, ou maior conectividade entre os nós. Por outro lado, valores altos indicam que a comunicação na rede pode ser truncada (Bichler, 2019).

A medida de transitividade indica o quanto os vizinhos de um nó estão conectados entre si, indicando também a tendência de nós se unirem como subgrupos ou tríades. Ela pode ser medida pelo coeficiente médio de agrupamento e normalmente fica entre 0,3 e 0,6 em redes criminais (Bichler, 2019).

A modularidade indica quão esparsa ou sobreposta estão as comunidades¹⁵ de uma rede. O valor da modularidade pode estar entre -1 e 1, sendo que 0 indica que as comunidades estão sobrepostas ou que todos os membros de uma rede fazem parte de uma só comunidade, e 0,41 é o valor mais próximo da condição em que há duas

¹⁵ Na ciência de redes, comunidades são grupos formados dentro de uma rede em que seus membros são mais propensos a realizarem ligações entre eles mesmos do que com membros fora do grupo (Barabasi, 2016).

comunidades claramente distintas uma da outra (Barabasi, 2016). Redes com alta modularidade, ou valores próximos a 0,41, apresentam relações densas entre nós da mesma comunidade e comunicações esparsas com os nós de comunidades diferentes (Bichler, 2019). A partir do cálculo de modularidade também é possível identificar a formação de grupos não conectados à componente gigante.

Todos os cálculos podem ser realizados considerando a rede como dirigida, em que o sentido do fluxo é considerado, o que permite identificar a origem e destino da informação ou produto movimentado na rede. A rede dirigida permite também identificar aqueles que são os maiores emissores diferenciando dos maiores recebedores e daqueles intermediários. Por outro lado, caso a rede seja considerada como não dirigida serão avaliadas as conexões existentes entre os nós, identificando quem se relaciona ou tem acesso a quem, não importando as funções que aqueles nós desempenham na rede. (Bichler, 2019). O grafo não dirigido pode suprir perda de informações devido à simplificação que causa ao considerar apenas um tipo de relacionamento, como discutido no início do presente capítulo.

Outras análises foram realizadas para identificar a formação de grupos dentro de uma rede, com possíveis especializações de seus membros por funções específicas dentro da rede global. As especializações podem ser por tipo de atividades, por determinada área geográfica ou por tipo de produto (Bright *et al.*, 2015).

No presente trabalho, não foram utilizadas análises de dados somente quantitativos, como era comum nas pesquisas entre 1990 e 2000. Estudos mais recentes, consideram que esses dados fornecem um panorama limitado das organizações criminosas e podem levar a conclusões enviesadas (Faust e Tita, 2019). Por esse motivo foram acrescentadas informações qualitativas descritas nos arquivos PDF disponibilizados nos RIFs.

4.6. Análises realizadas / Método experimental

Com o intuito de avaliar métodos de desarticulação da rede estudada, foi realizada também a metodologia proposta por Cavallaro *et al.* (2020) em que sugere que atores com maiores níveis de grau de intermediação causam maior impacto na rede quando removidos. No estudo realizado por eles, a remoção de 5% dos nós com maiores valores de grau de intermediação resultou na redução de 70% da componente gigante ao causar sua divisão e a consequente perda de conexão e poder do grupo. Em uma rede em que a componente gigante é composta por todos os nós a conectividade é máxima. Dessa

maneira a remoção de nós e conexões específicos pode dividir um grande grupo em partes menores fazendo com que ele seja cada vez mais desconectado e perca poder.

A remoção de um nó do grafo se transmite ao mundo real com a prisão de atores da rede, ou no caso de redes de crimes violentos a morte por confrontos, seja com policiais ou com grupos rivais. Os autores testaram duas maneiras de remoção de nós do grafo. Uma delas foi a remoção um a um, simulando operações policiais em que um indivíduo é investigado e preso por vez e outra removendo grupos de cinco indivíduos, dessa vez simulando operações com cinco investigados presos. Para ambos os métodos os resultados foram semelhantes, porém os autores argumentam que os dados são estáticos, motivo pelo qual não é possível mensurar a adaptação dos grupos às prisões realizadas.

Para executar a experimentação da remoção de nós chave na rede, os autores executaram ciclos de remoção com quatro passos em cada ciclo:

1. Calcular o tamanho da componente gigante, identificando o número de nós e arestas do grafo inicial;
2. Remoção dos nós com maior influência na rede (grau de intermediação) seja um a um, seja em grupos de cinco e obtenção de novo grafo.
3. Novo cálculo de tamanho de componente gigante e cálculo da diferença entre o anterior e o novo.
4. Repetição dos passos 2 e 3 até que o tamanho do grafo chegue ao valor desejado.

Após realizarem esses passos os autores produzem gráficos cruzando a alteração causada pelo número de ciclos realizados, indicando a redução que ocorre em cada uma das novas medidas o que permite avaliar o número de atores necessários para causar uma disrupção satisfatória e, no caso do estudo realizado, comparar os resultados das diferentes métricas utilizadas.

Essa metodologia foi aplicada na rede do garimpo ilegal da Amazônia, escopo da presente pesquisa. Para isso foram realizados testes considerando primeiro toda a rede com os dados de todos os RIFs dos três estados e posteriormente os mesmos testes foram executados separadamente em um RIF por estado, aquele com maior número de membros.

Esse método experimenta a execução de operações policiais considerando a Amazônia como grupo único em comparação com as operações como ocorre atualmente focando em grupos específicos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DA REDE

5.1.1. Tipo dos dados

Foram utilizados dados de comunicações realizadas pelo COAF. Essas comunicações informam cada vez que uma pessoa realiza uma transação financeira suspeita, de modo que o Relatório de Inteligência Financeira (RIF) é uma coletânea de comunicações. Ao ser solicitado um RIF de uma pessoa investigada o COAF fará a análise de todas as comunicações produzidas pelas instituições bancárias sobre essa mesma pessoa e informará no relatório (RIF). Dessa maneira os dados utilizados na presente pesquisa são aqueles referentes apenas às movimentações suspeitas realizadas por pessoas investigadas por crimes relacionados à extração e comércio de ouro ilegal.

Os RIFs são estruturados de modo que em cada comunicação uma pessoa (física ou jurídica) figura como titular e as demais são pessoas relacionadas ao titular, a quem todas as informações daquela comunicação são referentes. Assim, foram produzidos grafos em que os nós são pessoas físicas ou jurídicas, referenciados como CPF ou CNPJ, respectivamente, e as arestas ou conexões entre elas são transações financeiras realizadas, cujo peso, quando considerado, será proporcional ao valor das transações financeiras realizadas entre duas pessoas.

Essa estrutura dos dados foi refletida no grafo, de modo que a arquitetura apresentou estrutura semelhante à “sempre-viva,” flor característica do cerrado brasileiro¹⁶ com a presença de muitos nós periféricos vinculados a um nó central apenas. Já nas análises iniciais, foi identificado que os nós localizados ao centro correspondem aos titulares das comunicações e os demais nós correspondem às pessoas relacionadas a eles no RIFs, como pode ser observado na **Figura 9** abaixo, em que há um grande nó central indicando o titular da comunicação conectado aos demais nós menores. Dessa maneira, essa estrutura em formato de sempre-vivas não guarda relação com o modo como os valores fluem na rede, mas sim com a estrutura dos dados utilizados na pesquisa.

¹⁶ <https://revistanatureza.com.br/wp-content/uploads/2018/07/1-4.jpg>

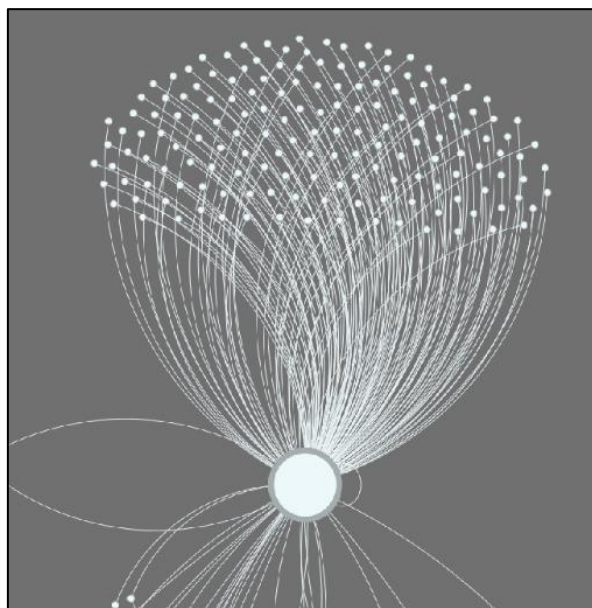


Figura 9. Estrutura em "sempre-vivas" dos dados de RIF. Fonte: Elaboração própria

A rede utilizada na presente pesquisa pode ser interpretada como o fluxo de valores, saindo de um ponto e chegando a outro ponto, com origem, destino e consequentemente, caminho, bem definidos. Porém, uma vez que o RIF apenas apresenta as movimentações consideradas suspeitas e não a totalidade das movimentações entre contas bancárias, a rede produzida pode ser interpretada como indicativo de relacionamento entre pessoas (físicas e jurídicas), uma vez que se há dinheiro indo de “A” para “B”, o esperado é que algo diferente vá de “B” para “A” em troca, podendo a quantidade de valores transacionados entre ambos ser um dos indicadores da intensidade do relacionamento entre “A e “B”.

O RIF pode ser usado como base dados para montar uma rede de relacionamentos não dirigida, indicando quem tem contato com quem e com qual intensidade. Dessa maneira a rede quando dirigida pode ser considerada uma rede de fluxo de valores que mostra os caminhos percorridos pelo dinheiro indicando origem e destino e a rede quando não dirigida pode ser considerada uma rede de relacionamentos, indicando quem interage com quem, não importando qual o tipo de relacionamento, mas que há um contato entre ambos os indivíduos.

O exame da rede na sua forma mais simples, sem muitas informações sobre fluxos etc. pode fornecer uma visão geral de sua estrutura organizacional. Ao passo que certo grau de precisão analítica é perdido, é possível obter melhor compreensão do “esqueleto” da estrutura social que suporta o grupo em análise (Bichler, 2019).

Sendo assim foram realizadas duas análises diferentes, a primeira considerando a rede não dirigida, buscando identificar o esqueleto da estrutura social do garimpo ilegal na Amazônia, e em seguida as análises foram refeitas considerando a rede como dirigida, em que foram buscadas outras informações como o fluxo do dinheiro na rede.

5.1.2. Rede completa não dirigida

Os dados utilizados são compostos por 7.567 registros de movimentações, que resultaram em 4.506 nós e 5.769 arestas. Como a rede é não dirigida, mesmo que existam valores saindo de “A” para “B” e de “B” para “A”, somente será criada uma aresta entre “A” e “B”, sem direção de fluxo. No grafo foram encontradas três componentes, uma principal, também chamada de gigante, com 4.502 nós (99,9% do total) e duas menores com três e um nó, respectivamente. Não há comunicação entre as componentes, motivo pelo qual nas análises seguintes as duas menores serão excluídas.

A quantidade de arestas por RIF é apresentada na Tabela 1 em ordem decrescente de participação no número de arestas.

Tabela 1. Quantidade de arestas por RIF

RIF	% de participação	Número de arestas
RIF 65266 – RO	51,63%	2.937 arestas
RIF 65264 – RO	20,46%	1.164 arestas
RIF 81042 – AM	17,19%	978 arestas
RIF 53660 – RR	07,37%	419 arestas
RIF 81044 – AM	01,95%	111 arestas
RIF 77093 – AM	0,93%	53 arestas
RIF 81340 – AM	0,47%	27 arestas

Fonte: Elaboração própria.

Os dados foram originados de sete RIFs diferentes, sendo dois de investigações ocorridas no estado de Rondônia, quatro no estado do Amazonas e uma de Roraima. Os RIFs com numeração semelhante, como os dois de Rondônia são, nesta pesquisa, referentes à mesma investigação e por isso podem ter muitas semelhanças entre os membros, o que será abordado em tópicos específicos.

A rede completa gerou um grafo mostrado na Figura 10, em que podem ser percebidas as estruturas em formato de “sempre-vivas” citadas acima e uma certa concentração ao centro. As cores representam classes de modularidade que serão abordadas em tópico específico.

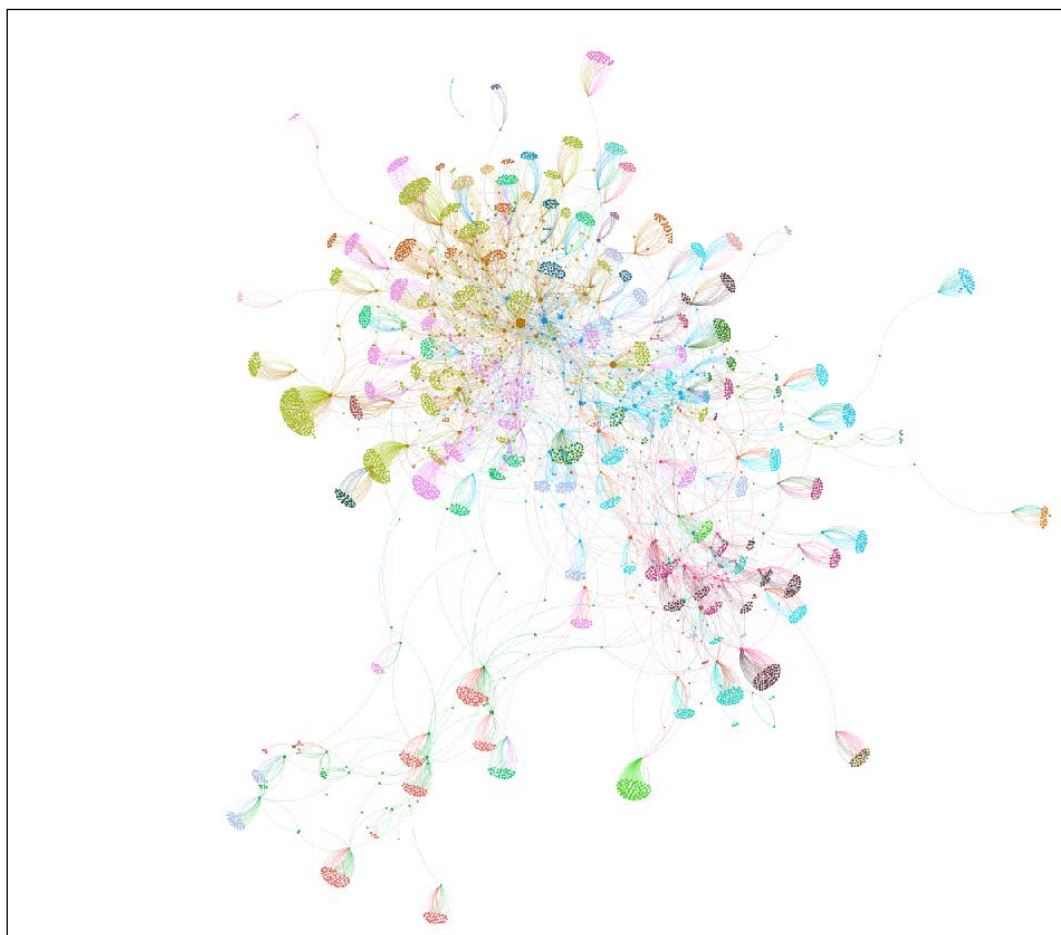


Figura 10. Grafo da rede não dirigida completa. Fonte: Elaboração própria.

A densidade encontrada foi de 0,001, indicando que no grafo existem 0,1% das conexões que poderiam existir. O valor é baixo, porém esperado, dado que as relações entre as pessoas relacionadas se dão na maior parte das vezes apenas com o titular da comunicação. A densidade mostra a proporção de nós existentes em relação ao que existiria se todos os nós fossem conectados (Bichler, 2019) e pode ser calculada com a equação seguinte, em que “g” corresponde ao número de nós na rede. Porém no grafo não dirigido, como há o mesmo número de vértices, mas a possibilidade de arestas é multiplicada por 2, o valor da densidade também é multiplicado por 2.

Equação 1 - Densidade da rede

$$\text{densidade} = \frac{\text{arestas}}{g(g-1)/2}$$

Fonte: Bichler, 2019

O grau médio de centralidade da rede foi quantificado em 2,561 indicando que em média cada nó da rede está conectado a 2,5 arestas. Porém, ao observar o gráfico de distribuição de grau da Figura 11, em que no eixo vertical é exibida a contagem de nós e no eixo horizontal é exibido o valor do grau, percebe-se que há uma grande concentração de nós com valor muito baixo, perto de 2, o que certamente reduziu o grau médio de centralidade da rede dificultando até mesmo a leitura com precisão do gráfico. Mas é possível perceber que são poucos os nós com valores mais altos. Para melhor análise desses dados será feita a filtragem dos nós de modo a remover esse grande número de pequenos valores em uma unidade específica do texto.

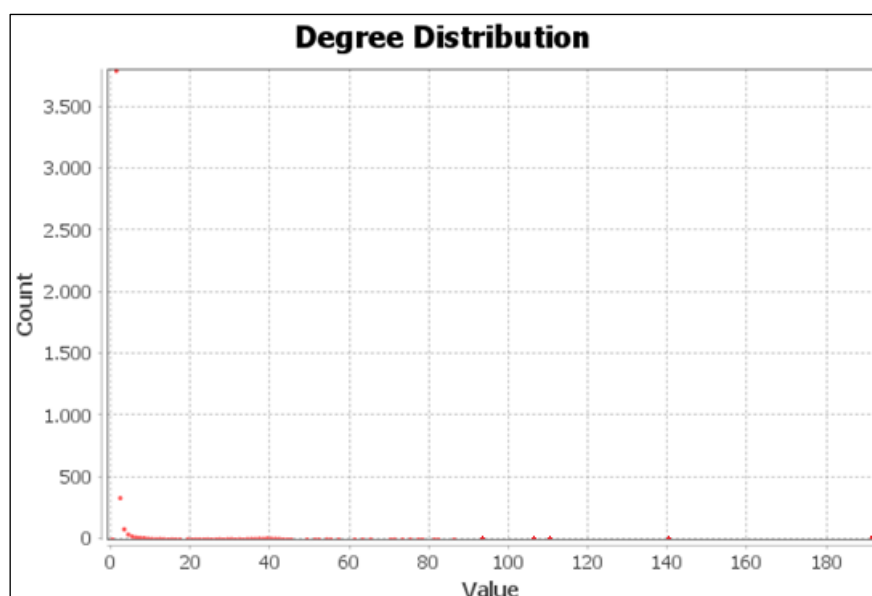


Figura 11. Distribuição de grau. Fonte: Elaboração própria

O grau de centralidade indica o número de conexões diretas que cada nó apresenta. Geralmente poucas pessoas estão diretamente conectadas a muitas outras e a maior parte da rede terá poucas conexões diretas (Bichler, 2019). Outro ponto observado é que, por serem dados de RIFs a estrutura é baseada em comunicações de titulares, de modo que um titular vai ter grande quantidade de pessoas relacionadas apenas a ele, sem exibir, no entanto, os demais vínculos que essas pessoas relacionadas possam ter. A **Tabela 2** abaixo apresenta os dez maiores valores de grau da rede.

Tabela 2. Dez maiores graus da rede

Ordem	Identificador	Grau
1	LNMM9J6600A7M	189
2	K77JMFJ79	138
3	L7AL9G00AC	108

4	LA8N6N000AJ0	106
5	JH6JK6L00AM9	93
6	968CMK8J68	84
7	K9FKC000AD	81
8	89MMD98KLM	80
9	LK78NK7K00AL0	77
10	LLN7JKMN00BI	76

Fonte: Elaboração própria

A tabela indica que apenas quatro dos nós possuem mais de 100 conexões, indicando a possibilidade de que estes sejam *hubs*, ou pessoas com grande capacidade de influência na rede (Bichler, 2019) o que no caso da rede analisada pode ser interpretada como capacidade financeira. Assim, os nós apresentados na **Tabela 2** seriam aqueles com capacidade de atingir diretamente o maior número de pessoas na rede.

A medida de grau ponderado considera o peso das arestas, que no caso atual corresponde ao valor (volume de dinheiro) transacionado. Aqui a quantidade de pessoas diretamente conectada não influencia no resultado, mas apenas o total transitado entre as contas bancárias.

O grau ponderado médio teve valor de R\$ 1.156.395,29 indicando que em média cada nó transacionou esse valor. Essa medida é um indicativo de tamanho da rede e serve para fins de comparação com algum grupo específico ou busca por concentração etc. A **Figura 12** abaixo mostra a distribuição do grau ponderado pelos nós da rede.

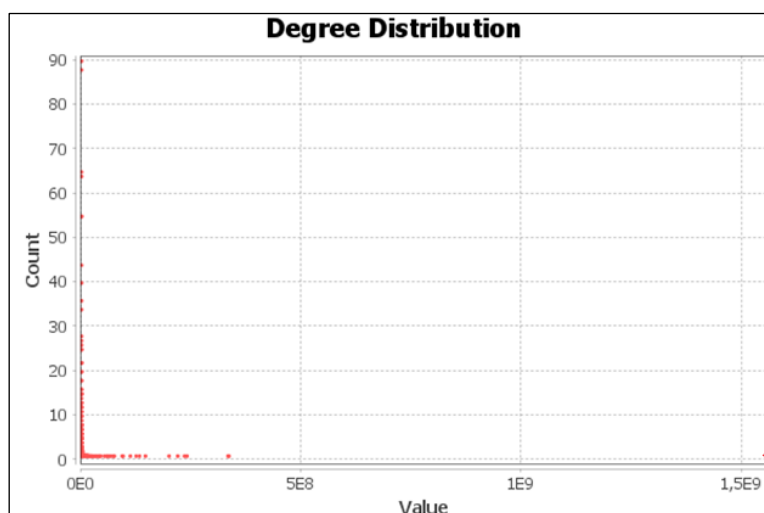


Figura 12. Distribuição de grau ponderado. Fonte: Elaboração própria.

O gráfico mostra que a maior concentração de nós está nos valores mais baixos e que há apenas um nó com valor muito mais alto que os demais. A **Tabela 3** mostra os dez maiores valores ponderados da rede.

Tabela 3. Dez maiores graus ponderados (em milhões de reais)

Ordem	Identificador	Valor
1	867LN6900AK0	763
2	6J8KHJ700AI	333
3	K7JAMM900A00	329
4	JHLNK7J00AJ0	191
5	6KKL76M900A88	173
6	L9979J7NKL	158
7	K77JMFJ79	147
8	KJFNL7700AG	139
9	9KNA7L00ALK	131
10	JK7MM9MJ8M	124

Fonte: Elaboração própria

A análise da tabela indica que há um valor discrepante mais de duas vezes maior entre o primeiro e o segundo maior valor e que, portanto, o nó 867LN6900AK0 é um dos grandes movimentadores de valores da rede. É importante notar que os nós com maior grau ponderado não são os mesmos com maior grau de centralidade, indicando que os primeiros transacionam valores maiores com quantidade menor de pessoas, e aqueles com maior grau de centralidade recebem ou enviam valores menores para grande quantidade de pessoas. Essa informação permite inferir que há duas funções distintas na rede, uma primeira relacionada à pulverização de valores com muitas transações de pequeno valor e a segunda que concentra os valores maiores com quantidade menor de pessoas.

Seguindo esse raciocínio foram selecionados na tabela de dados do Gephi os cem maiores valores de grau ponderado e com o uso do software MS Excel foi feita a divisão desse valor pelo grau de centralidade o que resultou naqueles que fizeram o maior valor de transferências para um indivíduo na rede e que, em tese, seriam os executores da segunda função descrita acima. Os dez maiores valores encontrados são apresentados, em milhões de reais, na **Tabela 4**.

Tabela 4. Transações de maiores valores (em milhões) com um indivíduo

Ordem	Identificador	Valor	Pessoas
1	6J8KHJ700AI	111	3
2	JN7K889N00ANK	94	1

3	J700I7M00A78	93	1
4	KKJKKLA00AK0	41	1
5	7F8HHJKM	35	1
6	9L696CNJM9	30	1
7	J8GKML600ANJ	26	2
8	L7MM89K7J9J	26	1
9	M60FN00AJ0	20	2
10	K9JJNJD00AKL	16	1

Fonte: Elaboração própria

Em momento posterior, nas análises de grafo, serão identificadas as pessoas com quem ocorreram essas transações. O grau de intermediação indica o controle que um nó tem sobre o fluxo da rede, uma vez que é calculado a partir da frequência com que um nó aparece nos caminhos mais curtos entre os nós da rede. O grau normalizado (cujos valores variam entre 0 e 1) permite interpretação mais fácil e intuitiva, sendo que 0 indica que nenhum caminho mais curto passa por aquele nó e 1 indica que todos os caminhos mais curtos passam por aquele nó (Bichler, 2019). Na rede presente os dez maiores valores para grau de intermediação foram os apresentados na **Tabela 5**.

Tabela 5. Grau de intermediação

Ordem	Identificador	Valor
1	K77JMFJ79	0,399
2	JH6JK6L00AM9	0,100
3	KKMLL88600AH	0,078
4	LNMM9J6600A7M	0,074
5	A789K8900ALK	0,073
6	LKKLK7MM00AK8	0,059
7	JHLNK7J00AJ0	0,055
8	K77JLJNJD	0,052
9	798JC900A86	0,049
10	7KJ8NGJN8	0,048

Fonte: Elaboração própria

Os valores também podem ser lidos como porcentagem se multiplicados por 100. Dessa maneira, “K77JMFJ79” está posicionado de modo a ter 40% de todos os caminhos mais curtos da rede. Ao verificar sua posição no grafo foi identificado que se encontra em posição central de um grande núcleo e que possui alto valor de grau. Inferências mais complexas podem ser feitas quando a rede é considerada direcionada utilizando grau de entrada e grau de saída. Essas análises serão produzidas em tópico específico.

A **Figura 13** abaixo apresenta o grafo com o tamanho dos nós proporcional ao valor de grau de intermediação. No grafo é possível notar que os maiores graus de intermediação estão localizados no centro da rede.

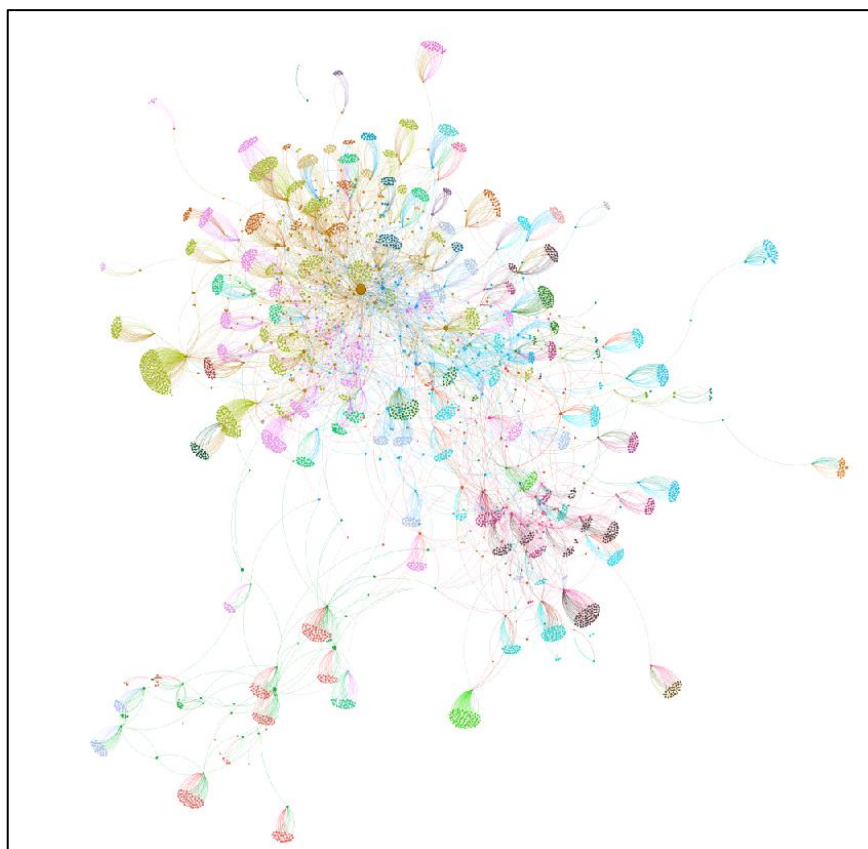


Figura 13. Grau de intermediação. Fonte: Elaboração própria.

A análise de centralidade de autovetor considera tanto as conexões diretas de um nó quanto as conexões indiretas, ou aquelas às quais seus nós diretos estão conectados, de modo que um nó com alto valor de centralidade de autovetor não necessariamente possui muitas conexões, mas possui conexões de relevância na rede. Essa medida indica os nós que se conectam a nós populares na rede. Um nó com grau de centralidade baixo e alta centralidade de autovetor pode indicar lideranças ocultas na rede (Bichler, 2019). Os dez maiores valores da rede são exibidos na **Tabela 6**.

Tabela 6. Centralidade de autovetor

Ordem	Identificador	Valor
1	K77JMFJ79	1,00
2	KKMLL88600AH	0,56
3	LNMM9J6600A7M	0,55

4	JH6JK6L00AM9	0,49
5	J6D868KL6	0,38
6	L667LM8000AG	0,37
7	L6KN8K6JJ9J	0,33
8	L7AL9G00AC	0,32
9	LNN8K96JMJ	0,32
10	LKJ8MLJ800A66	0,31

Fonte: Elaboração própria

Os maiores valores tendem a apresentar maior poder de influência na rede, tendo maiores condições de exercer controle sobre o fluxo de valores devido à sua posição e conexões. Da mesma maneira, esses atores quando retirados da rede causariam maior impacto estrutural, necessitando maior esforço e talvez tempo para sua reposição.

Ao realizar a análise de centralidade de autovetor relacionado ao grau de centralidade foi verificado que os maiores valores de centralidade de autovetor também possuíam alto valor de grau de centralidade. Essa análise será realizada novamente com a aplicação de alguns filtros.

A centralidade de proximidade indica aqueles nós que estão em posição que os deixa mais próximos de todos os demais da rede, ou seja, aqueles que teriam maior facilidade em acessar qualquer dos demais nós. Os nós com maior valor podem ser aqueles que exercem a função de brokers¹⁷, ou negociadores uma vez que está em boa posição estratégica numa rede composta por compradores e vendedores de ouro. A consulta pelos dez maiores valores de centralidade de proximidade da componente gigante resultou na lista expressa na **Tabela 7**.

Tabela 7. Centralidade de proximidade, rede completa

Ordem	Identificador	Valor
1	K77JMFJ79	0,357
2	KKMLL88600AH	0,319
3	JH6JK6L00AM9	0,316
4	JHLNK7J00AJ0	0,306
5	78M98I00ALJ	0,304
6	K77JLJNJD	0,301
7	LNN8K96JMJ	0,300
8	J6D868KL6	0,300
9	K87H7D00ALK	0,297

¹⁷ Na análise de redes sociais brokers são pessoas que atuam como pontes entre grupos desconectados (Cavallaro *et al.*, 2020).

10	7KJ8NGJN8	0,296
Fonte: Elaboração própria		

Foram realizadas análises de coesão na rede, como comprimento médio do caminho, que calcula a distância geodésica média entre cada par de nós da rede. Valores baixos indicam forte coesão na rede ou proximidade entre os membros. Mas esses dados precisam ser avaliados de acordo com a estrutura em que são organizados, o tipo de rede, fatores sociais, de localização etc. (Bichler, 2019). Essa medida indica também a existência de estruturas de controle sobre a rede. Redes clandestinas têm sua estrutura influenciada pelo fato de que precisam atingir seus objetivos apesar da fiscalização e vigilância do Estado e por isso tendem a ter maior controle sobre o fluxo uma vez que precisam adotar ações de ocultação o que resultaria em valores maiores para os dados de coesão (Faust e Tita, 2019).

Na rede analisada o valor de comprimento médio de caminho foi de 4,88 indicando certa fluidez. Porém é muito provável que a análise da rede dirigida vá interferir nesse valor de forma a aumentá-lo, uma vez que nem todos os caminhos estarão disponíveis.

A medida de transitividade indica o quanto os vizinhos de um nó estão conectados entre si, indicando também a tendência de nós se unirem como subgrupos ou tríades. Ela pode ser medida pelo coeficiente médio de agrupamento e normalmente fica entre 0,3 e 0,6 em redes criminais (Bichler, 2019). Na rede analisada esse valor ficou em 0,168, valor menor que os parâmetros esperados e indica pouca probabilidade de os nós formarem grupos. O diâmetro indica qual a maior distância entre dois nós quaisquer da rede, é outra medida de conectividade de modo que quanto menor o diâmetro mais bem conectada é a rede. Na rede analisada o valor do diâmetro foi 10. Essa medida fornece mais informações para comparações com outras redes ou outras configurações da mesma rede.

A análise da modularidade indicou a formação de 29 comunidades¹⁸. A maior comunidade é constituída por 868 elementos, ou 19,28% de toda a rede. A segunda maior comunidade possui 455 elementos (10,11% da rede) e a terceira comunidade 415 elementos (9,22%) da rede.

¹⁸ Na ciência de redes, comunidades são grupos formados dentro de uma rede em que seus membros são mais propensos a realizarem ligações entre eles mesmos do que com membros fora do grupo (Barabasi, 2016).

A modularidade indica quão esparsa ou sobreposta estão as comunidades de uma rede. O valor da modularidade pode estar entre -1 e 1, sendo que 0 indica que as comunidades estão sobrepostas ou que todos os membros de uma rede fazem parte de uma só comunidade, e 0,41 é o valor mais próximo da condição em que há duas comunidades claramente distintas uma da outra (Barabasi, 2016). Redes com alta modularidade, ou valores próximos a 0,41, apresentam relações densas entre nós da mesma comunidade e comunicações esparsas com os nós de comunidades diferentes. Na rede analisada o valor foi de 0,741 indicando que as comunidades não são muito bem definidas na rede, e que há certa interação entre seus membros. A **Figura 14** apresenta o grafo indicando nas cores dos nós as comunidades identificadas.

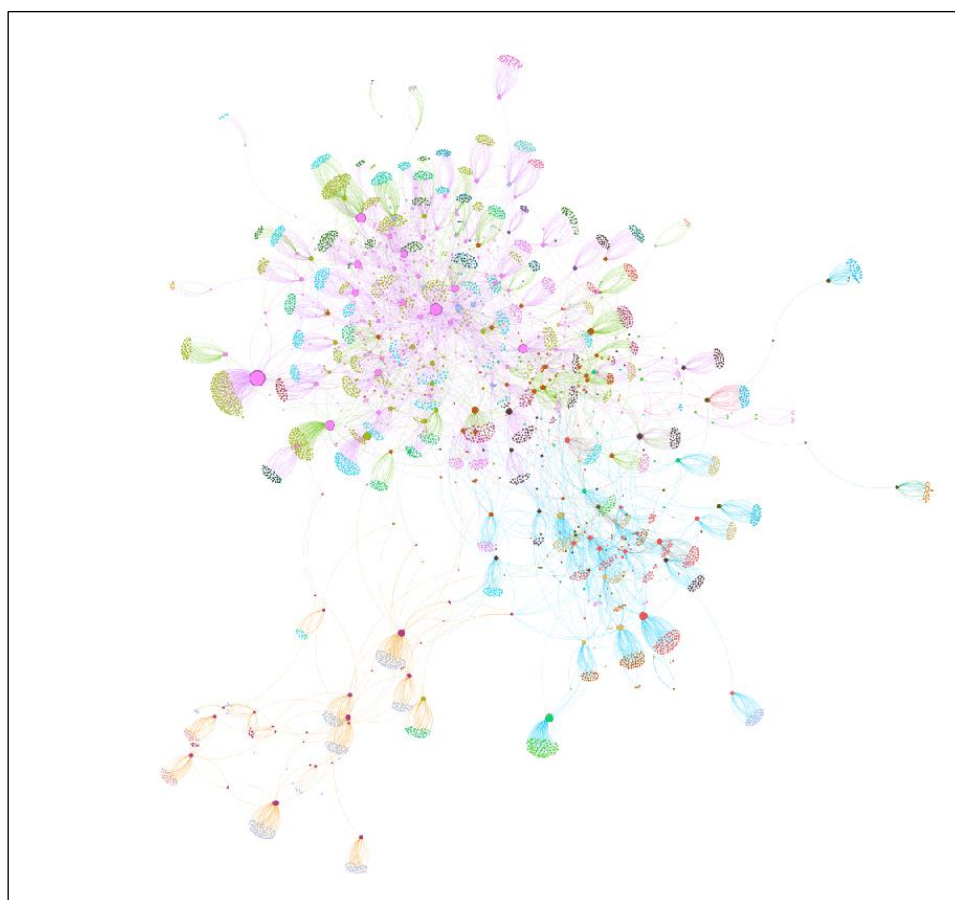


Figura 14. Comunidades da rede segundo a modularidade. Fonte: Elaboração própria

5.1.3. Realização de filtro de grau maior que 1

Como mostrado na Figura 11 cerca de 80% dos nós apresenta apenas uma aresta, indicando que grande parte dos atores da rede possui uma relação fraca ou temporária na rede. Diante disso foi realizado por meio do software Gephi um filtro de modo a

selecionar apenas os nós cujo grau seja maior que 1, que exibirá aquelas pessoas que transacionaram com mais de uma pessoa na rede. Dessa maneira serão excluídas aquelas pessoas que tiveram interação apenas com um titular das comunicações e que em sua maioria não tiveram grande atividade na rede.

Ao aplicar o filtro a rede passou a contar com 703 nós (15,62% da rede completa) e 1.890 arestas (33,22% da rede completa). A nova arquitetura da rede ficou reduzida, como pode ser observado na Figura 15 em que à esquerda é exibido o grafo da rede completa e à direita o grafo da rede após aplicação do filtro. Nota-se que a estrutura permanece a mesma, porém são retirados aqueles nós que se relacionam estritamente com os titulares das comunicações do RIFs.

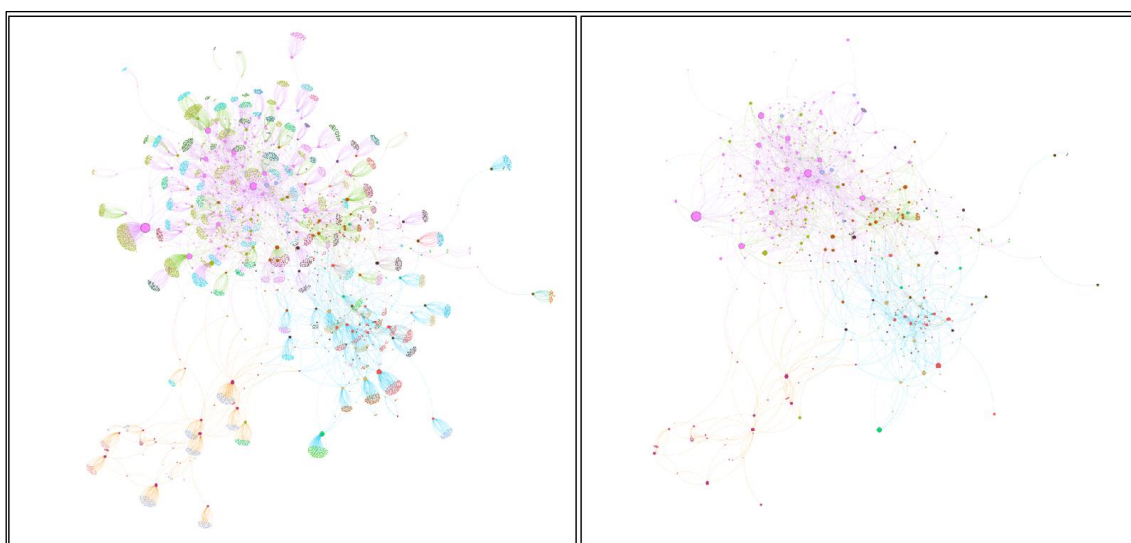


Figura 15. Comparação do grafo sem (esquerda) e com (direita) aplicação de filtro de grau maior que 1. Fonte: Elaboração própria

Essa alteração pode ser percebida também no gráfico de distribuição de grau, exibido na Figura 16, em que há redução tanto da contagem de nós, cujo valor máximo por grau passa a ser próxima de 350, quanto há redução do valor máximo de grau, que passa a ser próximo de 100.

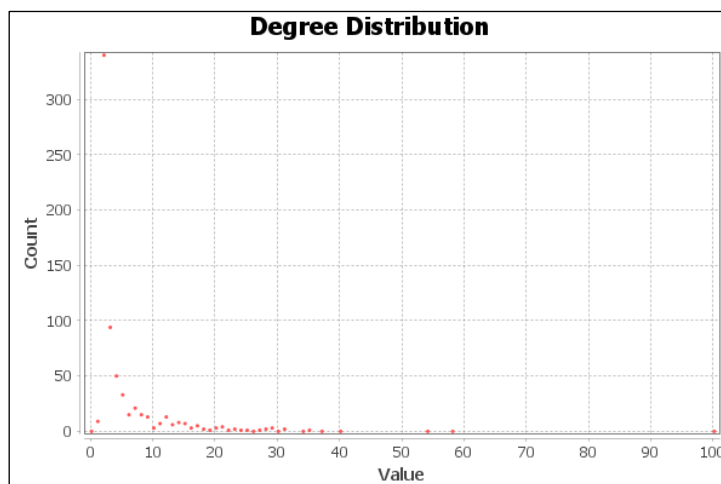


Figura 16. Distribuição de grau. Fonte: Elaboração própria

Quanto à distribuição de arestas por RIF o de número 65266 aumentou sua proporção em 5% sobre os demais, indicando que a rede representada por ele é mais estruturada, perene e dinâmica que as demais. Nos restantes não houve alteração importante na proporção dos nós, indicando mesmo comportamento em todos. A **Tabela 8** abaixo apresenta essa distribuição antes e depois da realização do filtro:

Tabela 8. Comparação distribuição de arestas por RIF

RIF	Sem filtro		Com filtro	
	% de participação	Número de arestas	% de participação	Número de arestas
RIF 65266 – RO	51,63%	2.937 arestas	57,14%	1.080
RIF 65264 – RO	20,46%	1.164 arestas	19,79%	374
RIF 81042 – AM	17,19%	978 arestas	14,81%	280
RIF 53660 – RR	07,37%	419 arestas	05,13%	97
RIF 81044 – AM	01,95%	111 arestas	02,33%	44
RIF 77093 – AM	0,93%	53 arestas	0,69%	13
RIF 81340 – AM	0,47%	27 arestas	0,11%	02

Fonte: Elaboração própria

Com a aplicação do filtro a densidade da rede aumentou para 0,008 indicando que existem 0,8% das conexões possíveis de serem realizadas. Apesar de a densidade ter sido multiplicada por 8 o valor ainda é baixo, o que é esperado em redes clandestinas, como é o caso da rede do garimpo ilegal, uma vez que a comunicação não pode fluir livremente devido aos riscos de serem alvos de investigações criminais ou mesmo serem alvo de grupos rivais (Faust e Tita, 2019).

O número de componentes foi mantido em apenas uma sendo uma componente gigante com 703 nós. O grau médio de centralidade passou a ser de 5,377 valor mais que duplicado sobre a rede completa, indicando maior interação entre os membros. A relação com os dez maiores graus de centralidade ficou da seguinte forma:

Tabela 9. Dez maiores graus da rede, grau maior ou igual a dois.

Ordem	Identificador	Grau
1	K77JMFJ79	98
2	JH6JK6L00AM9	58
3	KKMLL88600AH	52
4	LJ76KI000A8J	40
5	J6D868KL6	35
6	6FL7J7BJ0	35
7	78K96DKJN	34
8	LKJ8MLJ800A66	33
9	L667LM8000AG	31
10	K9FKC000AD	31

Fonte: Elaboração própria

Além da diminuição dos valores houve grande alteração nos membros da lista e na sua ordem de classificação. Dos 10 nomes da lista anterior 7 não estão presentes na mesma lista após a realização do filtro, o que indica que essas pessoas ausentes realizam boa parte de suas transações com pessoas uma única vez. Essa prática é muito comum em ações de lavagem de ativos, com o uso de “aluguel de contas bancárias” (Yamamoto, 2024) que são utilizadas para realizar transferências de valores sem deixar registros nas contas das pessoas envolvidas com as atividades ilegais. Os nós identificados nessa condição foram: “LNMM9J6600A7M”, “L7AL9G00AC”, “LA8N6N000AJ0”, “968CMK8J68”, “89MMD98KLM”, “LLN7JKMN00BI” e “LK78NK7K00AL0”.

A tabela indica ainda que o primeiro colocado possui quase duas vezes o valor de grau do segundo, destacando-o dos demais. Esse destaque indica que, em se tratando da rede mais perene ou das pessoas realmente envolvidas com o garimpo ilegal, o nó pode ser considerado um *hub*¹⁹ atuando como concentrador das comunicações entre os demais membros da rede.

Quando analisado o grau ponderado na rede com o filtro não foi percebida grande alteração nos dados em comparação à rede completa, salvo a redução de valores mais baixos, como pode ser observado na

¹⁹ Nó que recebe e/ou envia recursos de/para muitas outras pessoas (Catino *et al.*, 2022).

Figura 17. O grau ponderado médio teve seu valor alterado para R\$ 4.855.063,37 valor 4 vezes maior que na rede completa, indicando que as pessoas mais estáveis na rede movimentam mais valores que as pessoas com participação ocasional.

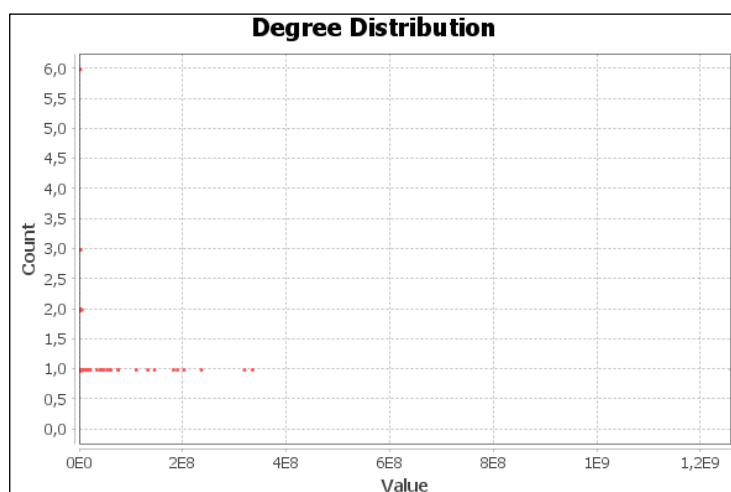


Figura 17. Distribuição de grau ponderado, grau maior que 1. Fonte: Elaboração própria.

A diminuição de nós com valores mais baixos indica que as pessoas com participação ocasional na rede tendem a fazer em movimentações mais baixas, pequenos volumes, o que é condizente com a estratégia de pulverização na lavagem de dinheiro, que ocorre quando é necessária uma transferência de grande quantia de valores sem que chame a atenção de órgãos de fiscalização. Para isso os lavadores dividem esse valor maior em inúmeras transações de pequeno valor para inúmeras contas bancárias controladas por eles de modo que as transações não criam alertas nos sistemas de monitoramento financeiro (Yamamoto, 2024).

A **Tabela 10** apresenta a lista com os dez maiores valores de grau ponderado seguidos de seus respectivos valores em milhões de reais na coluna à direita.

Tabela 10. Grau ponderado (em milhões de reais) com grau maior ou igual a dois.

Ordem	Identificador	Valor
1	867LN6900AK0	462
2	6J8KHJ700AI	333
3	K7JAMM900A00	312
4	JHLNK7J00AJ0	173
5	L9979J7NKL	158
6	KJFNL7700AG	137
7	9KNA7L00ALK	130
8	K77JMFJ79	128
9	6KKL76M900A88	121
10	KKMLL88600AH	88

Fonte: Elaboração própria

Diferentemente do que ocorreu na lista dos dez maiores valores de grau, dos dez nomes presentes na lista da rede completa apenas um não permaneceu após a realização do filtro e os valores apesar de terem sido reduzidos em sete dos dez nós, se mantiveram aproximados. Isso indica que aqueles que transacionam grandes quantidades o fazem na maior parte com pessoas estáveis na rede, e não com aqueles de participação ocasional, já que quando se considera o grau ponderado a lista dos dez maiores permanece semelhante e quando considerado o grau de centralidade a lista é alterada substancialmente.

O grau de intermediação foi calculado novamente para a rede após aplicado o filtro. Os dez maiores valores encontrados são apresentados na **Tabela 11**.

Tabela 11. Grau de intermediação, grau maior que dois.

Ordem	Identificador	Valor
1	K77JMFJ79	0,342
2	JH6JK6L00AM9	0,125
3	KKMLL88600AH	0,086
4	A789K8900ALK	0,061
5	LKKLK7MM00AK8	0,059
6	LJ76KI000A8J	0,054
7	798JC900A86	0,045
8	JHLNK7J00AJ0	0,040
9	867LN6900AK0	0,039
10	J76A7LN00A7L	0,037

Fonte: Elaboração própria

Dos dez nomes presentes na lista de maiores graus de intermediação da rede completa, apenas três não se repetem na rede após ser filtrada. Ao consultar o grafo foi identificado que os três estão ou em posição periférica ou com muitos vínculos a outros nós localizados em posição periférica. Isso indica que essas pessoas podem ser espécie de agenciadores de contas bancárias de aluguel, uma vez que possuem muitos relacionamentos (diretos ou indiretos) com pessoas que apenas realizaram transações com uma outra pessoa da rede. Esses três nós foram “LNMM9J6600A7M”, “K77JLJNJD” e “7KJ8NGJN8”.

A seleção dos dez maiores valores para centralidade de autovetor indicou a lista da **Tabela 12**.

Tabela 12. Centralidade de autovetor, grau maior que 1.

Ordem	Identificador	Valor
1	K77JMFJ79	1,00
2	KKMLL88600AH	0,64
3	JH6JK6L00AM9	0,55
4	J6D868KL6	0,43
5	L6KN8K6JJ9J	0,38
6	LNN8K96JMJ	0,37
7	L667LM8000AG	0,35
8	78M98I00ALJ	0,32
9	LKJ8MLJ800A66	0,31
10	7KJ8NGJN8	0,30

Fonte: Elaboração própria

Dos dez nomes presentes na lista de centralidade de autovetor da rede completa apenas dois não permaneceram após a aplicação do filtro de valor de grau, o que indica que esses nós possuem posicionamento importante apenas perante os nós com poucas interações na rede. Esses nós foram “LNMM9J6600A7M” e “L7AL9G00AC”. Da mesma maneira é interessante notar que “K77JMFJ79” mantém posição de destaque nas duas listas, o que indica sua grande importância na rede de maneira geral.

Destaque para “KKMLL88600AH”, que possui apenas 5 conexões, mas todas elas com quatro nós de destaque na rede como “K77JMFJ79”, “K77JLJNJD”, “J6D868KL6”, “KKMLL88600AH” e “L9979J7NKL”. Foi encontrado por análise de tabela. A busca pelos dez maiores valores de centralidade de proximidade indicou os nomes presentes na lista da **Tabela 13**.

Tabela 13. Centralidade de proximidade, grau maior que um.

Ordem	Identificador	Valor
1	K77JMFJ79	0,431
2	KKMLL88600AH	0,388
3	JH6JK6L00AM9	0,378
4	LNN8K96JMJ	0,357
5	K77JLJNJD	0,354
6	J6D868KL6	0,354
7	JHLNK7J00AJ0	0,353
8	L6KN8K6JJ9J	0,349
9	78M98I00ALJ	0,348
10	K87H7D00ALK	0,346

Fonte: Elaboração própria

Estes dez nomes são aqueles que estão em boas posições no grafo. Dos dez nomes presentes na lista da rede completa apenas um (“7KJ8NGJN8”) não se repetiu indicando possível posicionamento mais próximo de pessoas com relações ocasionais ao crime de mineração ilegal. Da mesma maneira a presença de novo nome na lista indica que essa pessoa possa ter relações mais estruturadas com pessoas perenes na rede de garimpo ilegal.

Com a exclusão de pessoas com apenas um vínculo, a rede passou a apresentar a medida do comprimento médio de caminho de 3,91 valor menor que aquele da rede completa, o que era esperado, uma vez que a rede diminuiu seu tamanho substancialmente.

A medida de transitividade indicada pelo coeficiente de agrupamento passou para 0,197 valor maior que a rede completa, mas ainda menor que o padrão para redes criminais. O diâmetro foi reduzido para 9, um nó a menos que a rede completa. O número de comunidades formadas a partir da modularidade diminuiu para 11, sendo a maior constituída por 276 elementos (39,26% da rede), a segunda comunidade por 110 elementos (15,65% da rede) e a terceira por 64 elementos ou (9,10% da rede).

A análise da modularidade da rede após passar pelo filtro indicou o valor de 0,691 não apresentando alteração importante sobre a rede completa, indicando o mesmo comportamento. A **Figura 18** apresenta o grafo indicando em cores os nós de acordo com a comunidade de modularidade identificada.

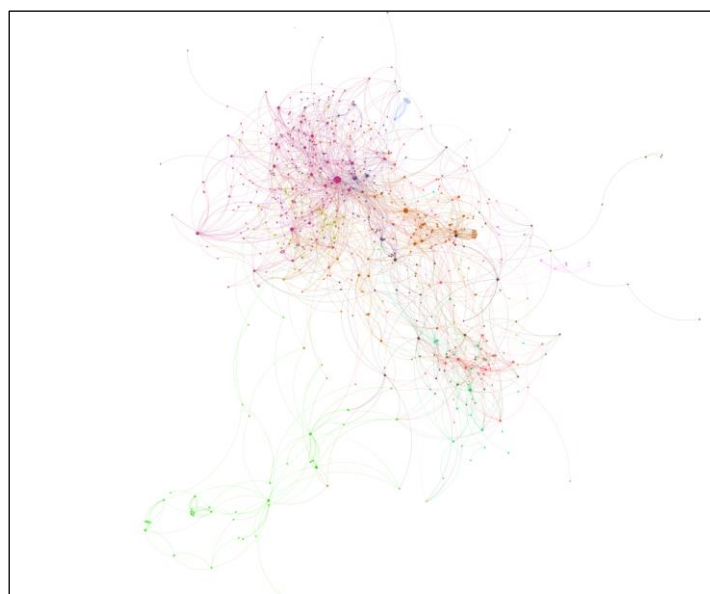


Figura 18. Comunidades segundo modularidade, rede com filtro. Fonte: Elaboração própria

5.1.4. Rede dirigida

Os dados utilizados para a estruturação da rede foram originados de Relatórios de Inteligência Financeira (RIF) produzidos pelo Conselho de Controle de Atividades Financeiras (COAF). Os dados são referentes a comunicações de movimentações financeiras suspeitas relacionadas a investigações de mineração ilegal realizadas pela Polícia Federal nos estados do Amazonas, Rondônia e Roraima.

Por serem dados de transações financeiras há em cada uma dessas transações as informações de origem, destino e quantidade de valores transacionados, o que permite estruturar uma rede dirigida. As análises realizadas até este momento foram não dirigidas, uma vez que tiveram como objetivo compreender os relacionamentos existentes na rede sem fazer distinção de funções exercidas por cada pessoa. No entanto outras análises podem ser feitas de modo a aprofundar a compreensão sobre as atividades desempenhadas por cada pessoa na rede e buscando identificar o fluxo dos valores dentro da rede. Por esse motivo neste tópico serão feitas algumas análises específicas considerando a rede como dirigida.

A própria estrutura da rede já sofre algumas alterações com o aumento do número de arestas passando para 5.935. A diferença entre os valores está no fato de que tanto os nós quanto as arestas se repetem na planilha, de modo que se movimentações de “A” para “B” aparecem em 10 registros, serão gerados dois nós (A e B) e uma aresta cujo valor será a soma do valor dos 10 registros da planilha. Como rede dirigida, caso exista 5 movimentações no sentido inverso, de “B” para “A”, será criada outra aresta entre os dois nós com a soma entre essas 5 movimentações. Neste exemplo a rede não dirigida terá os dois nós (A e B) e apenas uma aresta entre eles cujo valor será a soma das 15 transações entre os dois nós.

Na rede dirigida então a distribuição entre os nós ficou como demonstrado na Tabela 14. Quantidade de arestas por RIF, rede não dirigida que mostra também a distribuição da rede não dirigida para comparação.

Tabela 14. Quantidade de arestas por RIF, rede não dirigida.

RIF	Não dirigida		Dirigida	
	% de participação	Número de arestas	% de participação	Número de arestas
RIF 65266 – RO	51,63%	2.937	51,05%	3.030
RIF 65264 – RO	20,46%	1.164	20,49%	1.216
RIF 81042 – AM	17,19%	978	17,49%	1.038

RIF 53660 – RR	07,37%	419	07,62%	452
RIF 81044 – AM	01,95%	111	01,97%	117
RIF 77093 – AM	0,93%	53	0,91%	54
RIF 81340 – AM	0,47%	27	0,47%	28

Fonte: Elaboração própria

A densidade da rede foi alterada para 0,000 ao utilizar o software Gephi, e ao realizar o cálculo manual do valor da densidade foi encontrado o valor de 0,0003. A diminuição tão grande da densidade é esperada uma vez que o número de possibilidades de arestas foi multiplicado por dois ao tornar a rede dirigida, porém novas arestas não foram criadas na mesma proporção. A diminuição da densidade indica também que na rede há grande número de pessoas (ou díades) cujo fluxo de valores existe em apenas uma direção e não há trocas entre eles.

Na rede foram identificadas 3 componentes, uma principal, ou gigante, com 4.502 nós (99,9% do total), e duas menores com três e um nó, respectivamente. As duas últimas foram desconsideradas das análises uma vez que além de estarem desconectadas da componente principal os valores movimentados foram irrisórios perto do montante analisado na rede.

Considerando que os dados são referentes a investigações policiais totalmente independentes entre si e de estados diferentes, o fato de ter sido criada uma única componente gigante já é suficiente para identificar que há alguma relação entre todos os envolvidos com garimpo ilegal nos três estados. O que será abordado em tópico específico, análise da topologia ou arquitetura da rede.

Outra medida relevante ao se tratar de rede dirigida é o grau, que agora pode ser separada em três: grau de centralidade, que indica todas as conexões que um nó possui, grau de entrada indicando apenas as conexões que enviaram valores ao nó analisado e grau de saída indicando apenas as conexões a quem o nó analisado enviou valores. Com essas medidas é possível identificar aqueles que recebem valores de muitas pessoas e aqueles que enviam valores para muitas pessoas.

Quanto ao grau de centralidade os dez maiores valores encontrados foram os apresentados na **Tabela 15**.

Tabela 15. Dez maiores graus de centralidade, rede dirigida.

Ordem	Identificador	Grau
1	LNMM9J6600A7M	190
2	K77JMFJ79	148

3	L7AL9G00AC	110
4	LA8N6N000AJ0	106
5	JH6JK6L00AM9	98
6	968CMK8J68	91
7	89MMD98KLM	81
8	K9FKC000AD	81
9	KKMLL88600AH	77
10	LLN7JKMN00BI	77

Fonte: Elaboração própria

Apesar de apresentar as conexões sem distinção de direção, a medida de grau de centralidade já apresenta informações importantes. As conexões são muito concentradas, de modo que dos 4.502 nós da rede, apenas 4 possuem centralidade maior que 100 e desses apenas 2 com valor de 148 e 190. O alto valor de centralidade é um indicativo que esses nós podem ter a função de *hubs* na rede. Importante destacar que analisando o grafo percebe-se que há apenas um nó (L667LM8000AG) conectando os dois com maior centralidade, indicando que este nó pode exercer a função de agenciador ou liderança oculta.

A seleção dos dez maiores graus de entrada resultou na lista exposta na **Tabela 16**.

Tabela 16. Dez maiores graus de entrada.

Ordem	Identificador	Grau
1	LNMM9J6600A7M	147
2	LA8N6N000AJ0	99
3	89MMD98KLM	78
4	LK78NK7K00AL0	72
5	L7AL9G00AC	65
6	968CMK8J68	54
7	KKNJA6J00A68	50
8	JK86ML7KK9	43
9	867LN6900AK0	43
10	JH6JK6L00AM9	42

Fonte: Elaboração própria

Alto grau de entrada indica que o nó possui muitas conexões enviando valores a ele. Assim, essas pessoas se comportam como concentradoras de recursos financeiros do garimpo ilegal, podendo desempenhar funções diferentes como lavadores de capitais, fornecedores de produtos/serviços ou mesmo podem ser o próprio garimpeiro. Assim

como no grau de centralidade houve um nó que se destacou com alto valor de grau de entrada tendo alto valor em relação aos demais. Essas funções serão investigadas posteriormente na seção de análises qualitativas.

A seleção dos dez maiores graus de saída resultou na lista exposta na **Tabela 17**.

Tabela 17. Dez maiores graus de saída.

Ordem	Identificador	Grau
1	K77JMFJ79	108
2	JH6JK6L00AM9	56
3	KKMLL88600AH	49
4	L7AL9G00AC	45
5	K9FKC000AD	44
6	LNMM9J6600A7M	43
7	LLN7JKMN00BI	39
8	LJ76KI000A8J	39
9	L6KN8K6JJ9J	38
10	968CMK8J68	37

Fonte: Elaboração própria

Alto grau de saída indica que o nó possui muitas outras conexões para as quais envia valores. Essas pessoas se comportam como dispersores de recursos no garimpo ilegal, provavelmente recebidos de outras pessoas, podendo desempenhar funções como uma espécie de corretores de ouro ilegal, adquirindo o metal de diversos pequenos garimpeiros da região e vendendo em grandes quantidades para compradores em outras regiões. Assim como em outras análises um nó (K77JMFJ79) se destacou com valor muito superior aos demais sugerindo maior atividade na rede.

O grau ponderado indica os valores transacionados, independentemente da quantidade de conexões que cada nó tem. Importante recordar que sem a realização do filtro cerca de 85% da rede é composta por pessoas que realizaram transações com apenas uma outra, e que por esse motivo acredita-se que tenham envolvimento casual com a atividade de garimpo ou comercialização de ouro ilegal, prática recorrente nas ações de lavagem de dinheiro. Assim, os nomes apresentados nessa seção provavelmente estarão relacionados às ações de ocultação de valores dentro da rede. Os dez maiores graus ponderados estão apresentados na **Tabela 18**.

Tabela 18. Grau ponderado (em milhões), rede direcionada.

Ordem	Identificador	Valor
1	867LN6900AK0	763

2	6J8KHJ700AI	333
3	K7JAMM900A00	329
4	JHLNK7J00AJ0	191
5	6KKL76M900A88	173
6	L9979J7NKL	158
7	K77JMEJ79	147
8	KJFNL7700AG	139
9	9KNA7L00ALK	131
10	JK7MM9MJ8M	124

Fonte: Elaboração própria

A tabela apresenta os nós com os dez maiores valores de grau ponderado e indicam as pessoas que mais movimentaram valores dentro da rede. Assim como em outros casos há aqui também um nó (867LN6900AK0) que se destaca por ter valor muito acima dos demais e possivelmente será um hub na rede, agindo como comprador ou vendedor de ouro ilegal.

O grau médio ponderado indica o valor transacionado por cada pessoa em média na rede e é um parâmetro para indicar os valores gerais transacionados na rede. Essa informação tem maior relevância na compreensão do fenômeno quando comparada com outras redes ou após a realização de filtros na rede. A rede completa dirigida teve o valor de grau médio ponderado de R\$ 578.197,65.

A análise de grau de entrada indica aqueles que mais receberam valores na rede. Os dez maiores valores são expostos na Tabela 19.

Tabela 19. Grau ponderado de entrada (em milhões).

Ordem	Identificador	Valor
1	867LN6900AK0	388
2	6J8KHJ700AI	276
3	K7JAMM900A00	145
4	6KKL76M900A88	119
5	JN7K889N00ANK	94
6	JHLNK7J00AJ0	80
7	JJM9NGL00AJ8	73
8	78M98I00ALJ	60
9	L9979J7NKL	60
10	J8GKML600ANJ	49

Fonte: Elaboração própria

A lista dos dez maiores graus ponderados de entrada indica as pessoas da rede que mais receberam valores. Essas pessoas podem ser ou prestadores de serviços, vendedores de ouro ou os próprios garimpeiros. O mesmo nó que se destacou no grau ponderado também se destacou com valor discrepante dos demais nós no grau ponderado de entrada, reforçando a hipótese de que pode ser pessoa relacionada à comercialização do ouro ilegal.

Seguindo o mesmo raciocínio utilizado para produzir a **Tabela 4**, se realizada uma divisão do grau ponderado de entrada pelo grau de centralidade é possível identificar aquelas pessoas que mais receberam valores de poucos indivíduos, o que seria uma contraposição àqueles que enviaram valores para muitos indivíduos. Naquele momento foram identificadas duas funções na rede, a de pulverização de valores em contas bancárias e a de concentração de valores. Agora serão identificados aqueles que mais recebem valores vindos de poucas pessoas e que podem ser os destinatários finais da cadeia de produção do ouro ilegal.

Para isso foi produzida uma tabela em que foram selecionados os cem maiores graus de entrada ponderado e dividido pelo respectivo grau de entrada. Como resultado serão apresentados aqueles que receberam maior valor por pessoa conectada a eles. Os dez maiores são apresentados na **Tabela 20**.

Tabela 20. Recebimentos de maiores valores (em milhões) para um indivíduo.

Ordem	Identificador	Valor	Pessoas
1	JN7K889N00ANK	94,324	1
2	6J8KHJ700AI	91,843	3
3	7F8HHJKM	34,980	1
4	KKJKKLA00AK0	29,978	1
5	J8GKML600ANJ	24,702	2
6	M60FN00AJ0	20,027	2
7	M886H000A8N	14,720	1
8	9L696CNJM9	12,044	1
9	JJM9NGL00AJ8	11,928	1
10	JL97HLJ66	10,182	1

Fonte: Elaboração própria

A análise de grau de saída indica aqueles que mais receberam valores na rede. Os dez maiores valores são expostos na **Tabela**.

Tabela 21. Grau ponderado de saída (em milhões).

Ordem	Identificador	Valor
1	867LN6900AK0	375
2	K7JAMM900A00	184
3	9KNA7L00ALK	125
4	JHLNK7J00AJ0	111
5	KJFNL7700AG	103
6	K77JMFJ79	100
7	L9979J7NKL	99
8	J700I7M00A78	93
9	JK7MM9MJ8M	78
10	6J8KHJ700AI	57

Fonte: Elaboração própria

A lista dos dez maiores graus de saída indica as pessoas que mais enviaram valores para outras pessoas dentro da rede, apontando possíveis comerciantes de ouro ilegal. Como nos dois casos anteriores, o mesmo nó (867LN6900AK0) se destacou com valor muito acima dos demais, indicando ser este um nó de grande importância dentro da rede de comércio ilegal do ouro na Amazônia.

Assim como foi feito com a **Tabela 4**, foi produzida uma tabela que relaciona os maiores valores de grau ponderado de saída com menores valor de grau, resultando em uma tabela apontando aqueles que enviaram maiores valores por indivíduo. Para isso foram selecionados os cem maiores valores de grau de entrada ponderado e dividido esse valor pelo respectivo grau de entrada, resultando em grau ponderado por pessoa. Em seguida foram destacados os dez maiores valores em milhões de reais. O resultado é apresentado na **Tabela 21**.

Tabela 21. Maiores envios de valores (em milhões) para um indivíduo.

Ordem	Identificador	Valor	Pessoas
1	J700I7M00A78	93	1
2	6J8KHJ700AI	57	1
3	9KNA7L00ALK	31	4
4	867LN6900AK0	27	14
5	L7MM89K7J9J	26	1
6	9L696CNJM9	18	1
7	K9JJNJD00AKL	16	1
8	JK7MM9MJ8M	13	6
9	K9NNJ99800AB	12	1
10	K7JAMM900A00	12	16

Fonte: Elaboração própria

A análise do grau de intermediação apontou pessoas diferentes da rede não dirigida, indicando que as pessoas que passaram a integrar a lista dos dez maiores possuem controle sobre o fluxo de dinheiro na rede. A lista com os dez maiores graus de intermediação da rede dirigida é exibida na **Tabela 22**.

Tabela 22. Grau de intermediação, rede dirigida.

Ordem	Identificador	Valor
1	K77JMFJ79	0,043
2	JH6JK6L00AM9	0,039
3	8KJ666NBMM	0,039
4	K8NFKL000AM6	0,034
5	K7JAMM900A00	0,020
6	KJFNL7700AG	0,017
7	J6D868KL6	0,016
8	897J6DL9NL	0,016
9	N6J7NLM66J	0,016
10	698L7LN00A69	0,016

Fonte: Elaboração própria

Quando se considera o fluxo do dinheiro todos os nós exceto os dois primeiros surgiram como destaque. Esse movimento indica que há grande possibilidade de que esses nós tenham controle sobre o fluxo de dinheiro na rede, agindo como compradores de ouro, agenciadores de pagamentos ou algo semelhante.

A análise do comprimento médio de caminho apresentou acréscimo no valor, passando para 6,55. O resultado indica que o fluxo de dinheiro na rede segue caminho específico o que faz aumentar as distâncias da rede. Outro fator que corrobora essa inferência é o fato de o diâmetro da rede ter aumentado para 17, ante o valor de 10 na rede não dirigida. A transitividade passou a ter o valor de 0,018 e a modularidade 0,736.

A análise da centralidade de autovetor não apresentou alteração nem na ordem nem nos valores, por isso não será apresentada novamente. Assim como as medidas de centralidade de proximidade, transitividade e modularidade não tiveram alterações consideráveis e por isso não serão parte da análise nesse momento.

5.1.5. Realização de filtro

Diante das características apresentadas na rede, foi aplicado um filtro para tentar compreender melhor como certos atores se comportam. Como dito anteriormente, mais

de 80% da rede é composta por nós com apenas uma conexão, ou seja, são pessoas que realizaram transações com apenas uma pessoa, o que sugere que boa parte da rede possui vínculos fracos e temporários. Assim, o primeiro filtro foi construído para analisar apenas aqueles atores que possuem atuação mais perene na rede, sendo selecionado aqueles que tiveram interações com ao menos duas pessoas, grau maior ou igual a dois.

Ao aplicar o filtro a rede passou a ser composta por 828 nós (18,39% da rede completa) e 2.261 arestas (38,10% da rede completa). A Figura 19 apresenta o grafo dirigido após a aplicação do filtro.



Figura 19. Grafo dirigido, grau maior ou igual a dois. Fonte: Elaboração própria.

A distribuição das arestas por RIF se manteve muito próxima da rede completa direcionada, sendo as alterações menores que 1% no valor dos RIFs de maior participação. A densidade foi aumentada para 0,003, o que era esperado ao se observar o aumento da proporção do número de arestas sobre o número de nós. Outra mudança foi

percebida em relação ao número de componentes, que agora passou a ser de apenas um, ante os três identificados anteriormente.

A análise do grau de centralidade indica alterações nos dez maiores valores, de modo que dos dez nomes presentes na mesma seleção da rede completa sete não aparecem quando é realizado o filtro de grau maior ou igual a dois. A ausência desses nomes indica que suas transações são na maior parte das vezes realizadas com pessoas que possuem relações apenas com uma outra pessoa, ou que têm relacionamento ocasional com a rede de garimpo ilegal. A lista com os dez maiores graus está na **Tabela 23**.

Tabela 23. Dez maiores graus de centralidade, rede dirigida, grau maior ou igual a dois.

Ordem	Identificador	Grau
1	K77JMFJ79	109
2	JH6JK6L00AM9	63
3	KKMLL88600AH	58
4	6FL7J7BJ0	41
5	LJ76KI000A8J	41
6	J6D868KL6	39
7	78K96DKJN	39
8	KJFNL7700AG	36
9	LKJ8MLJ800A66	36
10	LKFM79J00A00	34

Fonte: Elaboração própria

A análise de grau de entrada indicou os nomes que tiveram o maior número de conexões que enviaram valores. Os valores são mais bem distribuídos na rede de modo que não há um específico que se destaque. Porém, assim como no grau de centralidade dos dez nomes que constaram na lista da rede completa apenas três permaneceram após a realização do filtro. Os dez maiores graus de entrada estão na **Tabela 24**.

Tabela 24. Dez maiores graus de entrada, grau maior ou igual a dois.

Ordem	Identificador	Grau
1	K77JMFJ79	30
2	LKJ8MLJ800A66	28
3	LJ76KI000A8J	27
4	KJFNL7700AG	26
5	78M98I00ALJ	26
6	6FL7J7BJ0	25
7	L667LM8000AG	25
8	K9FKC000AD	25
9	KKMLL88600AH	24

10	78K96DKJN	23
----	-----------	----

Fonte: Elaboração própria

Quanto ao grau de saída, são apontados aqueles nós que enviaram valores para muitas conexões distintas. Assim como nos casos anteriores, dos dez nomes presentes na lista de rede completa seis não se repetiram após a realização do filtro de grau maior ou igual a dois. Os dez maiores valores de grau de saída são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25. Grau de saída, grau maior ou igual a dois.

Ordem	Identificador	Grau
1	K77JMFJ79	79
2	JH6JK6L00AM9	42
3	KKMLL88600AH	34
4	L6KN8K6JJ9J	23
5	J6D868KL6	20
6	9K9N9JM00A00	20
7	7KJ8NGJN8	19
8	K77JLJNJD	19
9	67876MN00A00	18
10	9K8798BJ7K	17

Fonte: Elaboração própria

Da mesma maneira, foi feita a seleção dos maiores graus ponderados, que classificam os nós conforme o valor transacionado no total. O grau ponderado médio passou a ser de R\$ 2.218.700,24 um aumento de quase quatro vezes o valor da rede total, indicando concentração dos valores movimentados naqueles que realizam várias transações. Esse resultado era esperado, uma vez que a recorrência de transações possibilita aumentar o valor total ao longo do tempo, mas também indica que as pessoas que se relacionam com apenas uma outra movimentam valores menores.

A lista com os dez maiores graus ponderados resultou nos nomes da Tabela 26.

Tabela 26. Grau ponderado (em milhões), rede direcionada, grau maior que dois.

Ordem	Identificador	Valor
1	867LN6900AK0	508
2	6J8KHJ700AI	333
3	K7JAMM900A00	313
4	JHLNK7J00AJ0	173
5	L9979J7NKL	158
6	6KKL76M900A88	140

7	KJFNL7700AG	137
8	9KNA7L00ALK	130
9	K77JMFJ79	129
10	KKMLL88600AH	88

Fonte: Elaboração própria

A lista se manteve muito semelhante à de grau ponderado da rede completa apenas com a saída do nó “JK7MM9MJ8M”, que em consultas ao banco de dados indicou decréscimo acentuado nos valores transacionados, indicando que suas transações se dão na maior parte com pessoas que possuem apenas um vínculo na rede. A análise do grafo indicou que após a realização do filtro de grau maior ou igual a dois, “JK7MM9MJ8M” está conectado a apenas três outros nós sendo “9L696CNJM9”, “K77JMFJ79” e “LLN7JKMN00BI”.

A seleção dos dez maiores valores de grau ponderado de entrada resultou na **Tabela 27**.

Tabela 27. Grau ponderado de entrada (em milhões) grau maior que dois.

Ordem	Identificador	Valor
1	6J8KHJ700AI	276
2	867LN6900AK0	228
3	K7JAMM900A00	139
4	6KKL76M900A88	108
5	JJM9NGL00AJ8	73
6	JHLNK7J00AJ0	63
7	L9979J7NKL	60
8	78M98I00ALJ	57
9	J8GKML600ANJ	49
10	K77JMFJ79	46

Fonte: Elaboração própria

No grau ponderado de entrada também há concentração de apenas dois nós recebendo valores muito superiores aos demais, indicando maior atividade na rede e talvez maior poder de liderança sobre os demais.

A análise daqueles que receberam os maiores valores em milhões de reais por cada pessoa que enviou resultou na **Tabela 28**.

Tabela 28. Maiores recebimentos de valores (em milhões) por um indivíduo.

Ordem	Identificador	Valor	Pessoas
1	6J8KHJ700AI	91,843	3

2	KKJKKLA00AK0	29,978	1
3	J8GKML600ANJ	24,702	2
4	M60FN00AJ0	20,027	2
5	JK7MM9MJ8M	12,683	2
6	9L696CNJM9	12,044	1
7	6KKL76M900A88	11,989	9
8	867LN6900AK0	9,922	23
9	K7JAMM900A00	9,256	15
10	L9979J7NKL	6,658	9

Fonte: Elaboração própria

Aqui apenas um nó (6J8KHJ700AI) se destacou nos valores recebidos, tendo sua média sido três vezes maior que o segundo colocado. Os próximos três também tiveram valores altos se comparados ao restante da tabela.

A análise dos dez maiores graus ponderados de saída resultou na **Tabela 29**.

Tabela 29. Grau ponderado de saída (em milhões) grau maior que dois.

Ordem	Identificador	Valor
1	867LN6900AK0	280
2	K7JAMM900A00	174
3	9KNA7L00ALK	125
4	JHLNK7J00AJ0	110
5	KJFNL7700AG	102
6	L9979J7NKL	99
7	K77JMEJ79	83
8	6J8KHJ700AI	57
9	KKMLL88600AH	52
10	L6KN8K6JJ9J	43

Fonte: Elaboração própria

Os nós “JK7MM9MJ8M” e “J700I7M00A78” (só tem uma conexão com “867LN6900AK0”) tiveram redução intensa dos valores, indicando que suas transações são mais frequentes com pessoas cuja interação na rede se dá apenas com um dos dois citados. Essas interações serão analisadas no grafo em tópico específico.

Foi produzida uma tabela dividindo o grau ponderado de saída pelo valor do grau de saída buscando identificar aqueles que enviaram os maiores valores por indivíduo. Com esse resultado espera-se identificar, através das conexões, aqueles maiores vendedores de ouro ilegal. O resultado está na **Tabela 30**.

Tabela 30. Maiores envios de valores (em milhões) para um indivíduo, grau maior que dois.

Ordem	Identificador	Valor	Pessoas
1	6J8KHJ700AI	57	1
2	867LN6900AK0	56	5
3	9KNA7L00ALK	31	4
4	9L696CNJM9	18	1
5	JHLNK7J00AJ0	18	6
6	K7JAMM900A00	13	13
7	K9NNJ99800AB	12	1
8	KMJNKNLN00AM6	11	1
9	KKJKKLA00AK0	11	1
10	KJFNL7700AG	10	10

Fonte: Elaboração própria

As demais análises, grau de intermediação, centralidade de autovetor, centralidade de proximidade, transitividade e modularidade não tiveram alterações consideráveis e por isso não serão parte da análise nesse momento.

5.1.6. Método experimental – Neutralização Seletiva de Alvos de Alto Retorno

Em complemento às análises realizadas até o momento foram buscados outros métodos que pudessem avaliar a rede estudada com a identificação de pontos de fraqueza ou ações que pudessem desarticular as organizações criminosas atuando no mercado do ouro ilegal na Amazônia. Assim, chegou-se aos estudos realizados por Cavallaro et al. (2020) que intencionaram enfraquecer uma rede ao reduzir o tamanho da componente gigante.

Esse método apresenta ideia semelhante à Neutralização Seletiva De Alvos De Alto Retorno que argumenta que alguns poucos criminosos são responsáveis por estruturar as redes criminais. Esses indivíduos se removidos da complexa estrutura do crime organizado causam uma transição de fase para um regime desconexo no qual a rede não apresenta um risco ao Estado (Da Cunha, 2021).

Nesse estudo os autores testaram quatro métricas diferentes para a seleção de nós a serem removidos medindo as respostas em cada um deles. As métricas escolhidas foram grau de centralidade, centralidade de intermediação, centralidade de Katz e influência coletiva sendo a centralidade de intermediação a que gerou os melhores resultados de modo que retirando da rede 5% dos nós com maiores valores de grau de intermediação

foi possível reduzir o tamanho da componente gigante em 70%, sendo o método mais efetivo entre testes realizados (Cavallaro *et al.*, 2020).

O experimento busca simular a remoção seletiva de membros de uma organização criminosa por meio de prisões realizadas pela polícia e avaliar a estrutura da rede após essas remoções. O objetivo é identificar quais são as pessoas que trariam maiores prejuízos à organização criminosa caso fossem presos pela polícia. Na pesquisa os autores também avaliaram a resiliência da rede, que mede sua capacidade de manter suas atividades mesmo com a atuação de forças adversas, como a remoção de membros de um grupo, o que será mais bem discutido em momento oportuno.

Seguindo a metodologia proposta por Cavallaro et al. (2020) foi utilizada a rede completa, com 4.502 nós e 5.935 arestas com o grafo dirigido. Dessa rede foram retirados os autoloops e arestas fora da componente gigante. Para o início do teste os nós foram ordenados em ordem decrescente de valor centralidade de intermediação, calculado o tamanho da componente gigante e identificados os nós com os cinco maiores valores de centralidade de intermediação

Todos os dados foram copiados para uma planilha eletrônica para fins de cálculos posteriores. O segundo passo foi executar a exclusão dos cinco nós com maiores valores de centralidade de intermediação e refazer todos os cálculos de identificação de componentes, cálculo de tamanho da componente gigante e outras medidas também para fins de comparação posterior.

Foram realizados 10 ciclos com a redução de 5 nós (ou vértices) em cada um dos ciclos. Porém os resultados foram poucos satisfatórios na rede analisada de modo que em cada etapa havia redução em média de apenas 06% do tamanho da componente gigante, chegando ao final das 10 etapas com a redução de 41% do tamanho da componente gigante apenas. O gráfico abaixo mostra a evolução no tamanho da componente gigante após a realização de cada ciclo.

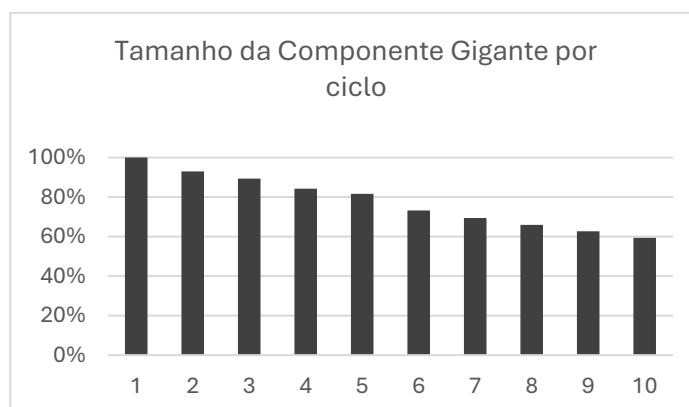


Figura 20. Evolução do tamanho da componente gigante após cada ciclo de remoção. Fonte: Elaboração própria.

Considerando que a rede inicial era composta de 4.502 nós, os 50 com maiores valores de centralidade de intermediação removidos ao fim dos dez ciclos correspondem a apenas 1% do total dos nós da rede. Para serem removidos os 5% como recomendado por Cavallaro et al. (2020) seria necessário remover 225 nós, ou repetir o processo 45 vezes, o que se torna inviável, se considerarmos que este experimento simula remoções por prisões realizadas pela polícia em investigações e que cada remoção de nó se reflete na prisão de um indivíduo.

Além da redução do tamanho foi identificada a fragmentação da componente gigante com o isolamento de certos grupos, como exibido na Figura 21, na qual o quadro vermelho com numeração 1 indica dois grupos isolados da componente gigante e o quadro vermelho com numeração 2 indica grupo de nós desconectados de grupos. Ambos foram isolados da componente gigante após a remoção de alguns nós.

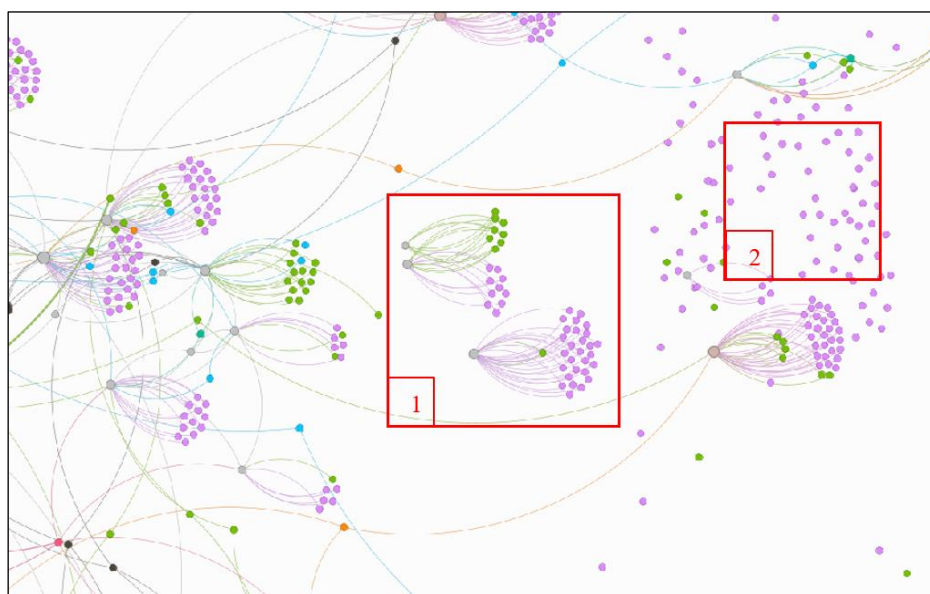


Figura 21. Grupos isolados da componente gigante. Fonte: Elaboração própria.

A fragmentação também pôde ser percebida numericamente. Já na execução do primeiro ciclo três grupos foram isolados, número que aumentou para seis no terceiro ciclo, onze no quarto, quatorze no sexto, quinze no sétimo, dezesseis no oitavo e dezessete no décimo, como exibido na Figura 22.

No entanto esses grupos possuem pequeno número de pessoas e seu isolamento não acarreta diferenças significativas no funcionamento da rede. O surgimento de nós

isolados é esperado uma vez que cerca de 85% da rede é composta por nós conectados a apenas um outro nó (grau 1), de modo que aqueles nós conectados a um grupo muito grande desses de grau 1 tendem a ter maior valor de intermediação e serem excluídos da rede, causando o isolamento de grande número de nós.



Figura 22. Isolamento de grupos por ciclo. Fonte: Elaboração própria.

Diante dessa dificuldade foi novamente aplicado na rede o filtro excluindo as arestas cujo grau seja igual a 1, restando apenas 828 nós, que correspondem a 18,4% do tamanho da rede completa. Com a rede configurada dessa maneira a remoção de 50 nós corresponde a 06% do total, quantidade superior aos 05% recomendado por Cavallaro et al. (2020).

Após a aplicação do filtro o mesmo teste de remoção de nós foi aplicado na rede. Da mesma maneira que na rede completa os resultados foram ainda mais fracos, resultando em diminuição de cerca de 3% a cada ciclo de remoção de nós. Ao final dos dez ciclos a componente gigante tinha sido reduzida em apenas 24% do seu tamanho original, indicando que esse método é ineficiente para diminuir o tamanho da componente gigante e fracionar o grupo em outros menores.

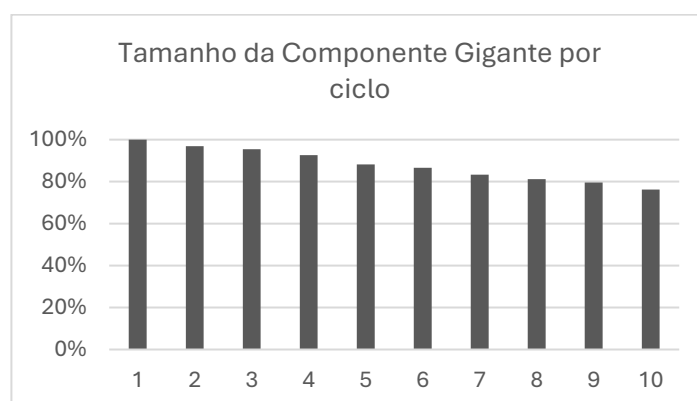


Figura 23. Evolução do tamanho da componente gigante após cada ciclo de remoção (rede com filtro de grau maior ou igual a 2). Fonte: Elaboração própria.

Assim como na rede completa, foi percebida certa fragmentação da componente gigante em poucos e pequenos grupos. Porém dessa vez o número de nós isolados foi consideravelmente inferior, o que era esperado uma vez que aqueles nós com apenas uma conexão já haviam sido removidos.

Com o objetivo de realizar análise de controle de eficácia da medida, foram realizadas remoções seguindo a metodologia proposta por Ficara et al. (2023) com a remoção aleatória de nós da rede. A seleção aleatória pode ser associada às prisões oportunísticas realizadas pela polícia de pessoas sem uma intervenção estratégica embasando as escolhas de alvos (Ficara *et al.*, 2023).

Nessa análise foram selecionados os nós do gafo de maneira aleatória sem preferências ou classificações, e removidos seguindo os mesmos procedimentos utilizados anteriormente: a cada ciclo foram removidos 5 nós. Como não havia critério de classificação para a seleção, não foi realizado nenhum novo cálculo entre os ciclos, apenas a contagem de componentes e número de nós por componente em cada ciclo ao final dos dez ciclos. O resultado é apresentado na **Figura 24**.

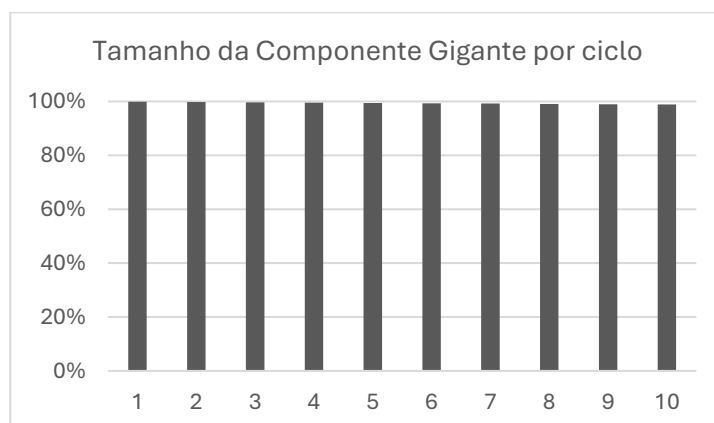


Figura 24. Exclusão aleatória de nós. Fonte: Elaboração própria.

Como pode ser observado no gráfico, a exclusão aleatória de nós não resultou em redução considerável do tamanho da componente gigante. O que foi percebido foi a diminuição somente daqueles nós que eram excluídos, não resultando em fragmentação da componente, que se manteve íntegra até o passo 8, quando apenas um nó se isolou da componente.

Apesar de a extração seletiva de nós de acordo com a centralidade de intermediação ter apresentado menor poder de redução da componente gigante que o apresentado por Cavallaro et al. (2020), os resultados foram superiores ao alcançado com a exclusão aleatória, que apresentou redução e fragmentação insignificantes.

Foram realizados testes também utilizando a rede não direcionada e exclusão de nós de acordo com os valores mais altos de grau de centralidade, o que resultou em respostas semelhantes. Diante desses resultados foi percebido que a rede do garimpo ilegal na Amazônia como um todo apresenta alto poder de resiliência.

A resiliência de uma rede é a capacidade que ela tem de manter seus níveis de troca apesar de pressões externas (Bouchard, 2007) ou a capacidade que ela tem de se adaptar, quando necessário, a mudanças causadas por fatores externos (Ayling, 2007). Comumente a resiliência de uma rede está relacionada à redundância em suas conexões, que por sua vez está relacionada à existência de diversidade suficiente de relacionamentos que a permite funcionar ainda que uma conexão seja perdida ou algum indivíduo seja preso ou morto (Cavallaro *et al.*, 2020).

Essas características de resiliência são aplicáveis à rede do garimpo ilegal na Amazônia uma vez que não há apenas um grupo controlando todo o fluxo de ouro e valores, mas sim vários grupos autônomos entre si trabalhando no mesmo mercado. O fato de a fonte dos dados ter sido quatro investigações diversas entre si em três unidades da federação diferentes é um reforço para essa hipótese. Dessa maneira os resultados encontrados indicam que apesar de haver comunicação entre todos os membros da rede, eles não possuem uma relação de interdependência entre si. Ainda, percebe-se que assim como ocorre com facções criminosas de crimes violentos contra o patrimônio que se conectam por interações ora competitivas ora interativas buscando a manutenção do poder e lucro (Da Cunha, 2021) as organizações criminosas de garimpo ilegal se relacionam comercialmente.

Diante desse resultado foram realizados novos experimentos aplicando a metodologia individualmente em um RIF por estado. Nesse experimento o objetivo foi verificar se dentro de um grupo mais coeso, relacionado a apenas uma investigação policial, o resultado seria diferente e a remoção seletiva de nós seria mais eficiente.

Utilizando o software Gephi foram isoladas as redes selecionando o RIF com maior número de nós por estado. Assim, para o Amazonas foi selecionado o RIF 81042_AM01, para Roraima o RIF53660_RR01 e para Rondônia o RIF 65266_RO02.

O primeiro teste foi feito com o RIF do Amazonas em que o comportamento da rede frente à remoção seletiva de nós foi diferente percebido para a rede completa. O RIF do Amazonas é composto de 804 nós 942 arestas, com grafo não dirigido. A redução do tamanho da componente gigante foi muito mais expressiva, com uma média de 40%²⁰ a cada ciclo, como é exibido na Figura 25, em que é apresentado no eixo vertical o tamanho da componente gigante em relação à rede sem intervenção e no eixo horizontal o tamanho da componente gigante em cada um dos ciclos executados. No caso do Amazonas foram executados apenas cinco ciclos para que a rede chegasse ao tamanho de 10% da rede original.

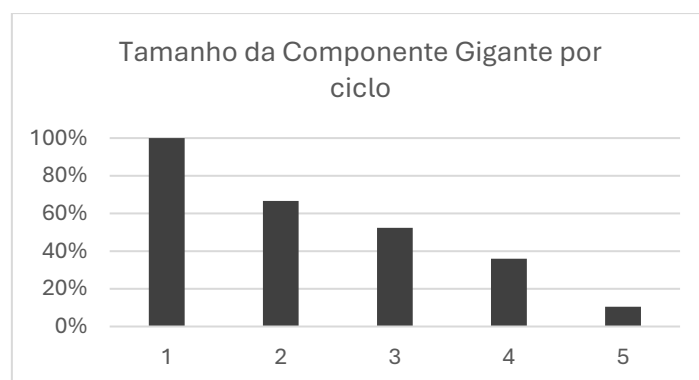


Figura 25. Evolução do tamanho da componente gigante a cada ciclo de remoção (RIF 81042_AM01). Fonte: Elaboração própria.

Quanto à fragmentação da componente gigante foi identificado que logo no primeiro ciclo já houve a separação de três grupos o que voltou a acontecer apenas no quarto ciclo de remoções, quando o número de grupos isolados passou para sete.

A Figura 26 abaixo apresenta a arquitetura da rede do RIF81042_AM01. À esquerda, identificado com a letra “A” está a arquitetura antes da remoção seletiva de nós e à direita a mesma rede após os cinco ciclos de remoção seletiva dos nós.

²⁰ A porcentagem da redução no tamanho da componente gigante foi calculada com o uso da equação “Redução = $1 - (Tf/Ti)$ em que Ti = Tamanho inicial e Tf = Tamanho final.

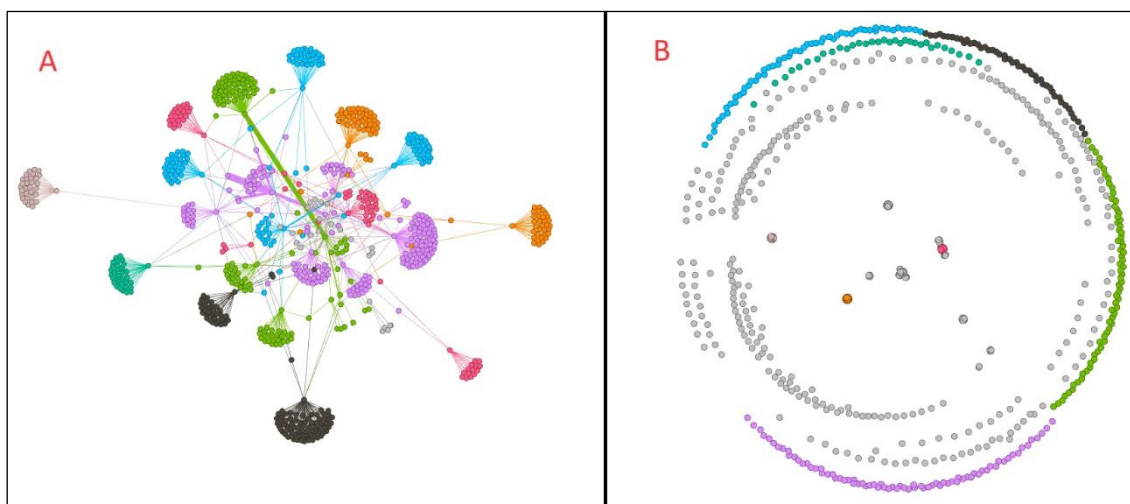


Figura 26. RIF 81042_AM01: arquitetura da rede antes da remoção (A) e após a remoção (B). Fonte: Elaboração própria.

Com a análise da arquitetura da rede foi percebido que a estrutura em “semprevivas”, como apresentado no início do capítulo, é mantida. Os nós com maior valor de centralidade de intermediação são aqueles que unem os demais, e quando removidos fazem com esses nós (que são ligados apenas aos nós centrais) fiquem totalmente desconectados conforme são executados ciclos de remoção dos nós, ao ponto que no último ciclo restam apenas alguns grupos pequenos ao centro e grande quantidade de nós isolados orbitando a rede, como mostrado no grafo B.

Em Roraima a remoção seletiva de nós de acordo com a centralidade de intermediação se mostrou a mais eficiente para a redução do tamanho da componente gigante. A rede estruturada com o RIF 53660_RR01 foi a menor dentre as três, com 379 nós e 425 arestas, com grafo não dirigido. A taxa de diminuição média do tamanho a cada ciclo foi de 35%, valor intermediário entre os três casos analisados.

Na rede de Roraima, diferentemente das demais, a cada ciclo era retirado apenas um ator, uma vez que ao executar o teste com a retirada dos cinco atores com o maior valor de centralidade de proximidade a componente gigante chegou a 14% do tamanho original logo no primeiro ciclo, o que impedia uma avaliação da evolução. Por esse motivo a retirada de um nó por vez, seguindo a ordem de tamanho decrescente de centralidade de proximidade como feito nos casos anteriores. Dessa maneira a redução do tamanho da componente gigante a 10% se deu em 6 ciclos, conforme exibido na **Figura 27**.

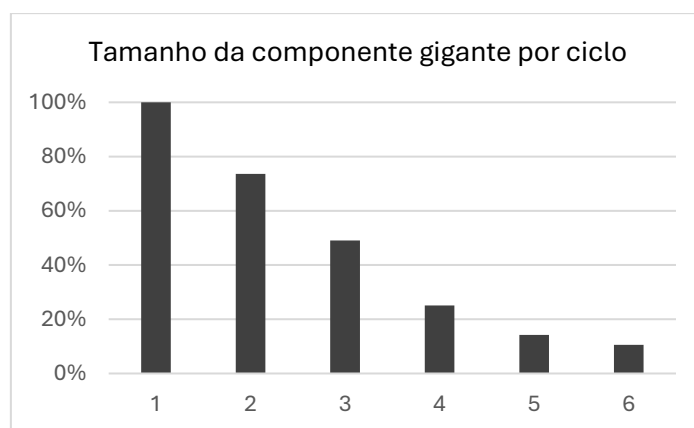


Figura 27. Evolução do tamanho da componente gigante a cada ciclo de remoção (RIF53660_RR01). Fonte: Elaboração própria.

Assim como ocorrido com o grafo do Amazonas, as exclusões seletivas resultaram em desmonte parcial das conexões da rede que acarretavam a fragmentação da componente gigante. A **Figura 28** apresenta a evolução do grafo nos quatro primeiros ciclos de remoção seletiva.

Na imagem é possível notar que já na primeira exclusão a componente gigante é reduzida consideravelmente, o que se repete nos ciclos seguintes. Como pode ser notado, não há redundância de comunicação entre os nós centrais, o que faz com que sua exclusão resulte em isolamento de todo o grupo ligado a esse nó. Conforme outros nós vão sendo removidos mais grupos vão sendo isolados da componente gigante até que os grupos estejam todos isolados entre si.

A **Figura 28** também demonstra como ocorre a fragmentação da componente gigante e o surgimento de nós isolados. Na rede do RIF 53660_RR01 cerca de 88% dos nós estão conectados a apenas um outro nó, formando a estrutura de “sempre vivas” já descrita. A remoção do nó central faz com que todos os conectados a ele sejam desconectados, fazendo com que aqueles que antes eram parte da componente gigante passem a se isolar da rede sem qualquer conexão.

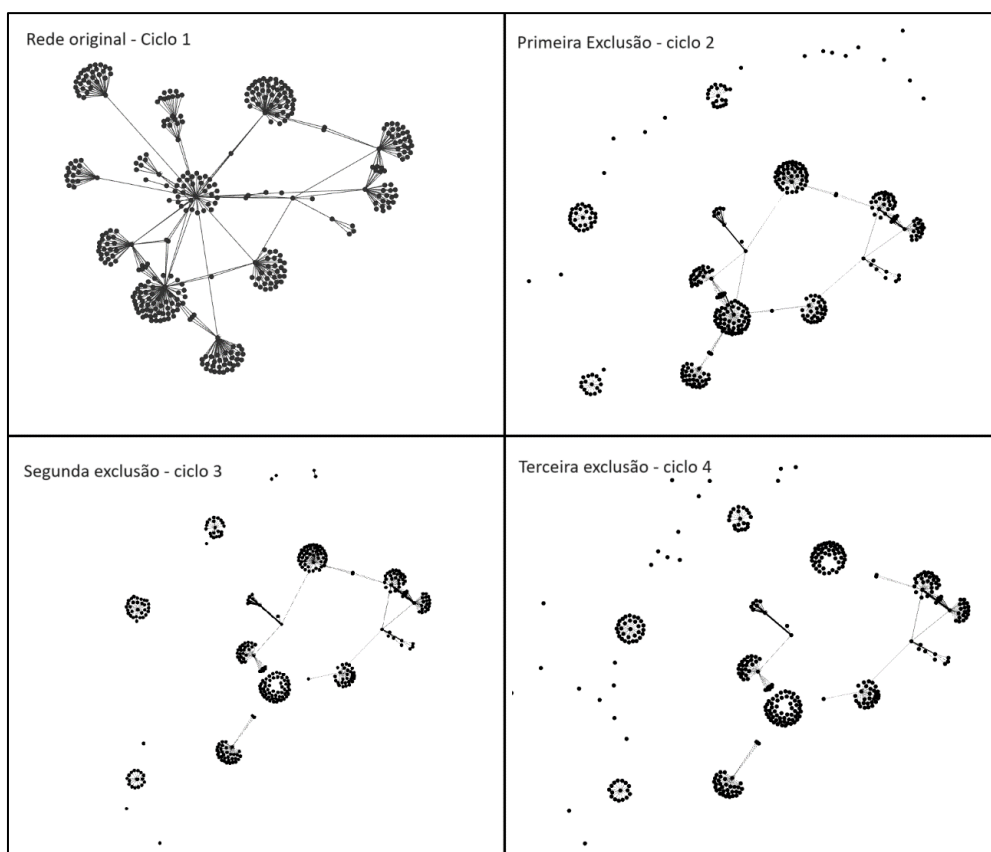


Figura 28. RIF 53660_RR01 – Arquitetura da rede nos quatro primeiros ciclos de exclusão seletiva de nós. Fonte: Elaboração própria.

Por fim, o RIF 65266_RO02 é o maior dentre os três analisados nesse experimento. É composto por 2.348 nós e 2.937 arestas, com grafo não dirigido. A análise resultou em uma taxa de redução da componente gigante de 21% a cada ciclo de remoção de nós. No caso do RIF 65266_RO02 foram necessários 10 ciclos para que a componente gigante chegasse ao tamanho de 10% do tamanho original, sendo que nos 7 primeiros ciclos a redução foi em média de 10% do tamanho a cada ciclo e a partir do oitavo ciclo a diminuição foi mais intensa, com uma média de 40%. A **Figura 29** apresenta a redução da componente gigante do RIF 65266_RO02 a cada ciclo.

O RIF 65266_RO02 apresentou maior resiliência que os demais frente à remoção seletiva de nós. A resiliência nas fases iniciais parece ser atribuída ao grande número de nós e arestas na rede o que resulta em redundância nas conexões principais, localizadas no centro. Por outro lado, nas regiões periféricas foi identificado que muitos nós possuem apenas uma conexão e a retirada de um nó central resulta em isolamento de todos aqueles nós dependentes dele.

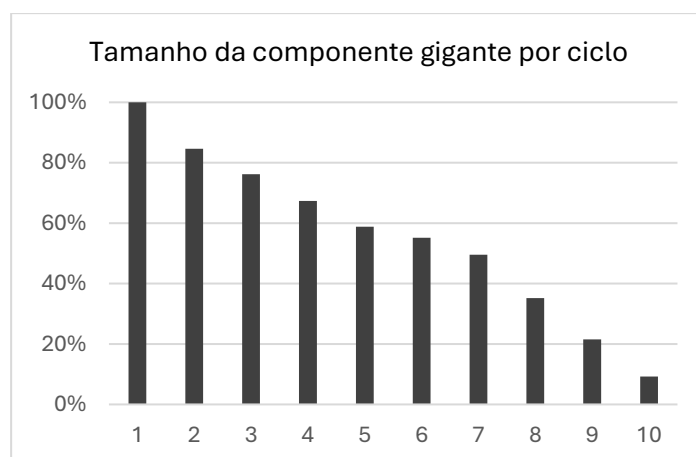


Figura 29. Evolução do tamanho da componente gigante a cada ciclo de remoção (RIF 65266_RO02). Fonte: Elaboração própria.

A **Figura 30** ilustra a região central da rede com a redundância de arestas e parte da região periférica, em que conjuntos de nós dependem de apenas um para se conectarem à componente gigante. Note que a retirada de um nó importante na região central não causa alterações de grande importância na arquitetura da rede, ao passo que a retirada de um nó importante na periferia isola todos os membros do grupo.

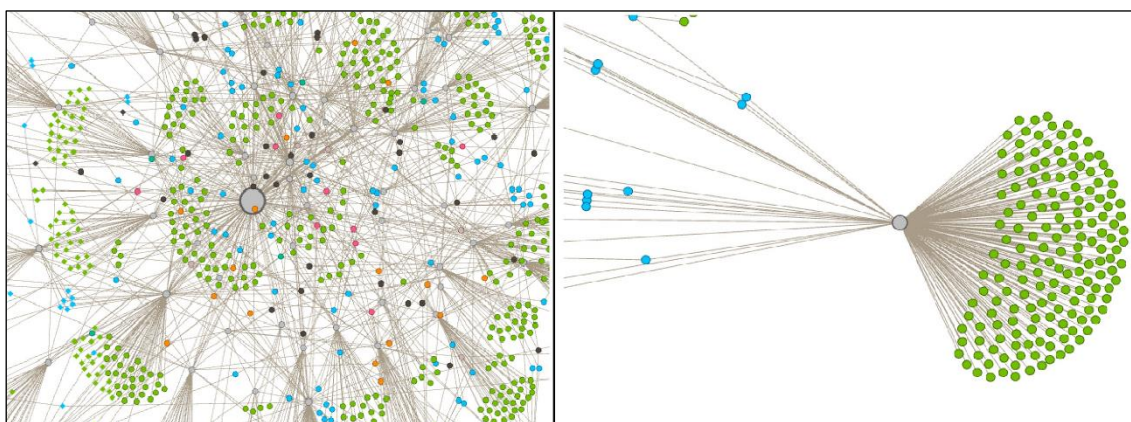


Figura 30. Região central (esquerda) e periférica (direita) da rede. Fonte: Elaboração própria.

Com a continuidade das remoções as redundâncias vão se esgotando o que faz com que as remoções de nós dos ciclos mais avançados sejam mais eficazes em diminuir o tamanho da componente gigante. Essa dinâmica é ilustrada na Figura 31 que apresenta a sequência de ciclos de remoção seletiva de nós na rede. Nessa figura os ciclos 1, 3, 5 e 9 foram selecionados buscando ilustrar mais claramente os efeitos da retirada dos nós.

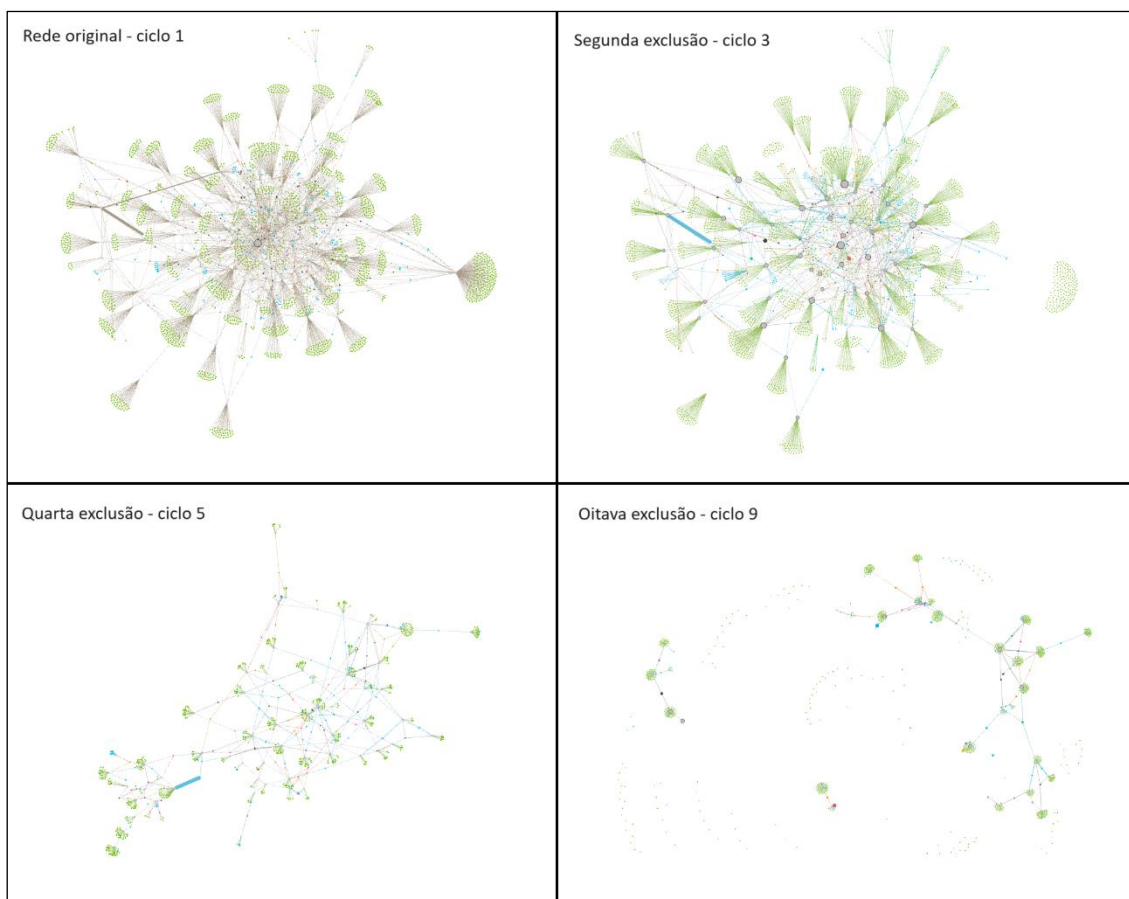


Figura 31. RIF 65266_RO02 - Arquitetura da rede após os ciclos de exclusão seletiva de nós. Fonte: Elaboração própria.

Quanto à fragmentação da rede, houve isolamento de grupos de maneira mais intensa nos primeiros três ciclos assim como nos três últimos, e nos ciclos intermediários houve maior estabilidade, como pode ser percebido na **Figura 32**.

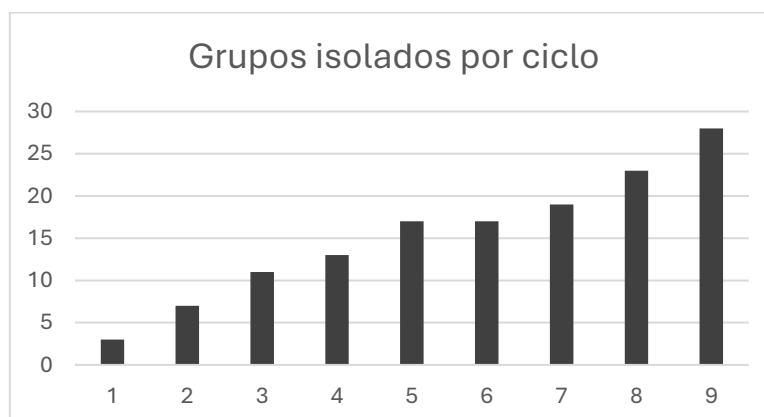


Figura 32. RIF 65266_RO02 – Isolamento de grupos após cada ciclo de remoção. Fonte: Elaboração própria.

Diante desse experimento, seguindo a metodologia proposta por Cavallaro et al. (2020) e por Ficara et al. (2023), foi identificado que quando considerado o garimpo ilegal da Amazônia como um todo, há grande resiliência na rede, fazendo com que a remoção de seletiva de atores com grande centralidade de intermediação do mercado, por prisão ou medidas semelhantes, não resulte em perda de capacidade da rede, que na estrutura presente encontra alternativas para manter o fluxo em funcionamento. Como observado pelos autores, uma vez que os dados coletados são referentes a um período específico, a metodologia experimentada é estática e não considera as mudanças estruturais de adaptação que ocorreriam no caso de prisão de pessoas importantes, o que poderia aumentar ainda mais a resiliência da rede.

Por outro lado, quando analisadas as redes considerando apenas um grupo investigado por vez, selecionados por RIF, a metodologia apresenta eficiência muito superior. Se considerando a rede da Amazônia como um todo a redução da componente gigante era em média de 3% a cada ciclo. Na remoção considerando um RIF por vez esse valor chegou a 40% no caso do Amazonas.

Essas análises levam a duas conclusões importantes. A primeira é a de que a remoção seletiva de pessoas importantes da rede quando focada em grupos específicos pode ser muito efetiva para o combate ao garimpo ilegal na Amazônia, desde que as pessoas removidas da rede (presas) não voltem a atuar na rede (continuem presas). A segunda conclusão é que quando considerada a rede da Amazônia como um todo a resiliência é superior, o que indica que indivíduos de um estado podem suprir a perda de indivíduos de outro estado, o que indica que há interações fortes entre os estados do Amazonas, Rondônia e Roraima, analisados na pesquisa.

5.2. Análise qualitativa da rede

Após realizada a análise quantitativa, foram identificados alguns atores que se destacaram devido a condições específicas como alto grau de intermediação, diminuição do grau após realização de filtro etc. O próximo passo foi compreender a função desses atores na rede e quais os possíveis motivos dos valores para as medidas encontradas. Essas análises são baseadas na leitura dos arquivos em formato .pdf dos Relatórios de Inteligência Financeira usados como base para essa pesquisa, consultas em fontes abertas e na leitura dos grafos produzidos com os próprios dados.

Inicialmente foram buscados na análise quantitativa aqueles nós que se destacaram e o motivo do destaque. Para a identificação dos destaques foram utilizadas duas metodologias. A primeira delas foi a proposta por Toledo et al. (2023) em que são selecionados os quatro maiores valores para cada medida realizada e estes sim serão avaliados como destaque na rede, e a segunda será a partir da seleção dos dez maiores valores das medidas quantitativas realizadas e a reaplicação dessas medidas após a realização de filtro de grau maior ou igual a 2. A ausência do nó na segunda tabela colocá-lo em posição de destaque, conforme explicado no texto da análise quantitativa. Nessa seleção também serão identificados os quatro primeiros de cada lista. Em seguida serão buscadas no texto do arquivo .pdf do RIF ou em fontes abertas informações referentes a esses nós considerados como destaque com o intuito de identificar qual a atividade eles desempenham, se já foram envolvidos com investigações da Polícia Federal e outras informações que possam contribuir para o entendimento da participação da pessoa referente àquele nó na rede.

5.2.1. Pessoas identificadas como relevantes na rede

A **Tabela 2** indica as pessoas com alto valor de grau de centralidade na rede completa indicando que realizaram transações financeiras com grande número de pessoas. A **Tabela 9** também apresenta o valor do grau de centralidade, porém relativos apenas àqueles que realizaram transações com duas ou mais pessoas, e que, espera-se, tenham relação mais perene com a rede do garimpo ilegal na Amazônia.

Importante lembrar nesse momento que cerca de 85% dos nós tiveram apenas uma conexão identificada na rede e que, portanto, grande parte dos valores na rede completa é referente a essas pessoas. Outro ponto importante é que a realização de uma ou mesmo poucas transações financeiras é condizente com a prática de lavagem de dinheiro pela ação de dispersão de valores em contas bancárias de terceiros.

Dessa maneira, entende-se que a presença de um nome na **Tabela 2** e sua ausência na **Tabela 9** indica que essa pessoa pode atuar como um hub na lavagem de dinheiro, recebendo ou enviando valores para contas bancárias diversas. Os quatro nós identificados foram os apresentados abaixo.

- LNMM9J6600A7M
- L7AL9G00AC
- LA8N6N000AJ0
- 968CMK8J68

Os outros três nós identificados na rede completa foram:

- K77JMFJ79
- L7AL9G00AC
- LA8N6N000AJ0

Já na rede filtrada os quatro destaques foram:

- K77JMFJ79
- JH6JK6L00AM9
- KKMLL88600AH
- LJ76KI000A8J

Da mesma maneira, a discrepância de um valor de grau de um nó específico sobre os demais da rede indica que esse nó pode exercer a função de hub na rede. Por esse motivo é destacada também a posição de “K77JMFJ79” que teve valor muito acima dos demais em relação ao grau de centralização após a realização de filtro de grau.

Quanto ao grau ponderado, apresentado nas Tabela 3 e Tabela 10, os quatro maiores valores para a rede completa foram:

- 867LN6900AK0
- 6J8KHJ700AI
- K7JAMM900A00
- JHLNK7J00AJ0

Nesse caso o nó “867LN6900AK0” é destacado pela discrepância de valores com os demais nós da rede. Após a aplicação de filtro de grau na rede os nós que se destacaram foram exatamente os mesmos da lista acima.

A **Tabela 4** apontou aqueles que fazem as transações de maior valor por pessoa e que por isso podem ter a função de concentrar os valores que circulam na rede do garimpo ilegal na Amazônia. As pessoas identificadas foram:

- 6J8KHJ700AI
- JN7K889N00ANK
- J700I7M00A78
- KKJKKLA00AK0

O grau de intermediação aponta aqueles nós que estão posicionados nos caminhos entre outros nós. Aos buscar identificar os nós presentes na **Tabela 5** e ausentes na **Tabela**

11 foram identificados “LNMM9J6600A7M”, “K77JLJNJD” e “7KJ8NGJN8”. Da mesma maneira o nó “K77JMFJ79” teve valor muito superior aos demais nós da rede colocando-o em destaque.

- LNMM9J6600A7M
- K77JLJNJD
- 7KJ8NGJN8
- K77JMFJ79

Os quatro maiores valores na tabela referente à rede completa foram:

- K77JMFJ79
- JH6JK6L00AM9
- KKMLL88600AH
- LNMM9J6600A7M

Já em relação à rede após ser filtrada os nós encontrados foram exatamente os mesmos, tendo apenas “LNMM9J6600A7M” sido substituído por “A789K8900ALK”.

A centralidade de autovetor também teve seus mesmos destaques indicando aqueles nós que estão conectados a outros nós importantes na rede devido ao alto valor de grau desses nós. Assim, os que constam na **Tabela 6** e não constam na **Tabela 12** são “LNMM9J6600A7M” e “L7AL9G00AC”. Novamente o nó “K77JMFJ79” mantém posição de destaque nas duas listas, o que pode indicar atuação diferenciada.

- K77JMFJ79
- KKMLL88600AH
- LNMM9J6600A7M
- JH6JK6L00AM9

Já na rede filtrada os quatro destaques para centralidade de autovetor foram os mesmos apenas com a substituição de “LNMM9J6600A7M” por “J6D868KL6”.

A centralidade de proximidade indicou os nós que estão em posição central na rede de modo que ficam mais próximos de todos os demais. O nó “7KJ8NGJN8” está presente na tabela 7 da rede completa e ausente na tabela 13, da rede filtrada. Os quatro destaques para a rede completa foram:

- K77JMFJ79
- KKMLL88600AH
- JH6JK6L00AM9

- JHLNK7J00AJ0

Já na rede filtrada os quatro destaques foram os mesmos, apenas com a substituição de “JHLNK7J00AJ0” por “LNN8K96JMJ”.

Em análise aos dados da tabela de valores dos nós foi identificado que “KKMLL88600AH” possui valor não tão alto de centralidade de autovetor, porém possui baixo grau de centralidade. Ao verificar os nós conectados a ele foi identificado que todos são nós presentes nas listas de dez maiores em algum momento, motivo pelo qual foi colocado em posição de destaque também.

- L9979J7NKL
- L7AL9G00AC
- KKMLL88600AH

A análise da rede dirigida permite identificar o fluxo de valores, logo aqueles que enviam e aqueles que recebem muitos valores. A seguir serão apresentados os destaques da análise da rede dirigida.

A **Tabela 15** apresenta os maiores valores de grau da rede completa dirigida. Os quatro maiores valores encontrados foram:

- LNMM9J6600A7M
- K77JMFJ79
- L7AL9G00AC
- LA8N6N000AJ0

Já a **Tabela 23** apresenta os mesmos valores para a rede após passar por filtro de grau. Os quatro maiores valores encontrados foram:

- K77JMFJ79
- JH6JK6L00AM9
- KKMLL88600AH
- 6FL7J7BJ0

Quanto aos nós presentes na **Tabela 15** e ausentes na **Tabela 23** foram identificados os quatro nomes abaixo:

- LNMM9J6600A7M
- L7AL9G00AC
- LA8N6N000AJ0

- 968CMK8J68

A análise de grau de entrada na rede completa indicou os seguintes nós:

- LNMM9J6600A7M
- LA8N6N000AJ0
- 89MMD98KLM
- LK78NK7K00AL0

O nó “LNMM9J6600A7M” se destacou também pelo valor muito superior aos demais, indicando possível relevância para a rede. Após aplicar o filtro de grau na rede nenhum dos nomes selecionados se repetiu indicando alteração no padrão da rede. Como não houve repetição dos nós, os quatro acima também são os quatro destacados pela ausência na segunda lista. Os quatro maiores valores após a aplicação do filtro foram:

- K77JMFJ79
- LKJ8MLJ800A66
- LJ76KI000A8J
- KJFNL7700AG

A análise do grau de saída apontou que o nó “K77JMFJ79” apresentou grande discrepância frente aos demais nós da rede tanto quando completa quanto quando filtrada. A seleção dos quatro maiores valores da rede completa apontou os seguintes nós:

- K77JMFJ79
- JH6JK6L00AM9
- KKMLL88600AH
- L7AL9G00AC

Na rede filtrada os três primeiros foram os mesmos a única alteração foi com a saída do nó “L7AL9G00AC” e a entrada de “L6KN8K6JJ9J”.

Quando considerada a lista dos dez nós com maior valor de grau de saída aqueles que estão presentes na lista referente à rede completa (**Tabela 17**) e ausente na lista referente à rede filtrada (**Tabela 25**) os quatro primeiros nós identificados foram os seguintes:

- L7AL9G00AC
- K9FKC000AD
- LNMM9J6600A7M.

- LLN7JKMN00BI

Em relação ao grau ponderado a lista com os maiores valores tanto considerando a rede completa (**Tabela 18**) como a rede filtrada (**Tabela 26**) resultou nos mesmos nós, que são os seguintes:

- 867LN6900AK0
- 6J8KHJ700AI
- K7JAMM900A00
- JHLNK7J00AJ0

Quando buscados aqueles nomes que estão presentes na lista dos dez maiores da rede completa e ausentes na lista dos dez maiores da rede filtrada foi identificado que houve a saída apenas do nó “JK7MM9MJ8M” e a entrada do nó “KKMLL88600AH”. O nó “867LN6900AK0” se destacou por possuir valor muito discrepante dos demais na rede.

A análise do grau ponderado de entrada apresentou os mesmos nós tanto na rede completa quanto na rede filtrada para a seleção dos quatro maiores valores. São eles:

- 867LN6900AK0
- 6J8KHJ700AI
- K7JAMM900A00
- 6KKL76M900A88

Nessa lista os nós “867LN6900AK0” e “6J8KHJ700AI” se destacaram por terem valores muito acima dos demais. Quando buscados aqueles nós presentes na lista dos dez maiores da rede completa e ausentes na mesma lista da rede filtrada foram identificados os nós “JN7K889N00ANK”, “JJM9NGL00AJ8”, “78M98I00ALJ” e “J8GKML600ANJ”.

As tabelas que apresentam os recebimentos médios por conexão apresentaram dois nós iguais e dois diferentes na relação dos quatro primeiros colocados. A lista dos quatro maiores considerando toda a rede foi:

- JN7K889N00ANK
- 6J8KHJ700AI
- 7F8HHJKM
- KKJKKLA00AK0

Já a lista considerando a rede após a aplicação do filtro apresentou os quatro nós seguintes:

- 6J8KHJ700AI
- KKJKKLA00AK0
- J8GKML600ANJ
- M60FN00AJ0

Os quatro nós com os maiores valores presentes na primeira lista dos dez nós na rede completa e ausentes na mesma lista quando considerando apenas a rede filtrada foram:

- JN7K889N00ANK
- 7F8HHJKM
- M886H000A8N
- JJM9NGL00AJ8

A análise dos nós que enviaram as maiores quantias por pessoa indicou os seguintes nós tanto quando considerada a rede completa quanto após a aplicação do filtro:

- 867LN6900AK0
- K7JAMM900A00
- 9KNA7L00ALK
- JHLNK7J00AJ0

Nessa lista os nós “867LN6900AK0” e “K7JAMM900A00” se destacaram pelos altos valores transacionados em comparação aos demais.

A comparação entre os nomes que constam na tabela dos dez maiores graus de saída na rede completa e não se repetem na mesma tabela após a aplicação do filtro resultou apenas nos dois nomes abaixo:

- J700I7M00A78
- JK7MM9MJ8M

As Tabela 21 e Tabela 29 apontam aqueles que enviaram maiores valores na rede, indicando que sejam os maiores compradores de ouro ilegal. Os nós identificados como os quatro maiores em ambas as configurações da rede foram:

- 867LN6900AK0
- K7JAMM900A00

- 9KNA7L00ALK
- JHLNK7J00AJ0

Nessa lista os nós “867LN6900AK0” e “K7JAMM900A00” se destacaram por apresentar valor maior que os demais da rede.

A comparação entre as duas tabelas de grau ponderado de saída da rede completa e da rede após a aplicação do filtro permitiu a identificação dos seguintes nós que estavam presentes na primeira e ausentes na segunda:

- J700I7M00A78
- JK7MM9MJ8M

Os nós “JK7MM9MJ8M” e “J700I7M00A78 (só tem uma conexão com “867LN6900AK0”) tiveram redução intensa dos valores, indicando que suas transações são mais frequentes com pessoas cuja interação na rede se dá apenas com um dos dois citados.

A **Tabela 21** indica as pessoas que fizeram os maiores envios de valores por indivíduos.

- J700I7M00A78
- 6J8KHJ700AI
- 9KNA7L00ALK
- 867LN6900AK0

O nó “J700I7M00A78” se destacou por apresentar valor muito superior aos demais da rede. Da mesma maneira a **Tabela 29** indica as pessoas que enviaram os maiores valores por indivíduo, na rede após a aplicação do filtro. A lista dos quatro maiores foi a seguinte:

- 6J8KHJ700AI
- 867LN6900AK0
- 9KNA7L00ALK
- 9L696CNJM9

A relação dos quatro maiores valores presentes na rede completa e ausentes na rede após a aplicação do filtro é composta pelos seguintes nós:

- J700I7M00A78
- L7MM89K7J9J

- K9JJNJD00AKL
- JK7MM9MJ8M

5.2.2. Identificação de funções na rede

As análises quantitativas apontaram para algumas possíveis funções dentro da rede. A existência dessas funções e a participação de certos nós pode ser verificada na análise qualitativa, com a leitura de informações presentes nos arquivos de texto que compõem os Relatórios de Inteligência Financeira que foram a base de dados da presente pesquisa.

As funções identificadas foram:

- HUBs da rede
 - Segundo Cavallaro et al. (2020), valores altos de grau de centralidade podem indicar a atuação como HUBs na rede.
- Dispersor de valores em contas bancárias, pagadores de ouro
 - Nós com alto grau de saída e com atividade mais intensa com aqueles nós cujo grau seja igual a 1 podem estar atuando na dispersão de valores em contas bancárias diversas.
- Concentrador ou destinatário final de valores.
 - Nós com alto grau de entrada e com atividade mais intensa com aqueles nós cujo grau seja igual a 1 podem ser os destinatários dos valores que passam por dispersão, ou ocultação de origem, logo os produtores ou comercializadores de ouro ilegal.
- Controladores de fluxo da rede, possíveis atravessadores de ouro
 - Nós com alto grau de intermediação ou grau de proximidade podem ser aqueles que controlam o fluxo de dinheiro na rede (Bichler, 2019), atuando como negociadores ou intermediários entre os produtores e os grandes compradores.
- Lideranças ocultas, conectadas a pessoas muito envolvidas na rede
 - Nós com alto valor de centralidade de autovetor estão conectados a outros nós com muitas conexões e podem indicar pessoas que estariam conectados apenas aos atravessadores ou pessoas de grande atividade na rede do garimpo ilegal.

- Vendedor de metais
 - Nós com alto valor de grau de entrada ponderado são aqueles que receberam as maiores quantias de valores na rede e podem ser aqueles que vendem ouro em maior quantidade.
- Pessoas com maior influência na rede, grau ponderado em geral
 - Pessoas que movimentam muitos valores na rede possuem maior poder de influência ou podem estar vinculados às pessoas que têm esse poder.

Nós em cada uma das funções:

- HUBs da rede
 - LNMM9J6600A7M (lavagem de dinheiro)
 - L7AL9G00AC (lavagem de dinheiro)
 - LA8N6N000AJ0 (lavagem de dinheiro)
 - 968CMK8J68 (lavagem de dinheiro)
 - K77JMFJ79
 - JH6JK6L00AM9
 - KKMLL88600AH
 - LJ76KI000A8J
 - 6FL7J7BJ0
- Dispensor de valores em contas bancárias, pagadores de ouro
 - J700I7M00A78
 - JK7MM9MJ8M
 - L7MM89K7J9J
 - K9JJNJD00AKL
- Concentrador, ou destinatário final do ouro
 - K77JMFJ79 (alto valor)
 - JH6JK6L00AM9
 - KKMLL88600AH
 - L7AL9G00AC (lavagem de dinheiro)
 - L6KN8K6JJ9J
 - K9FKC000AD (lavagem de dinheiro)

- LNMM9J6600A7M (lavagem de dinheiro)
- LLN7JKMN00BI (lavagem de dinheiro)
- 867LN6900AK0 (valor alto)
- K7JAMM900A00 (valor alto)
- 9KNA7L00ALK (valor alto)
- JHLNK7J00AJ0 (valor alto)
- J700I7M00A78 (lavagem de dinheiro)
- JK7MM9MJ8M (lavagem de dinheiro)

- Controladores de fluxo da rede, possíveis atravessadores de ouro
 - LNMM9J6600A7M (lavagem de dinheiro)
 - K77JLJNJD (lavagem de dinheiro)
 - 7KJ8NGJN8 (lavagem de dinheiro)
 - K77JMFJ79 (lavagem de dinheiro)
 - JH6JK6L00AM9
 - KKMLL88600AH
 - A789K8900ALK
 - JHLNK7J00AJ0
 - LNN8K96JMJ

- Lideranças ocultas, conectadas a pessoas muito envolvidas na rede
 - LNMM9J6600A7M (lavagem de dinheiro)
 - L7AL9G00AC (lavagem de dinheiro)
 - K77JMFJ79
 - KKMLL88600AH
 - JH6JK6L00AM9
 - J6D868KL6
 - L9979J7NKL
 - KKMLL88600AH (conectado a dois nós importantes)

- Vendedores de ouro, concentradores de valores
 - LNMM9J6600A7M (valor alto)
 - LA8N6N000AJ0
 - 89MMD98KLM
 - LK78NK7K00AL0
 - K77JMFJ79

- LKJ8MLJ800A66
 - LJ76KI000A8J
 - KJFNL7700AG
 - 867LN6900AK0 (valor alto)
 - 6J8KHJ700AI (valor alto)
 - K7JAMM900A00
 - 6KKL76M900A88
 - JN7K889N00ANK (lavagem de dinheiro) (valor alto)
 - JJM9NGL00AJ8 (lavagem de dinheiro)
 - 78M98I00ALJ (lavagem de dinheiro)
 - J8GKML600ANJ (lavagem de dinheiro)
 - 7F8HHJKM (valor alto)
 - KKJKKLA00AK0 (valor alto)
 - M60FN00AJ0 (valor alto)
 - M886H000A8N (lavagem de dinheiro)
- Pessoas de maior influência na rede
 - 6J8KHJ700AI
 - JN7K889N00ANK
 - J700I7M00A78
 - 867LN6900AK0 (valor alto)
 - K7JAMM900A00 (valor alto)
 - KKJKKLA00AK0
 - JHLNK7J00AJ0
 - 9KNA7L00ALK
 - 9L696CNJM9 (valor alto)

5.2.3. Descrição dos nós

Após alocados os nós em cada uma das categorias, foi realizada a descrição das atividades desempenhadas por cada um deles. Foram usados como fonte dessas informações os arquivos em formato .pdf disponíveis nos Relatórios de Inteligência Financeira (RIF) recebidos e fontes abertas diversas. Os nós foram apresentados um a um

seguidos dos números de RIF em que foram identificados e foi feita a descrição das funções em que foram destacados seguidos das indicações de lavagem de dinheiro, quando há um relacionamento mais forte com pessoas relacionadas à pulverização de valores, ou relacionado às pessoas que apresentaram apenas um vínculo (aresta) na rede e indicação de movimentação de altos valores, quando o valor do índice apresentado é muito superior (próximo do dobro ou mais) aos demais da rede.

LNMM9J6600A7M (65266)

Citado em HUB da rede, concentrador ou destinatário final do ouro, controladores de fluxo da rede, possíveis atravessadores de ouro, lideranças ocultas, conectadas a pessoas muito envolvidas na rede e vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Foi indicado por lavagem de dinheiro e movimentar valores muito altos.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes, trata-se de empresa de construção civil localizada no estado de São Paulo, sem relação aparente com o mercado do ouro. Não foram encontradas maiores informações nos documentos.

L7AL9G00AC (65266)

Citado em HUB da rede, concentrador ou destinatário final do ouro, concentrador, ou destinatário final do ouro e Lideranças ocultas, conectadas a pessoas muito envolvidas na rede.

Foi indicado por lavagem de dinheiro

Segundo dados do RIF 65266, trata-se de corretora de seguros médicos e cursos de vendas sediada em São José do Rio Preto – SP, sem relação aparente com o mercado de ouro. O mercado de seguros é um dos setores mais utilizados para a lavagem de dinheiro no Brasil e no mundo, com a prática de informar o pagamento de prêmios que nunca existiram de fato, o que confere falsa origem a valores oriundos de atividades criminais (SCARLAT, 2013; SASAKI, 2018).

Destaca-se as conexões na rede a “K77JMFJ79”, “KKMLL88600AH”, “J6D868KL6”, “7KJ8NGJN8”, “J7L9NL9900AN0”.

LA8N6N000AJ0 (65264)

Citado em HUB da rede, concentrador ou destinatário final do ouro, vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Foi indicado por lavagem de dinheiro

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas, trata-se de pessoa residente no estado de São Paulo, proprietária de empresa dedicada ao comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios, também localizada no estado de São Paulo e sem relações com o comércio de ouro.

968CMK8J68 (81042)

Citado em HUB da rede, concentrador ou destinatário final do ouro,

Foi indicado por lavagem de dinheiro

Segundo dados do RIF 81042, é vendedora de ouro, vendendo para empresa também destacada na presente análise. Residente no estado do Amapá.

K77JMFJ79 (65266)

Citado em HUB da rede, concentrador, ou destinatário final do ouro, controladores de fluxo da rede, possíveis atravessadores de ouro, Lideranças ocultas, conectadas a pessoas muito envolvidas na rede e Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Foi indicado por movimentar valores muito altos e por lavagem de dinheiro.

Segundo dados do RIF 65266, é comercializador de ouro atuando na compra e venda do metal. Aparenta ser membro de organização criminosa dedicada a comercialização de ouro ilegal no estado de Rondônia, cujos membros são familiares como pai e primos. Há no texto do RIF indicações de que realiza a atividade de lavagem de dinheiro.

JH6JK6L00AM9 (65266)

Citado em HUB da rede, concentrador, ou destinatário final do ouro (pag 7 e 27– verificar nós conectados), Controladores de fluxo da rede, possíveis atravessadores de ouro, Lideranças ocultas, conectadas a pessoas muito envolvidas na rede.

Segundo dados do RIF 65266, é uma empresa que atua como agência de viagens no sul do estado do Amazonas e que atua na prestação de serviços de transporte. Diante das informações encontradas é possível que a empresa esteja relacionada ao transporte de ouro ou de insumos ao garimpo, prestando serviços aos garimpeiros, de quem recebe os valores. Porém, em análise ao grafo foi identificado que há grande remessa de valores para pessoas relacionadas ao comércio de ouro, o que pode indicar que a empresa atue na

compra de ouro ilegal também. Ainda, no texto do RIF é indicada a suspeita de atuação na lavagem de dinheiro.

KKMLL88600AH (65266)

Citado em HUB da rede, concentrador, ou destinatário final do ouro, Lideranças ocultas, conectadas a pessoas muito envolvidas na rede, Controladores de fluxo da rede, possíveis atravessadores de ouro

Segundo dados do RIF 65266, é uma empresa que atua no ramo de serviços de manutenção e reparação elétrica de veículos automotores na cidade de Jacareacanga – PA, uma das principais cidades de apoio ao garimpo ilegal no Pará. Seus sócios são duas pessoas destacadas nas análises também. O texto do RIF aponta também indícios de lavagem de dinheiro nas movimentações financeiras da empresa.

LJ76KI000A8J (65266)

Citado em HUB da rede, vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos. Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas trata-se de empresa dedicada ao comércio varejista especializado de equipamentos e suprimentos de informática, localizado no estado de São Paulo.

6FL7J7BJ0 (65264)

Citado em HUB da rede. Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas, é pessoa moradora da região sul do estado do Amazonas, proprietário de empresa de comércio varejista de combustíveis. Diante das informações é possível inferir que seja fornecedor de combustíveis para o garimpo na região.

J700I7M00A78 (65266)

Dispersor de valores em contas bancárias, pagadores de ouro, concentrador, ou destinatário final do ouro, Pessoas de maior influência na rede. Foi indicado por movimentar altos valores, e lavagem de dinheiro.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas, trata-se de empresa localizada no estado do Mato Grosso dedicada à atividade de representantes comerciais e agentes do comércio de combustíveis, minerais, produtos siderúrgicos e químicos. Na análise do grafo foi identificado um único vínculo, indicando pagamento

de altos valores a outra empresa destacada na presente análise que atua no comércio de ouro.

JK7MM9MJ8M (65266)

Dispensor de valores em contas bancárias, pagadores de ouro, concentrador, ou destinatário final do ouro.

Foi indicado por lavagem de dinheiro. Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas, trata-se de pessoa proprietária de empresa localizada no estado do Paraná dedicada à atividade de construção de edifícios. Na análise do grafo foi identificado que possui vínculos com outras duas pessoas destacadas na presente análise.

L7MM89K7J9J (65264)

Dispensor de valores em contas bancárias, pagadores de ouro.

Não foi destacada na investigação, trata-se de pessoa com nome comum e não foi possível identificá-lo em fontes abertas.

K9JJNJD00AKL (65266)

Dispensor de valores em contas bancárias, pagadores de ouro.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas, trata-se de empresa localizada no estado do Mato Grosso, dedicada à atividade de comércio atacadista de produtos da extração mineral e metais preciosos. Na análise do grafo foi identificado que possui apenas um vínculo com outra empresa vendedora de ouro destacada na presente análise.

L6KN8K6JJ9J (65266)

Concentrador, ou destinatário final do ouro.

Segundo dados do RIF 65266, é uma pessoa que atua na compra e venda de ouro sem documentação na Amazônia, cujos filho e marido também estão relacionados como destaque na presente análise. No texto é informado ainda que seria uma conta bancária de passagem, concentrando valores recebidos de outras pessoas e enviando aos garimpeiros. No texto também é destacada a prática de atividades de lavagem de dinheiro.

K9FKC000AD (65266)

Concentrador, ou destinatário final do ouro.

Foi indicado por lavagem de dinheiro.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas, trata-se de empresa dedicada ao comércio de medicamentos no estado de São Paulo, sem vínculos aparentes com o comércio do ouro. Em consultas a artigos científicos não foram identificadas pesquisas relacionando o comércio de medicamentos à lavagem de dinheiro mas foi identificado muitas notícias em jornais sobre investigações policiais relacionadas a farmácias como lavadoras de dinheiro.

LLN7JKMN00BI (65266)

Concentrador, ou destinatário final do ouro.

Foi indicado por lavagem de dinheiro.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas trata-se de empresa provedora de conteúdo e outros serviços de informação (provedor de internet), localizado no estado do Mato Grosso do Sul e sem relação aparente com o mercado de ouro.

867LN6900AK0 (65266)

Concentrador, ou destinatário final do ouro, Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos, Pessoas de maior influência na rede, concentradores de valores recebidos.

Foi indicado por movimentar altos valores. Segundo dados do RIF 65266, é uma empresa Distribuidora de Títulos E Valores Mobiliários (DTVM) que atua no comércio de metais preciosos, sendo uma das maiores no mercado nacional. Sediada no estado de São Paulo, foi alvo de operações da Polícia Federal de combate ao garimpo ilegal. Realiza o pagamento direto a garimpeiros

K7JAMM900A00 (81042)

Concentrador, ou destinatário final do ouro, Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos, Pessoas de maior influência na rede.

Foi indicado por movimentar altos valores. Segundo dados do RIF 81042, é uma empresa cujo sócio também foi destaque nessa análise. Possui vínculos com empresas fora do Brasil e atua na extração de ouro em garimpo para posterior exportação. O texto do RIF também indica a prática de ações de lavagem de dinheiro.

9KNA7L00ALK (81042)

Concentrador, ou destinatário final do ouro, Pessoas de maior influência na rede. Foi indicado por movimentar altos valores.

Segundo dados do RIF 81044, é uma empresa com sede em Porto Velho – RO que teria fornecido equipamentos de mineração para outra empresa destacada nessa análise. Ainda segundo o texto o pagamento teria sido realizado com parte da produção de ouro.

JHLNK7J00AJ0 (65266)

Concentrador, ou destinatário final do ouro, Controladores de fluxo da rede, possíveis atravessadores de ouro, Pessoas de maior influência na rede.

Foi indicado por movimentar altos valores. Segundo dados do RIF 65266, é uma empresa sediada em cidade central para o garimpo ilegal no estado do Pará e atua no comércio de metais preciosos, sendo uma das maiores na região.

K77JLJNJD (65266)

Controladores de fluxo da rede, possíveis atravessadores de ouro.

Foi indicado por lavagem de dinheiro. Segundo dados do RIF 65266, é uma pessoa membro de organização criminosa familiar dedicada ao comércio de ouro ilegal no estado de Rondônia, sendo pai e esposo de outras pessoas destacadas nessa análise. Realizou diversas transações financeiras com outras pessoas também destacadas nessa análise. Há no texto do RIF indicações de lavagem de dinheiro. Foi preso transportando ouro e possui grande quantidade de movimentações financeiras em cidades de fronteira. O texto indica também a execução de atividades de lavagem de dinheiro.

7KJ8NGJN8 (65264 / 66)

Controladores de fluxo da rede, possíveis atravessadores de ouro.

Foi indicado por lavagem de dinheiro. Segundo dados do RIF 65266, é uma pessoa membro de organização criminosa familiar dedicada ao comércio de ouro ilegal no estado de Rondônia, sendo primo e sobrinho de outras pessoas destacadas nessa análise. A principal origem dos valores recebidos são outras empresas também destacadas nessa análise como compradoras de ouro e os principais destinatários dos valores são seus familiares membros da organização criminosa. No texto há também a indicação de prática de lavagem de dinheiro.

A789K8900ALK (53660)

Controladores de fluxo da rede, possíveis atravessadores de ouro.

Segundo dados do RIF 53660, é uma empresa que atua no ramo de engenharia de perfuração de poços artesianos, localizada na cidade de Boa Vista – RR. O texto do RIF aponta para a prática de lavagem de dinheiro. Segundo consultas em fontes abertas²¹, trata-se de empresa dedicada à extração e comercialização de ouro ilegal, atividades que deram causa a investigações da Polícia Federal.

LNN8K96JMJ (65266)

Controladores de fluxo da rede, possíveis atravessadores de ouro.

Segundo dados do RIF 65266, é uma pessoa membro de organização criminosa familiar dedicada ao comércio de ouro ilegal no estado de Rondônia, sendo irmã e filha de pessoas destacadas nessa análise. Movimenta em suas contas bancárias valores referentes à compra e venda de metais preciosos oriundos de membros da organização criminosa. O texto cita a execução de práticas de lavagem de dinheiro.

J6D868KL6 (65266)

Lideranças ocultas, conectadas a pessoas muito envolvidas na rede.

Segundo dados do RIF 65266, é sócia de empresa destacada nessa análise e esposa de outra pessoa também destacada nessa análise. O texto do RIF informa que suas contas bancárias são movimentadas pela empresa e por seu marido no comércio ilegal de ouro. Há também a indicação de atividades de lavagem de dinheiro.

L9979J7NKL (65266)

Lideranças ocultas, conectadas a pessoas muito envolvidas na rede.

Segundo dados do RIF 65266, é sócio de empresa destacada nessa análise e esposo de outra pessoa também destacada nessa análise. O texto do RIF informa que suas contas bancárias são movimentadas em benefício de terceiros e de pessoas jurídicas. Há no texto a indicação de prática de lavagem de dinheiro.

KKMLL88600AH (65266)

²¹ A fonte não será apresentada para a manutenção do anonimato do indivíduo analisado, conforme termo de confidencialidade da pesquisa.

Lideranças ocultas, conectadas a pessoas muito envolvidas na rede, e está conectado a dois nós importantes.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas trata-se de empresa localizada no estado do Amapá, dedicada à atividade de comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios – hipermercados. Na análise do grafo foi identificado que está conectada a outros dois nós destacados na presente análise, por serem parte de organização criminosa dedicada ao comércio de ouro ilegal.

89MMD98KLM (81042)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas é pessoa moradora da cidade de Porto Velho – RO, servidor público da prefeitura e proprietário de propriedade rural no interior do estado.

LK78NK7K00AL0 (65266)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas trata-se de pessoa residente no interior do estado de São Paulo, servidora pública, proprietária de empresa dedicada ao comércio varejista de cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal, sem vínculos aparentes com o comércio de ouro. Na análise de grafo foi identificado que recebe valores de 71 pessoas que apenas têm vínculos com ela. Ao que tudo indica há grandes chances de ser pessoa recebedora de valores pulverizados em contas bancárias diversas.

LKJ8MLJ800A66 (65266)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Segundo dados do RIF 65266, é uma empresa do ramo calçadista com sede no estado de São Paulo, sem relação com a atividade de comércio de ouro. No endereço declarado não foram encontrados indícios de funcionamento de empresa e há suspeitas de que seja empresa de fachada.

KJFNL7700AG (81042)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Segundo dados do RIF 81042, é uma empresa localizada em cidade de grande relevância para o garimpo ilegal no Pará, que declara atuar no ramo de serviços de escritório e apoio administrativo, porém, os reais negócios seriam compra e venda de ouro, em associação com outra empresa destacada na presente análise, realizando o pagamento de garimpeiros em espécie. O texto ainda aponta indícios de lavagem de dinheiro.

6J8KHJ700AI (65266)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos, Pessoas de maior influência na rede.

Indicado por movimentar altos valores.

Segundo dados do RIF 65266, é uma instituição bancária que remeteu grande quantia de valores a empresa relacionada à comercialização de ouro.

6KKL76M900A88 (81042)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Segundo dados do RIF 81042, é uma empresa Distribuidora de Títulos E Valores Mobiliários (DTVM) que atua no comércio de metais preciosos, sendo uma das maiores no mercado nacional. Sediada no estado de São Paulo, foi alvo de operações da Polícia Federal de combate ao garimpo ilegal. O texto do RIF informa que envia valores para outras empresas destacadas na presente análise para pagamento de garimpeiros em espécie.

JN7K889N00ANK (65264)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos, Pessoas de maior influência na rede.

Indicado por movimentar altos valores e por lavagem de dinheiro.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas é uma empresa Distribuidora de Títulos E Valores Mobiliários (DTVM) que atua no comércio de metais preciosos, sendo uma das maiores no mercado nacional. Sediada no estado de Mato Grosso, foi alvo de operações da Polícia Federal de combate ao garimpo ilegal.

JJM9NGL00AJ8 (81042 / 44)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Indicado por lavagem de dinheiro. Segundo dados do RIF 81042, é uma empresa Distribuidora de Títulos E Valores Mobiliários (DTVIM) que atua no comércio de metais preciosos, sendo uma das maiores no mercado nacional. Sediada no estado de São Paulo, foi alvo de operações da Polícia Federal de combate ao garimpo ilegal. O texto do RIF informa que envia valores para outras empresas destacadas na presente análise para pagamento de garimpeiros em espécie.

78M98I00ALJ (65266)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Indicado por lavagem de dinheiro.

Segundo dados do RIF 65266, é uma empresa que consta como baixada na Receita Federal do Brasil (RFB). A sede é localizada em município no estado do Pará, de grande relevância para o garimpo ilegal. A conta bancária da empresa é movimentada por procuradores, também destacados nessa análise, que por sua vez também movimentam contas bancárias de outras empresas destacadas nessa análise.

J8GKML600ANJ (81042)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Indicado por lavagem de dinheiro.

Segundo dados do RIF 81044, é uma empresa com sede na cidade de Goiânia – GO que atua na compra de ouro de garimpo para posterior exportação.

7F8HHJKM (65266)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Indicado por movimentar valores altos.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas é uma pessoa do Mato Grosso do Sul, proprietária de empresa dedicada à atividade de comércio varejista de artigos de armarinho, já encerrada.

KKJKKLA00AK0 (65266)

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos, Pessoas de maior influência na rede.

Indicado por movimentar valores altos.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas é uma empresa localizada no estado de São Paulo, dedicada à atividade de comércio atacadista de produtos da extração mineral, exceto combustíveis.

M60FN00AJ0

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Indicado por movimentar valores altos.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas, é uma empresa Distribuidora de Títulos E Valores Mobiliários (DTVM) que atua no comércio de metais preciosos, sediada no estado do Rio de Janeiro.

M886H000A8N

Vendedores de ouro, concentradores de valores recebidos.

Indicado por lavagem de dinheiro.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas, é uma empresa localizada no estado de São Paulo dedicada ao comércio varejista de artigos de joalheria.

9L696CNJM9 (65266)

Pessoas de maior influência na rede.

Indicado por movimentar valores altos.

Não foi destacada na investigação, segundo dados de fontes abertas é pessoa moradora do estado do Paraná, proprietário de empresa de perfumes, sem vínculos com a atividade de comércio de ouro. Na análise do grafo possui apenas um vínculo com outra pessoa destacada presente análise.

5.3. ANÁLISE DE TOPOLOGIA

Neste momento, porém, as análises têm como objetivo identificar aqueles nós relacionados a mais de uma investigação ou aqueles que por seu posicionamento podem ser identificados como em funções específicas.

A primeira análise do grafo foi realizada buscando identificar os nós comuns em mais de um RIF, preferencialmente em estados diferentes. Vale recordar que RIFs com numeração semelhante entre si têm grande chance de terem sido solicitados em uma mesma investigação e por isso podem conter informações do mesmo grupo. Já aqueles

RIFs com numeração muito distinta entre si têm maior probabilidade de terem sido solicitados em investigações distintas e se referirem a grupos distintos investigados. Da mesma maneira, no software Gephi foi adicionado ao número do RIF a sigla do estado que foi solicitado, de modo que se um RIF foi solicitado pelo Amazonas, por exemplo, certamente será de uma investigação diferente daqueles RIFs solicitados em Rondônia ou Roraima, logo, fará referência a grupos criminosos distintos.

A seleção dos nós foi realizada de maneira visual, por meio da janela “visão geral” do software Gephi, fazendo com que as arestas recebam cores de acordo com o RIF que as originou. Dessa maneira aqueles nós cujas arestas a eles vinculadas apresentam cores diferentes foram selecionados e analisados com maior profundidade. A título de exemplo a **Figura 33** apresenta uma seleção do grafo em que o nó “K8K77L6800AJ0” está vinculado aos RIFs 81044_AM02, e 81042_AM01, 65266_RO02 e 65264_RO01. Estes nós foram considerados interseções entre as diferentes investigações uma vez que os nós são citados diretamente em documentos originados de fontes distintas.

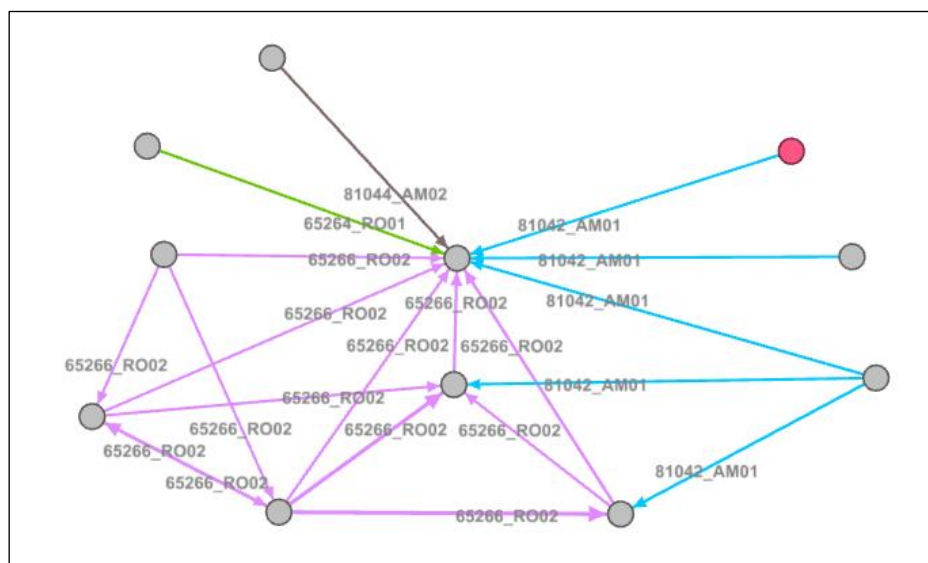


Figura 33. Nó relacionado a quatro RIFs diferentes. Fonte: Elaboração própria.

Nessa imagem é possível notar que os RIFs do mesmo estado possuem numeração semelhante e, portanto, muito provavelmente são referentes à mesma investigação. Dessa maneira a lista abaixo apresenta dez nós identificados em análise visual do grafo como interseções de investigações seguidos dos RIFs em que foram citados.

- “K8K77L6800AJ0” (81044_AM02, 81042_AM01, 65266_RO02 e 65264_RO01).

- “8KJ666NBMM” (81042_AM01, 81044_AM02, 77093_AM05, 65266_RO02).
- “6LJ7L9L00AM8” (53660_RR01, 65264_RO01, 65266_RO02).
- “JMJMJNNL00A79” (81044_AM02, 77093_AM05).
- “LMMGG000A80” (81042_AM01, 65264_RO01, 65266_RO02).
- “MKLNJKML900” (81340_AM03, 77093_AM05).
- “LNC9H900A8M” (81042_AM01, 77093_AM05, 65266_RO02, 65264_RO01).
- “9KNA7L00ALK” (77093_AM05, 65264_RO01, 65266_RO02, 81042_AM01).
- “LJ99M9JM00AM9” (81042_AM01, 77093_AM05, 65266_RO02).
- “KM997KK800A66” (53660_RR01, 81042_81042_AM01, 65264_RO01).

A leitura da lista indica que há indivíduos relacionados em investigações ocorridas nos três estados, mas aqueles com interações entre o Amazonas e Rondônia são os mais frequentes. Porém essa informação precisa ser lida com cautela e pode não representar a realidade, uma vez que a suposta baixa interação pode ter sido causada pela pequena proporção no volume de dados originados do estado de Roraima, que corresponde a apenas 07,37% de todas as arestas da rede.

Em análise aos dados foi identificado que esses nós possuem alto valor de centralidade de intermediação, (valores maiores que 0,001 correspondem aos 6% mais altos do conjunto de dados) e baixo valor de grau de centralidade. A única exceção foi o nó “8KJ666NBMM” que possui grau alto de intermediação.

Tabela 31. Centralidade de intermediação e grau.

NOME	CENTR. INTER.	GRAU
K8K77L6800AJ0	0,021	10
8KJ666NBMM	0,041	47
6LJ7L9L00AM8	0,007	3
JMJMJNNL00A79	0,015	2
LMMGG000A80	0,005	4
MKLNJKML900	0,011	2
LNC9H900A8M	0,001	4

9KNA7L00ALK	0,035	17
LJ99M9JM00AM9	0,001	3
KM997KK800A66	0,013	5

Fonte: Elaboração própria

Como teste de verificação, foram realizadas buscas reversas selecionando aqueles nós com alto valor de centralidade de intermediação e baixo valor de grau. Todas elas resultaram em nós que conectavam diferentes RIFs.

Outro caso exemplifica como grupos de diferentes áreas estão interligados por um nó específico. Foi selecionado o nó “JLL7J67600ALL” identificado na Figura 34 com o retângulo na cor vermelha ao centro do grafo, e suas conexões de profundidade 1, ou apenas aqueles nós diretamente conectados a ele. Nesse grafo foram identificados 6 nós e três RIFs distintos: 81042_AM01, 81044_AM02 e 65266_RO02, como pode ser observado na Figura 34. No grafo as cores da legenda são referentes às cores das arestas.

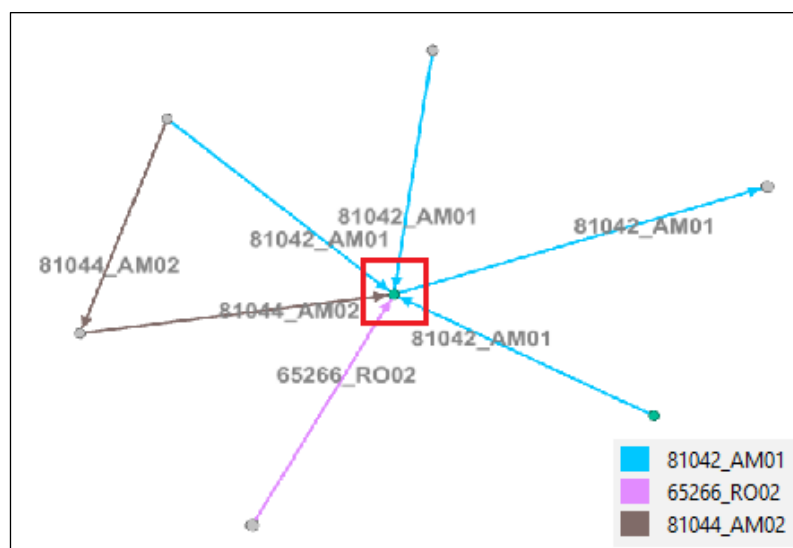


Figura 34. Rede egocêntrica de “JLL7J67600ALL” com profundidade 1. Fonte: Elaboração própria.

Ao expandir o grafo para profundidade 2 o número de nós sai de 7 para 200 e o número de arestas sai de também 7 para 336. Com a expansão a posição do nó central e suas conexões diretas permanecem as mesmas, são acrescentadas apenas as conexões secundárias. A expansão do grafo mostra que os grupos permanecem coesos entre si, cada um ocupando uma área distinta com o RIF 81041_AM01 (cor azul) na parte superior do grafo, RIF 65266_RO02 (cor rosa) na parte inferior do grafo e RIF81044_AM02 (cor marrom) na parte esquerda do grafo.

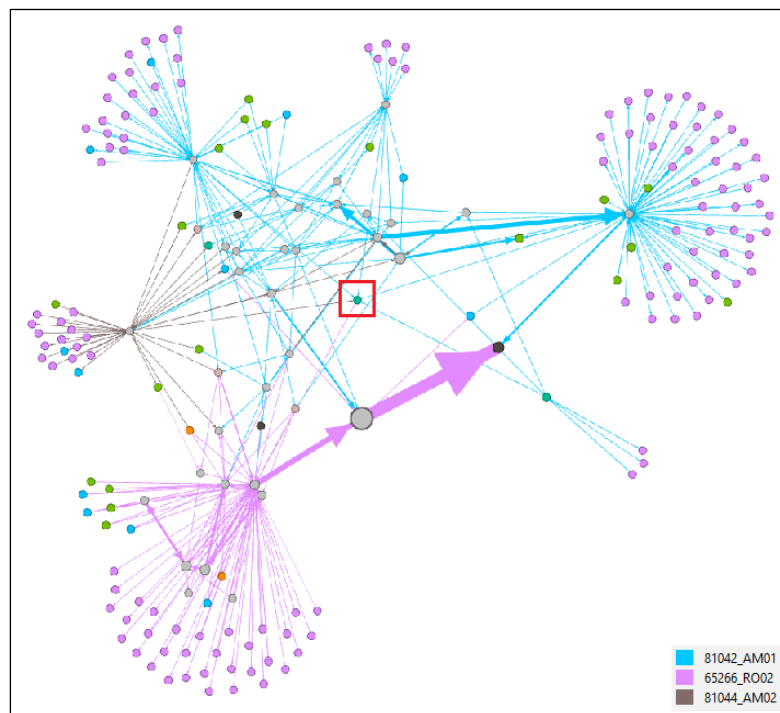


Figura 35. Rede egocêntrica de “JLL7J67600ALL” com profundidade dois. Fonte: Elaboração própria.

Dessa maneira entende-se que ainda que os grupos sejam estruturados de maneira autônoma, algumas pessoas estão posicionadas entre os grupos, conectando-os. No caso analisado foi destacado um nó que se comunicava com apenas outros seis e estes, por sua vez se comunicavam com o restante de seus respectivos grupos, expandindo o grafo.

Além da conexão direta, foi identificado que existem nós que conectam grupos diferentes de maneira indireta. Estes estão conectados a outros nós que por sua vez estão a terceiros de grupos distintos. É o caso do nó “K66H68900AKN” que em profundidade 1 (ou em conexões diretas) está conectado a três RIFs distintos (81042_AM02, 65266_RO02 e 81044_AM02), como pode ser observado na Figura 36 em que o nó “K66H68900AKN” (ego) está destacado em retângulo na cor vermelha ao centro do grafo.

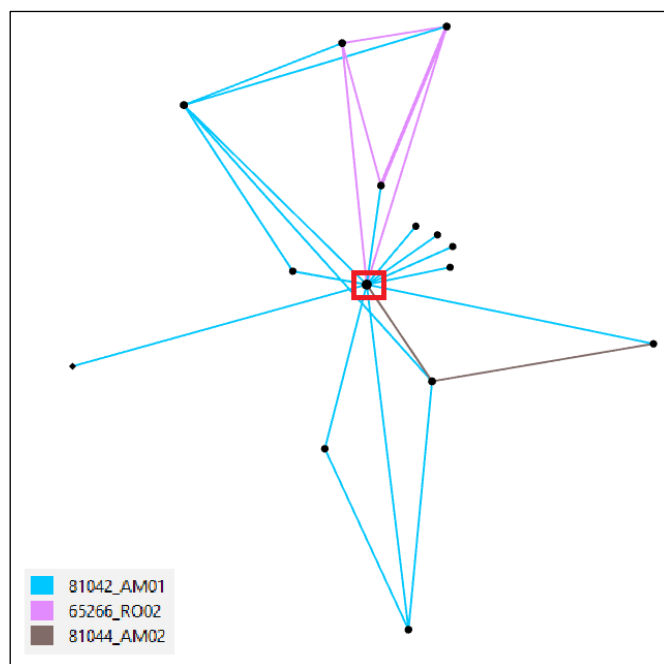


Figura 36. Rede egocêntrica de “K66H68900AKN” com profundidade 1. Fonte: Elaboração própria.

Ao expandir a rede para profundidade 2 as conexões de segundo grau, indiretas ou as conexões dos nós conectados ao central, outros dois RIFs passam a compor o grafo, indicando que este nó conecta indiretamente grupos diversos. A Figura 37 apresenta o grafo com a mesma rede egocêntrica de “K66H68900AKN” (ego) destacado com retângulo na cor vermelha, com profundidade 2.

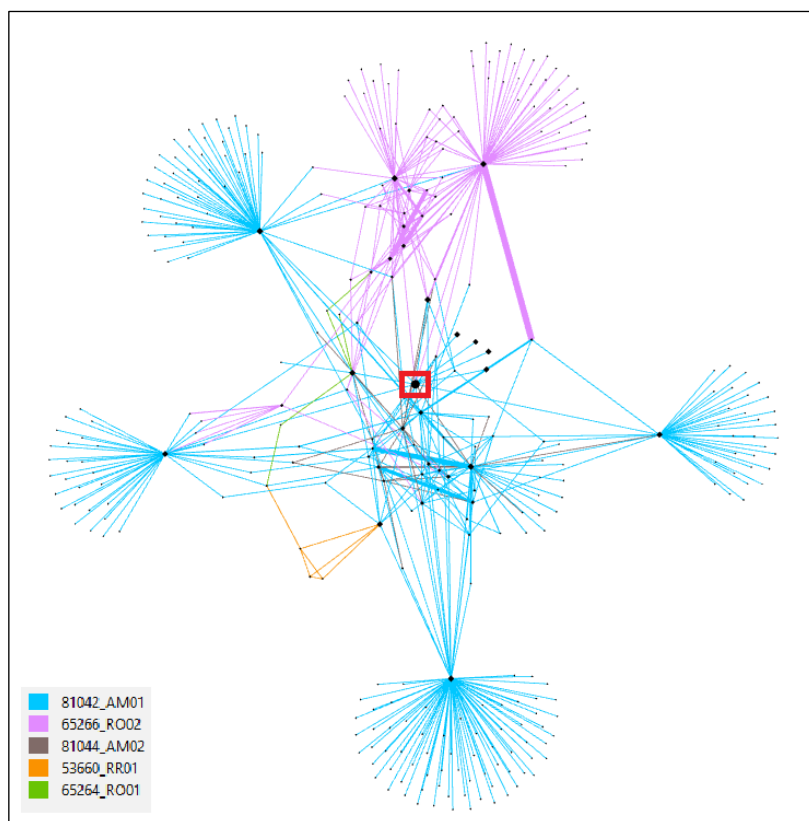


Figura 37. Rede egocêntrica de “K66H68900AKN” com profundidade dois. Fonte: Elaboração própria.

Durante a análise do grafo foram identificados outros nós que por mais que não fossem citados por RIFs diversos estavam vinculados a outros nós que, estes sim, eram citados por RIFs diversos. É o caso do nó “L7KLMNNJ00AK0” que apenas possui vínculos com o RIF 81042_AM01 mas os nós conectados a ele possuem vínculos com outros quatro RIFs diferentes: 65264_RO01, 65266_RO02, 77093_AM05 e 81044_AM02, o que pode ser observado a partir das cores das arestas entre os nós na Figura 38. Nessa figura o nó “L7KLMNNJ00AK0” é identificado na porção esquerda do grafo, com cor vermelha e a letra “A” em seu interior. Todas as arestas vinculadas a ele estão na cor azul, porém alguns destes nós estão, por sua vez, conectados a arestas nas cores verde, rosa, laranja e marrom. Cada cor corresponde a um RIF diferente. Nesta imagem foi selecionado o nó principal e sua rede com profundidade 2, que inclui os nós vinculados diretamente ao principal e os nós vinculados a estes últimos também.

Em relação ao nó “L7KLMNNJ00AK0”, ao analisar os graus de entrada e saída foi identificado que ambos possuem o valor 20. Já o grau ponderado de entrada é de R\$4,5 milhões e o de saída é de R\$3,6 milhões. Verificando o texto do RIF, foi identificado que o nó corresponde a empresa fornecedora de equipamentos para máquinas agropecuárias,

que podem também ser aplicadas no garimpo. Quanto aos nós que receberam valores de “L7KLMNNJ00AK0” são escritório de advocacia, loja de equipamentos eletrônicos, atacadista de produtos de extração mineral e outros.

Dessa maneira, por se tratar de uma rede cuja fonte de dados está relacionada ao garimpo ilegal, as informações indicam que o nó “L7KLMNNJ00AK0” pode ser um fornecedor de insumos para garimpo e os nós que enviam os valores a eles sejam garimpeiros adquirindo insumos.

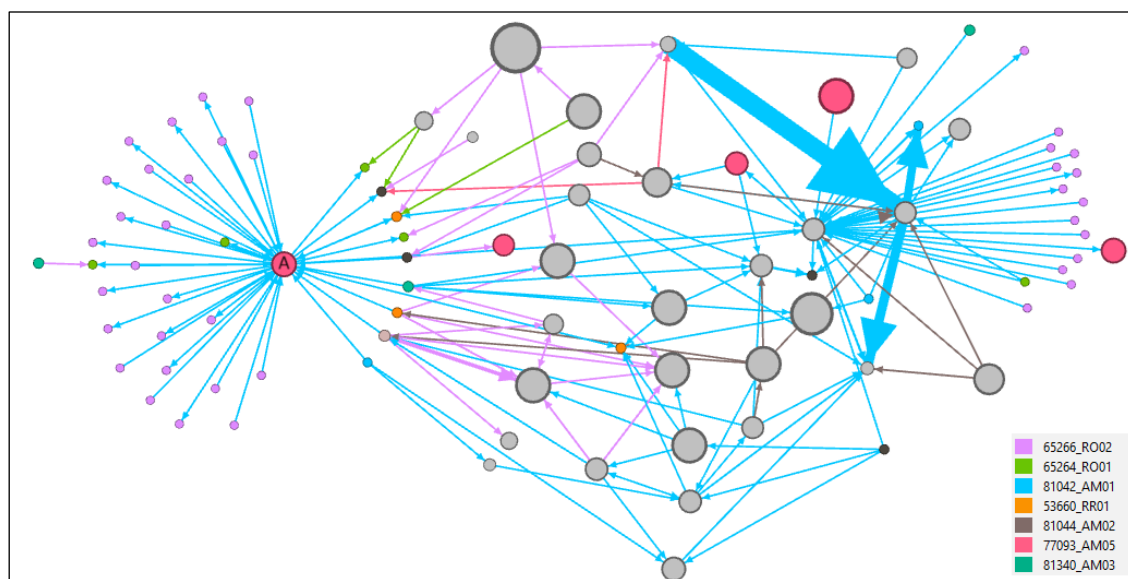


Figura 38. Conexões de segundo grau com RIFs diferentes. Fonte: Elaboração própria.

A análise qualitativa apresentou categorias que foram identificadas com os dados obtidos na análise quantitativa. Com a definição das categorias foi possível incluir em cada uma delas os nós identificados como destaque o que, por sua vez, facilitou a compreensão das atividades desempenhadas por cada um dos nós. Essa compreensão foi importante para a comparação com as atividades desempenhadas pelos nós no mundo real, conforme informado no texto dos Relatórios de Análise Financeira que subsidiaram esta pesquisa.

Diante dessas análises foi identificado também que há uma quantidade importante de pessoas e empresas localizadas principalmente no estado de São Paulo e em outros estados como Mato Grosso do Sul e Paraná que não foram destacados nas investigações, mas que por estarem em posição de destaque podem ser parte de outro grupo dedicado ao comércio ilegal de ouro.

A análise do grafo indicou aqueles nós que estão relacionados a grupos distintos provavelmente realizando a conexão entre eles. Alguns desses nós foram identificados

como prestadores de serviços para mineradores que teriam como clientes garimpeiros de localidades diversas.

Esses nós apresentaram a característica predominante de ter alto valor de centralidade de intermediação e baixo valor de grau de centralidade, o que permite identificá-los a partir de análise quantitativa dos dados.

6. CONCLUSÕES

O garimpo ilegal ocorre no Brasil desde os primeiros descobrimentos de jazidas ainda durante o período da exploração por bandeirantes. Com o passar do tempo e o esgotamento das jazidas mais superficiais e de fácil acesso os garimpeiros foram forçados a avançar pela floresta amazônica em busca de novas fontes do metal. Paralelamente o desenvolvimento de novas tecnologias e o emprego de máquinas permitiu o alcance de jazidas mais profundas seja no subsolo terrestre ou nos leitos de rios aumentando a produção de ouro nas minas.

Por outro lado, o garimpo passa a exigir maior investimento financeiro por parte do garimpeiro, que agora já não é mais o trabalhador pobre migrante, mas empresários vindos de regiões diversas do país para investir na Amazônia. Conforme o garimpo avança fica mais sofisticado, exige maiores investimentos e se torna mais exclusivo. Atualmente as máquinas do garimpo são escavadeiras hidráulicas, dragas e aeronaves, todas com custo de centenas de milhares de reais cada unidade.

As mudanças de custos implicam em mudanças sociais. Se no início o garimpeiro era o seringueiro buscando por melhor qualidade de vida, com o tempo passou a ser o empresário investidor e hoje é território de organizações criminosas que praticam o garimpo de maneira ilegal e estruturados em redes.

Diante desse cenário a presente pesquisa propôs analisar o garimpo nos estados do Amazonas, Rondônia e Roraima sob a ótica da ciência de redes, com o objetivo geral de analisar dados de transações financeiras realizadas por pessoas suspeitas de praticar atividade de mineração ilegal para caracterizar a estrutura e organização de redes criminais do garimpo ilegal.

As análises indicaram que ainda que o garimpo na Amazônia seja executado por organizações criminosas diversas, todos estão interrelacionados atuando como rede única, em que a comunicação flui livremente entre todos os membros. Quanto à atividade financeira dessa rede foram identificadas sete funções diferentes que podem auxiliar a execução de investigações futuras ao fornecer mais dados quanto à participação dos

membros. Foi identificado também que a rede muito provavelmente possui estrutura de lavagem de dinheiro por meio da prática de pulverização de valores em contas bancárias.

Ainda, a análise qualitativa apontou membros da rede fora dos estados da Amazônia, mas com participação ativa na rede e que não foram apontados nas investigações, indicando que a análise de redes é capaz de complementar as análises já realizadas.

De modo geral, os valores transitados na rede são elevados, superando a casa de quatro milhões de reais naqueles indivíduos com participação mais frequente na rede, o que certamente favorece a prática de corrupção de agentes públicos.

A análise do grafo permitiu identificar que existem pessoas que exercem a função de conectar diferentes organizações criminosas, ainda que sejam de estados diferentes. Essa conexão se deu tanto de forma direta quanto de forma indireta. Ainda, foi possível identificar que essas pessoas possuem características de grau de centralidade e centralidade de intermediação em comum permitindo sua identificação a partir de análises quantitativas.

Por fim, a remoção seletiva de alvos apresentou eficácia satisfatória quando aplicada para organizações criminosas em separado e quando aplicada à toda a Amazônia de maneira integrada já não surte efeito. Esse resultado indica que a rede do garimpo na Amazônia como um todo apresentou alto poder de resiliência, resistindo à perda de membros, o que não acontece com organizações criminosas quando enfrentadas de maneira individual.

REFERÊNCIAS

ALINCOURT, D' Luis. **Memória sobre a viagem do porto de Santos à Cidade de Cuiabá** / Luís D' Alincourt. Brasília: Senado Federal, 2006. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/1113/752917.pdf?sequence=4&isAllowed=y> . Acesso em: 15 fev. 2023.

AMAZONAS, Governo do estado. **Amazonas em mapas**. Primeira edição. Secretaria de Estado de Planejamento, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação – SEPLANCTI, 2016.

AYLING J. **Criminal organizations and resilience**. International Journal of Law, Crime and Justice. 2009; 37(4):182–196. <https://doi.org/10.1016/j.ijlcj.2009.10.003>

BANDARA, H. M. S. H. **The graph theory and its applications**. 2023.

BARTHELEMY, M. **Betweenness centrality in large complex networks**. The European physical journal B, v. 38, n. 2, p. 163-168, 2004.

BASU, K.; SEN, A. **Identifying individuals associated with organized criminal networks: A social network analysis**. Social Networks, v. 64, p. 42-54, 2021.

BICHLER, G. **Understanding Criminal Networks: a research guide**. University of California Press, 2019.

BORGES, B. **O que explica a queda surpreendente da taxa de desemprego no Brasil?** Portal FGV. 2022. Disponível em: <https://portal.fgv.br/artigos/explica-queda-surpreendente-taxa-desemprego-brasil>. Acesso em: 17 fev. 2023.

BOUCHARD, M. **On the Resilience of Illegal Drug Markets**. Global Crime, v.8, n.4, 325–344, 2007. <https://doi.org/10.1080/17440570701739702>

BRASIL. **CFEM, Maiores Arrecadadores**. Sistema de arrecadação. 2023. Disponível em: <https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/cfem/arrecadadores.aspx>. Acesso em 10 fev 2023.

BRASIL. Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. **Código de mineração**. Presidência da República, Casa Civil. Brasília, 1967.

BRASIL. **Constituição da república federativa do brasil de 1988**. Congresso Nacional, Brasília, 1988

BRASIL. Lei 7.805 de 18 de julho de 1989. **Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira e outras providências**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1989.

BRASIL. Lei 11.685 de 02 de junho de 2008. **Institui o Estatuto do Garimpeiro e dá outras providências**. Congresso Nacional, Brasília, 2008.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia, DNPM. Portaria Nº 361 DE 10/09/2014.** Brasília. 2014.

BRASIL. Lei Nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).** Presidência da República, Secretaria-Geral. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério Público Federal. Câmara de Coordenação e Revisão, 4. **Mineração ilegal de ouro na Amazônia: marcos jurídicos e questões controversas.** Brasília: MPF, 2020.

BRIDI, S.; ZERO, P. **Avanço do garimpo ilegal sufoca os rios e ameaça as comunidades na Terra Indígena Yanomami.** Fantástico, 30 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2023/01/30/avanco-do-garimpo-ilegal-sufoca-os-rios-e-ameaca-as-comunidades-na-terra-indigena-yanomami.ghtml>. Acesso em: 16 fev. 2023.

BRIGHT, D. A. et al. **Networks within networks: using multiple link types to examine network structure and identify key actors in a drug trafficking operation.** Global Crime, v. 16, n. 3, p. 219-237, 2015.

BULLION-RATES. **Preço histórico do Ouro nos últimos cinco anos em Reais Brasileiros,** bullion-rates.com, 2022, disponível em: <https://pt.bullion-rates.com/gold/BRL/Year-5-chart.htm>, acessado em 10 out. 2022.

CALAES, G. D.; OLIVEIRA, L. C. **A Estrada Real e a transferência da corte portuguesa.** CETEM, 2009

CAMPANA, A. Hidrografia – RO. História e geografia de Rondônia. 2012. Disponível em: <https://rondoniaemsala.blogspot.com/2012/01/hidrografia-ro.html>. Acesso em: 14 jun 2024.

CAVALLARO, L. **Disrupting resilient criminal networks through data analysis: The case of Sicilian Mafia.** Plos one, v. 15, n. 8, p. e0236476, 2020.

CHEUNG, K. F. **An eigenvector centrality analysis of world container shipping network connectivity.** Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, v. 140, p. 101991, 2020.

COSTA, L. R. **Os garimpos clandestinos de ouro em Minas Gerais e no Brasil: tradição e mudança.** História & Perspectivas, Uberlândia, v. 1, n. 36-37, p. 247-279, 2007.

COSTA, P. P. **Teoria de grafos e suas aplicações.** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. UNESP. 2011

CUNHA, A. M. B. M. **O setor mineral brasileiro e o impacto socioambiental causado pela exploração ilegal dos recursos minerais.** Earp – Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2022.

CURADO, R. **A participação dos bandeirantes na fundação: de cidades goianas surgidas em função do ouro.** Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais v.10, n.4, p.1-8, 2021

DALU, T. **Illegal mining impacts on freshwater Potamonautid crab in a subtropical Austral highland biosphere reserve.** Science of The Total Environment, v. 896, p. 165251, 2023.

DA CUNHA, B. R. **Criminofísica: a ciência das interações criminais.** Editora Buqui, 2020.

DA CUNHA, B. R. **Neutralização seletiva de alvos topológicos de alto retorno em facções criminosas.** Revista Brasileira de Ciências Policiais, v. 12, n. 4, p. 53-73, 2021. DOI: 10.31412/rbcp.v12i4.616.

DE PAULA, M. H.; JERÔNIMO, G. G. **O vocabulário do garimpo artesanal de diamantes: das funções da escala ao bater da peneira.** MOARA–Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Letras, v. 2, n. 40, p. 70-84, 2016.

EBALLE, R.; CABAUGH, I. **Closeness centrality of some graph families.** International Journal of Contemporary Mathematical Sciences, v. 16, n. 4, p. 127-134, 2021.

FARIAS, K. M. **Utilização do RIF-Relatório de Inteligência Financeira em procedimentos investigativos que envolvam organizações criminosas.** Inteligência de Segurança-Unisul Virtual, 2020.

FAUST, K.; TITA, G. E. **Social networks and crime: Pitfalls and promises for advancing the field.** Annual Review of Criminology, v. 2, p. 99-122, 2019.

FERREIRA, A. L. B. **Redes sociais: um estudo introdutório.** Dissertação mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. Universidade Federal de Sergipe, 2015.

FERREIRA, J. R. et al. **Mitigação dos Riscos à Privacidade através da Anonimização de Dados.** Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, n. E49, p. 573-585, 2022.

FICARA, A. C. F.; FIUMARA, G.; DE MEO, P. **Human and social capital strategies for Mafia network disruption.** IEEE Transactions on Information Forensics and Security, v. 18, p. 1926-1936, 2023.

FONSECA, C. D.; VENANCIO, R. P. **Vila Rica e a noção de “grande cidade” na transição do Antigo Regime para a época contemporânea.** Locus: Revista de História, v. 20, n. 1, 2014.

FREITAS, A.; BORGES, L. M. **As pontes de Königsberg.** C.Q.D. - Revista Eletrônica Paulista de Matemática, Bauru, v5, p.44-48, dez. 2015

GASPAR, E. S. et al. **Os " bamburrados" dos Tapajós.** 1990.

GOLD RUSH. In: **COLLINS, Dicionário da língua inglesa**. Disponível em: <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/gold-rush> . Acesso em 18 fev. 2023.

GOLD RUSH. In: **MERRIAM-WEBSTER, Dicionário da língua inglesa**. Disponível em: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/gold%20rush#:~:text=1,a%20new%20or%20lucrative%20field> . Acesso em 18 fev. 2023.

GRANDJEAN, M. Introduction to Social Network Analysis: Basics and Historical Specificities. HNR+ResHist Conference. 2021. Disponível em <https://zenodo.org/records/5083036>. Acesso em 14 jun 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativa de população**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

JOHNSON, B. **Do Criminal Laws Deter Crime? Deterrence Theory in Criminal Justice Policy: A Primer**. MN House Research, 2019.

JUNQUEIRA, J. S. S.; SILVA, P. P.; GUERRA, W. **Ouro**. Química Nova na Escola, Brasil, v. 34, p. 45-46, 2012.

KOTSCHO, R. **Serra Pelada: uma ferida aberta na selva**. Brasiliense, 1984.

MACHADO, A. M.; JABRA, D.; SENRA, E.; GONGORA, M. **Bolsonaro, a pandemia e a nova corrida pelo ouro na Terra Indígena Yanomami**. Diplomatieque. 2021. Disponível em: <https://diplomatieque.org.br/bolsonaro-pandemia-nova-corrida-pelo-ouro-terra-indigena-yanomami/>. Acesso em 16 fev. 2023.

MAGALHÃES, M. G. S. D. et al. **Amazônia Brasileira: processo histórico do extrativismo vegetal na mesorregião sul de Roraima**. 2006.

MANZOLLI, B. A. **DIAGNÓSTICO DA EXPLORAÇÃO DE OURO NO BRASIL**. [s.d.]

MAP-BIOMAS, **A expansão da mineração e do garimpo no brasil nos últimos 36 anos**. Coleção Destaques do Mapeamento Anual de Mineração e Garimpo no Brasil entre 1985 e 2020. 2021

MAPBIOMAS – **Mapeamento da superfície de mineração industrial e garimpo no Brasil** - Coleção 7. 2022. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomias_Minera%C3%A7%C3%A3o_2022_30_09.pdf acessado em 16/03/2023.

MARGARIT, E. **O processo de ocupação do espaço ao longo da BR-163: uma leitura a partir do planejamento regional estratégico da Amazônia durante o governo militar**. Geografia em questão, v. 6, n. 1, 2013.

MARQUES, R. L. S.; POZZETTI, V. C.; LOPES, M. T. G.; SEIXAS, C. Chagas. **Uso de mercúrio na Amazônia brasileira: contaminação, problemas e legislação vigente.** Revista Catalana de Dret Ambiental, v. 13, n. 2, 2022.

MARTA, José Manoel Carvalho; LINHARES, Joiada Moreira da Silva; RODRIGUES, Wanderley Bastos. **Exploração aurífera artesanal e a migração de garimpeiros para o território rondoniense.** Fronteiras, [S. l.], v. 19, n. 33, p. 43–69, 2017. DOI: 10.30612/frh.v19i33.6764. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/FRONTEIRAS/article/view/6764>. Acesso em: 5 set. 2024.

RODRIGUES, W. B. **Exploração aurífera artesanal e a migração de garimpeiros para o território rondoniense.** Fronteiras: Revista de História, v. 19, n. 33, p. 43-69, 2017.

MARTINS, M. L. **A arte de fabricar motins: os marcos regulatórios da mineração diamantífera em perspectiva histórica.** Geonomos, 2008.

MARTINS-FILHO, P. R. et al. **The devastating impact of illegal mining on indigenous health: a focus on malaria in the Brazilian Amazon.** EXCLI journal, v. 22, p. 400, 2023.

MATCHADO, M. S. et al. **Network analysis methods for studying microbial communities: A mini review.** Computational and structural biotechnology journal, v. 19, p. 2687-2698, 2021.

MATHIS, A. **Garimpos de ouro na Amazônia: atores sociais, relações de trabalho e condições de vida** (Paper 037). Papers do NAEA, v. 4, n. 1, 1995.

MCILLWAIN, J. S. **Organized crime: A social network approach.** Crime, law and social change, v. 32, p. 301-323, 1999.

MERRIAM-WEBSTER.COM **Dictionary**, Merriam-Webster, disponível em: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/gold%20rush>. Acesso em: 18 fev. 2023

MONTEIRO, M. A. **Meio século de mineração industrial na Amazônia e suas implicações para o desenvolvimento regional.** Estudos avançados, v. 19, p. 187-207, 2005.

MORAES, A. C. R. **O governo Bolsonaro e a agenda de garimpeiros e mineradores (2019-2022).** Marx e o Marxismo-Revista do NIEP-Marx, v. 10, n. 19, 2022.

MOREIRA, E. C. M. et al. **Impactos diretos e indiretos na neurocognição humana, decorrentes da intoxicação por metilmercúrio e seus agravos para a saúde coletiva.** Research, Society and Development 9.12 (2020)

OKAMOTO, K.; CHEN, W.; LI, X. Y. **Ranking of closeness centrality for large-scale social networks.** In: International workshop on frontiers in algorithmics. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 186-195.

OLIVEIRA, A. U. **Amazonia: monopólio expropriação e conflitos**. Campinas: Papirus, 1989

PACHECO NETO, M. **A escravização indígena e o bandeirante no Brasil colonial: conflitos, apresamentos e mitos**. Universidade Federal da Grande Dourados, 2015.

PONTES, E. A. S. **Uma proposta metodológica no processo ensino e aprendizagem de matemática na educação básica: Uma contribuição de leonard euler na solução do problema das sete pontes de königsberg**. Ensino em Foco, v. 2, n. 5, p. 21-32, 2019.

RODRIGUES, E. S.; VIEIRA, J. G. **Tepequém, do garimpo ao turismo, Tepoking (Rei Dos Tepuis)**. Textos E Debates, N. 16, 2009.

RODRIGUES, A. **Operação conjunta apura suposto esquema bilionário de venda de ouro**. Agência Brasil. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/justica/noticia/2023-02/operacao-conjunta-apura-suposto-esquema-bilionario-de-venda-de-ouro>. Acesso em 19 fev. 2023

RORAIMA, Governo do estado. **Diagnóstico de áreas institucionais de Roraima**. Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento. 2016

SANTOS, B. A. **Recursos minerais da Amazônia**. Estudos avançados, v. 16, p. 123-152, 2002.

SANTOS, R. P.; NAVA, D. B.; FERREIRA, A. L. **Recursos minerais em terras indígenas do estado do Amazonas: gargalos, potencialidades e perspectivas**. 2009.

SANTOS, E. R.; MATTIONI, J. V. D.; FALCÃO, M. T. **Extração Mineral e Conflitos: Ensaio Geo-Histórico do Garimpo Ilegal nas Terras Indígenas no Extremo Norte Brasileiro**. Geographia Opportuno Tempore, v. 7, n. 1, p. 104-119, 2021.

SASAKI, L. F. H. **A Prevenção à Lavagem de Dinheiro no setor de Seguros: lições da experiência internacional**. Rio de Janeiro: ESG, 2018.

SCARLAT, V. **Risk of Money Laundering Within the Insurance Sector**. Ecological University of Bucharest, Romania, 2013.

SEBRAE. **Data MPE Brasil – Jutai**. 2023. Disponível em: <https://datampe.sebrae.com.br/profile/geo/jutai>. Acessado em 18 fev. 2023.

SERAPIÃO, F. ROCHA, M. **PF mira compra de ouro de terras indígenas por grupo que movimentou R\$ 16 bi**. Folha de São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2022/07/pf-mira-compra-de-ouro-de-terras-indigenas-por-grupo-que-movimentou-r-16-bi.shtml>. 2022. Acesso em: 19 fev. 2023.

SILVA-JUNIOR, C. H. L et al. **Brazilian Amazon indigenous territories under deforestation pressure**. Scientific Reports, v. 13, n. 1, p. 5851, 2023.

SIQUEIRA-GAY, J.; SANCHES, L. E. **The outbreak of illegal gold mining in the Brazilian Amazon boosts deforestation**. Springer, [S.l.], 2021, Regional Environmental

Change. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10113-021-01761-7.pdf>, acessado em 10 out. 2022.

SPORNS, O. **Graph theory methods: applications in brain networks**. Dialogues in clinical neuroscience, v. 20, n. 2, p. 111-121, 2018.

TOLEDO, A. S. O et al. **Multiplex key roles to disrupt criminal networks**. Social Network Analysis and Mining, v. 13, n. 1, p. 98, 2023.

TUROLLO JUNIOR, R.; CAMPOS, J P S.A. **O polêmico prefeito da cidade de onde sai 81% do ouro ilegal do Brasil**. Veja, 2022. Disponível em: veja.abril.com.br/brasil/o-polemico-prefeito-da-cidade-de-onde-sai-81-do-ouro-ilegal-do-brasil. Acessado em 16 fev. 2023

VAN UHM, D. P.; NIJMAN, R. C. C. **The convergence of environmental crime with other serious crimes: Subtypes within the environmental crime continuum**. European Journal of Criminology, v. 19, n. 4, p. 542-561, 2022.

VEIGA, M. M.; SILVA, A. R. B.; HINTON, J. J. **O garimpo de ouro na Amazônia: aspectos tecnológicos, ambientais e sociais**. 2002. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1233/1/extracao-ouro%20cap.11.pdf>. Acesso: em 19 fev. 23.

WANG, J. et al. **MAGUS: machine learning and graph theory assisted universal structure searcher**. National Science Review, v. 10, n. 7, p. nwad128, 2023.

WYATT, T.; VAN UHM, D.; NURSE, A. **Differentiating criminal networks in the illegal wildlife trade: organized, corporate and disorganized crime**. Trends in Organized Crime, v. 23, p. 350-366, 2020.

YAMAMOTO, B. **O Perigo de Emprestar sua Conta Bancária: Quando Cidadãos se Tornam Cúmplices do Crime como "Laranjas"**. Portal Jusbrasil. 2024. Disponível em <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/o-perigo-de-emprestar-sua-conta-bancaria-quando-cidadaos-se-tornam-cumplices-do-crime-como-laranjas/2482851822>. Acesso em 15 jun 2024.