

OBSERVABILIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DO OURO: COMBATENDO À LAVAGEM DE DINHEIRO ASSOCIADA AO CRIME AMBIENTAL

Jackson Barreto Costa Júnior²⁰

Rodrigo Fernandes da Costa²¹

INTRODUÇÃO

O desmatamento da floresta amazônica, o comércio de ouro no mundo, e a tecnologia de *blockchain* na cadeia de suprimentos, são três dimensões de um mesmo universo que escondem a oportunidade de que profissionais de tecnologia possam não apenas implementar uma tecnologia disruptiva, mas, também, ser parte de uma transformação positiva de nossa sociedade.

Em um lado se tem o tráfico de drogas e armas, juntamente com o terrorismo. Do outro lado estão os crimes ambientais, mais especificamente com os desmatamentos. E a lavagem de dinheiro é a ponte que

20 Graduando em Engenharia Informática pelo Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC) de Portugal, graduado em Direito pela Universidade Cândido Mendes (UCAM) do Brasil.

21 Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Universidade Estácio de Sá, graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal Fluminense.

interliga os dois lados de uma mesma história. Quando conectados, os efeitos nocivos individuais, que já eram extremamente graves, tornam-se ainda mais evidentes e perigosos. Estes fenômenos afrontam os direitos fundamentais à segurança, da ordem social e ao trabalho.

Neste artigo se objetiva propor a observabilidade da cadeia de suprimentos da mineração de ouro, através das tecnologias de *blockchain* e inteligência artificial, como um método eficaz e eficiente de combate à lavagem de dinheiro operada por meio dos crimes ambientais.

Com fim a cumprir este objetivo, o primeiro tópico inicia-se com uma contextualização sobre os crimes ambientais de desmatamento e extração de minérios e o seu impacto ambiental; segue-se com uma exposição sobre a cadeia de suprimentos e da relevância de seu monitoramento; e conclui-se o tópico com a descrição da lavagem de dinheiro e como ela se relaciona com os dois extremos – os crimes ambientais e o crime organizado.

Já no segundo tópico se conjectura sobre as implementações da metodologia de rastreio da cadeia de suprimentos por meio de *blockchain*; segue-se com a exposição do cenário atual; e conclui-se o tópico com a especulação das oportunidades de mercado e dos impactos da efetivação destes métodos.

Por fim, no tópico das considerações finais se apresenta as limitações e possibilidades de desdobramentos deste artigo e a finalização com um convite a continuidade da produção científica nesta temática, balizada na multidisciplinaridade.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO: CONHECENDO O INIMIGO

1.1. DESMATAMENTO E EXTRAÇÃO ILEGAL DE MINÉRIO DE OURO: UM CÂNCER NO PULMÃO DO MUNDO

A floresta amazônica tem mais de 6 milhões de quilômetros quadrados (BUTLER, 2020), o que a classifica como maior floresta tropical do mundo e lhe imputa a responsabilidade de ser considerada o pulmão do mundo, por exercer um papel importante no equilíbrio ecológico do planeta. Sua vasta região figura como território do Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa.

O mecanismo hidrológico da floresta amazônica desempenha um papel primordial na manutenção do clima mundial, pois a água que as plantas liberam na atmosfera por meio da evapotranspiração e o desague dos

rios no oceano influenciam diretamente às correntes oceânicas e ao clima do planeta (TARTARI, 2017, p. 24).

A extração ilegal de minério de ouro é uma das principais atividades responsáveis pelo desmatamento da região amazônica. Nos últimos anos o Brasil, Bolívia e Peru estiveram entre os cinco países que mais perderam florestas primárias no mundo (COSTA, 2020).

No Brasil, cerca de 10 mil hectares de floresta foram destruídos, entre os anos de 2017 e 2019, apenas nos territórios indígenas das tribos Mundurucu, Kayapó e Yanomami (PENA, 2021). Já no Peru, a extração ilegal foi responsável pelo desmatamento de mais de 160 mil hectares da floresta amazônica peruana (JACOBSON, 2020).

O desmatamento, que consiste na remoção da cobertura florestal, já apresenta os seus impactos no clima global, já se percebe uma mudança abrupta nas estatísticas de pluviosidade e na distribuição das chuvas (DUARTE, 2005, p. 40). O aquecimento atmosférico é outro dos efeitos derivados do desmatamento e que se faz presente no aumento das temperaturas médias registradas.

As previsões de longo prazo, considerando a manutenção do índice de desmatamento atual, é que as temperaturas sofram um incremento entre 2º C e 3º C; e que sejam acompanhadas de diminuição das chuvas e ampliação da seca (NOBRE, SAMPAIO, *et al.*, 2007, p. 23), com um contundente impacto na biodiversidade, na disponibilidade de água, na agricultura e na saúde humana.

Pesquisas demonstram que o aumento da temperatura na região amazônica poderia fazer com que de 30% a 60% da floresta amazônica se converta em um cerrado. Dada a sua capacidade de captura de carbono, cerca de 120 bilhões de toneladas, em um cenário de perda de 60% do bioma, 50 bilhões de toneladas de carbono a mais seriam jogados na atmosfera (MÜZELL, 2018).

Além do desmatamento, o garimpo ilegal de ouro é responsável pela contaminação por mercúrio de pessoas e animais. Segundo estudos, cerca de 80% da população que vivem em áreas próximas as zonas de extração ilegal estão contaminadas (PENA, 2021).

O trabalho infantil é outra habitualidade quando se discute a extração ilegal de ouro. Crianças de apenas oito anos de idade são expostas ao risco das condições de trabalho de uma mina (BOSSE JØNSSON, CHARLES, *et al.*, 2013).

Dentro da conjuntura do atual cenário de fiscalização e regulação da indústria de mineração de ouro, é muito difícil associar uma amostra de ouro qualquer com uma determinada mina de extração de ouro irregular. Toda essa dificuldade se dá por conta da falta de informação sobre o ouro em sua cadeia de valor, e para compreender melhor este cenário o próximo tópico irá discorrer sobre a relevância da cadeia de suprimentos e como ela pode dar uma visão global sobre todo o processo produtivo.

1.2. CADEIA DE SUPRIMENTOS: O DESPERTAR DA ONISCIÊNCIA

Garantir alta rentabilidade, manter-se competitiva e obter altos índices de satisfação de seus clientes é o objetivo de todas as empresas. Um dos caminhos que conduzem ao modelo ideal de organização empresarial é a gestão da cadeia de suprimentos.

A gestão da cadeia de suprimentos consiste em um sistema de organizações, pessoas, atividades, informações e recursos envolvidos na atividade de transportar produtos dos fornecedores aos clientes (SILVA, 2021, p. 21).

Uma boa gestão da cadeia de suprimentos permite uma visão holística de todo o fluxo, o que fornece ao gestor informações estratégicas para tomadas de decisões mais fundamentadas.

Uma administração eficiente da cadeia de suprimentos opera em duas dimensões: planejamento e controle (SILVA, 2021, p. 22).

Planejar e controlar todo o itinerário dos recursos se faz necessário para negociar com fornecedores, prover transporte, assegurar controle de qualidade, orquestrar o armazenamento e sincronizar a distribuição.

A cadeia de suprimentos difere da logística, uma vez que a logística se limita à movimentação física dos produtos. Já a cadeia de suprimentos é responsável por questões operacionais, tendo por objetivo o incentivo à inovação e a redução de custos em diferentes etapas da produção, por meio de uma visão de 360º do processo.

1.3. LAVAGEM DE DINHEIRO: A PONTE ENTRE O CRIME ORGANIZADO E O CRIME AMBIENTAL

São vastas as definições que buscam caracterizar a lavagem de dinheiro. A interpretação que será utilizada neste artigo é a que descreve a lava-

gem de dinheiro como “o processo pelo qual o dinheiro proveniente de fontes ilícitas é introduzido na economia e utilizado como se fosse legítimo” (WALKER, 1995, p. 11).

Uma das principais motivações por detrás da lavagem de dinheiro é a possibilidade de desfrutar, na sociedade civil, dos recursos financeiros, obtidos ilegalmente, como se legais fossem. Esta motivação toma como preocupação fundamental a ocultação da fonte dos recursos ilícitos.

O processo de lavagem de dinheiro habitualmente se divide em três etapas: colocação, ocultação e integração.

Colocação: A etapa de colocação consiste na colocação dos recursos ilícitos no sistema financeiro, de modo a não despertar a atenção dos protocolos de prevenção a lavagem de dinheiro (SALVO, 2011, p. 4).

Ocultação: Nesta etapa o objetivo é apagar o rastro da origem do dinheiro, para isto se realiza uma pluralidade de operações financeiras, como compras e vendas fictícias (BORLINI, 2013, p. 13).

Integração: Esta é a etapa em que o dinheiro, agora revestido de caráter lícito, é integralizado no patrimônio do agente que deu causa a lavagem de dinheiro.

As organizações criminosas que operam com o tráfico de drogas e de armas são uma das principais utilizadoras do processo de lavagem de dinheiro. Estas organizações estão sempre em busca de uma nova técnica ou canal onde possam realizar a lavagem de grandes volumes de dinheiro no menor tempo e com o menor risco.

O aumento da fiscalização em determinados setores ocasiona a migração da atividade de lavagem de dinheiro para segmentos menos fiscalizados. As contínuas respostas das autoridades, em forma de alterações do marco legal, promovem, ao logo do tempo, ondas de migração do fenômeno da lavagem de dinheiro por diversas modalidades de operações financeiras e comerciais (BADARÓ, BOTTINI, 2019, p. 39).

Em uma destas ondas migratórias, o narcotráfico encontrou a extração de minério de ouro na região amazônica.

O Grupo de Ação Financeira Internacional (GAFI; em inglês, Financial Action Task Force, ou FATF) é uma organização intergovernamental, fundada em 1989 pelo grupo das sete economias mais desenvolvidas do mundo, o G7, que tem como propósito desenvolver e promover padrões internacionais de combate à lavagem de dinheiro.

A atividade do GAFI é fundamental, uma vez que os países têm estruturas jurídicas, administrativas e operacionais diversas e sistemas financeiros diferentes e, portanto, não podem tomar medidas idênticas para combater a estas ameaças. Desta forma as Recomendações do GAFI estabelecem um padrão internacional que os países devem implementar por meio de medidas adaptadas às suas circunstâncias particulares (FATF, 2012).

O GAFI, em seu último relatório, identificou o crime ambiental como um novo canal pelo qual o crime organizado pode realizar o processo de lavagem de dinheiro, sendo fomentado não apenas pela grande diversidade de atividades no setor, mas, sobretudo, pela falta de regulamentação eficaz, que conecte os crimes ambientais com a lavagem de dinheiro. O relatório classifica, ainda, o campo dos crimes ambientais como o mais exposto e mais carenciado de medidas regulatórias concretas (FATF, 2021).

Desde a década de 1970, a região amazônica vem despertando o interesse de mineradores (DUARTE, 2005, p. 40), seguindo uma oscilação modal conforme eventos econômicos significativos. Entretanto na última década o efeito devastador da extração ilegal de minério de ouro tem crescido exponencialmente (FILHO, 2018, p. 20).

Este crescimento é justificado pelo relatório do GAFI, que permite inferir a conexão entre a lavagem de dinheiro do crime organizado e a extração ilegal de minério de ouro na região amazônica.

A lavagem de dinheiro é considerada uma ameaça direta à estabilidade da economia global (IMF POLICY PAPER, 2019, p. 15), e agora está associada a outro fenômeno que possui um impacto mundial catastrófico: o crime ambiental.

A união destas duas vertentes criminosas catalisa o resultado nefasto, através de uma recursividade exponencial, uma vez que o dinheiro limpo que a lavagem de dinheiro proporciona as organizações criminosas permite que estas subsidiem, diversifiquem e expandam as suas atividades, que incluem, inclusive, a própria extração ilegal de minério de ouro.

Uma forma de se combater de forma ativa a este risco iminente seria com a implementação de um sistema de identificação e rastreabilidade na cadeia de suprimentos da indústria de mineração de ouro.

Contudo, para que um sistema assim fosse resiliente ao poder financeiro do crime organizado seria necessária uma tecnologia que provesse

segurança, autenticidade e partilha de informações, e é justamente isto que começa a ser abordado a partir do próximo tópico.

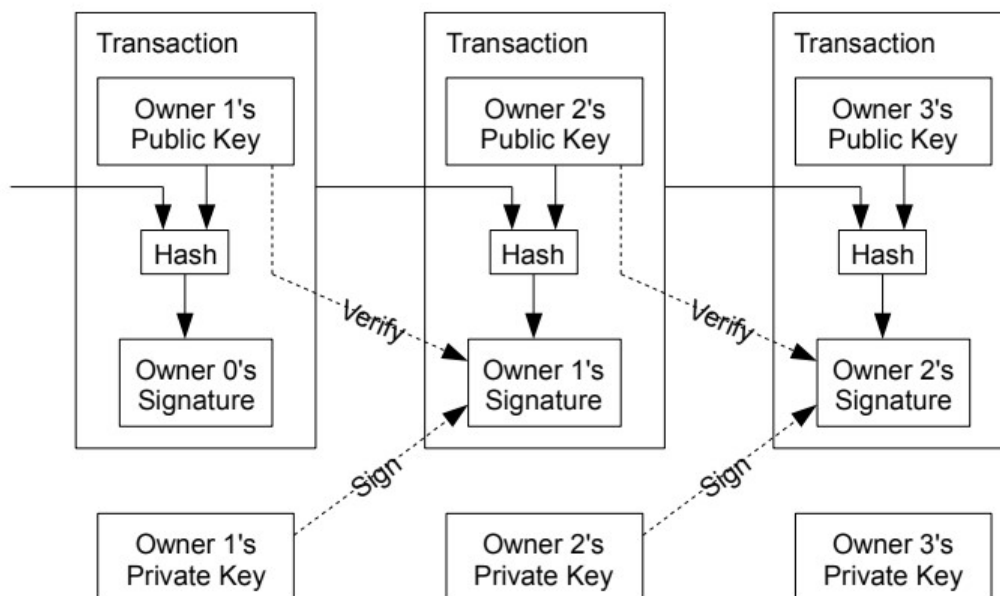
2. OBSERVABILIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DO OURO: O FUTURO DO COMBATE À LAVAGEM DE DINHEIRO

2.1. BLOCKCHAIN NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: A VISÃO DO ONTEM, DO HOJE E DO AMANHÃ

Ainda que, o termo *blockchain* esteja muito associado com a bitcoin, o blockchain está para além das criptomoedas. O conceito do *blockchain* veio a público no ano de 2008, através de um artigo científico de autoria de Satoshi Nakamoto (NAKAMOTO, 2008).

De maneira sucinta a tecnologia de *blockchain* pode ser resumida como uma cadeia de elos — como uma corrente — onde cada um destes elos contém uma impressão digital e um conteúdo qualquer acrescido da impressão digital do elo anterior. É justamente o fato de olhar para o antecessor que faz com que a rede seja tão confiável, pois garante a autenticidade e imutabilidade da informação persistida.

Figura 1 - Funcionamento do blockchain



Fonte: Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System - Satoshi Nakamoto

O impacto da tecnologia de *blockchain* na cadeia de suprimentos pressagiam uma revolução. O *blockchain* pode aumentar a lisura da cadeia de suprimentos, reduzir os custos e, principalmente, a burocracia.

Quando a gestão da cadeia de suprimentos for associada com a inteligência artificial, as possibilidades ampliam-se. Esta fusão pode proporcionar o entendimento do fluxo do comércio, a rastreabilidade ao menor nível e em qualquer momento da linha temporal, o redirecionamento de rotas logísticas, o remanejamento de mercadorias dentro dos armazéns e a redução de erros humanos. Tudo isso em tempo real.

Com esta tecnologia – por exemplo, em uma empresa de pescados – seria possível, a qualquer parte interessada, saber quando que um file de peixe congelado na prateleira do supermercado foi pescado e em que região essa pesca ocorreu. Em caso de posteriormente for descoberto um incidente ambiental de vazamento de substâncias tóxicas naquela área de pesca, seria possível identificar exatamente quais as embalagens que contém peixes contaminados.

Entretanto, o uso de *blockchain* na cadeia de suprimentos ainda está em suas fases iniciais, apesar do seu vasto potencial de uso. O próximo tópico permite compreender como está a correspondência entre todo o potencial que esta tecnologia possui e as implementações atuais.

2.2. GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: A CONJUNTURA ATUAL

Embora a tecnologia de *blockchain* aplicada na cadeia de suprimentos ofereça um enorme potencial, a implementação ainda não atingiu a maturidade esperada pelas empresas. Segundo pesquisas, até 2032, cerca de 90% das implementações de cadeia de suprimentos baseadas em *blockchain* vão sofrer de perda de interesse, dada à falta de estudos de caso de relevância (OMALE, 2019).

Embora estas implementações proporcionem a verificação de autenticidade, melhorem a rastreabilidade e a visibilidade, e melhorem a confiança transnacional; a grande maioria delas não avançaram da fase de projeto-piloto (OMALE, 2019).

Muito desta estagnação se deu pelo fato da falta de maturidade tecnológica, falta de padronização e, sobretudo, um excesso de expectativas por parte das empresas sobre como, de fato, a blockchain poderia agregar valor na cadeia de suprimentos (HOUGH, SPENKELINK, 2016).

A falta de padronização faz com que os fornecedores não estejam preparados para atender aos parceiros que utilizam a tecnologia de blockchain em sua gestão da cadeia de suprimentos.

Atualmente não existem soluções para gestão da cadeia de suprimentos, baseadas em blockchain, prontas para utilização, elas precisam ser desenvolvidas a medida, entretanto se baseiam em tecnologias convencionais de blockchain e as adaptações possuem alta entropia (OMALE, 2019).

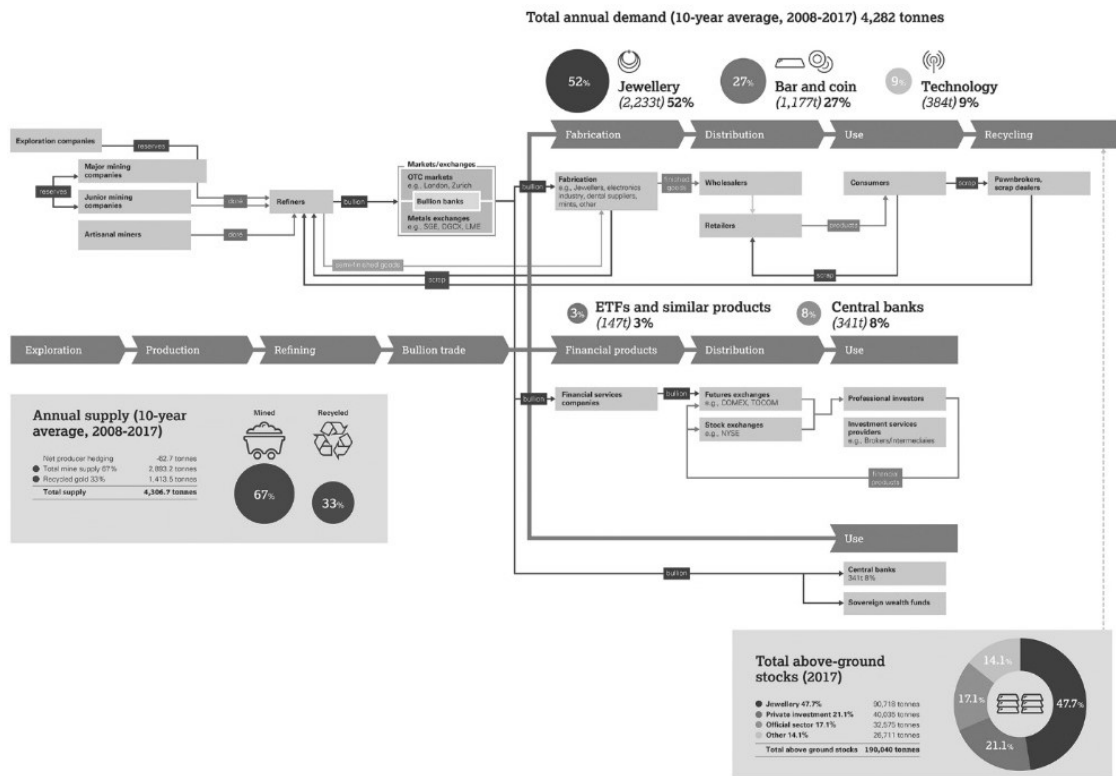
A atual conjuntura faz com que as organizações que aspirem implementar a tecnologia de blockchain na gestão de sua cadeia de suprimentos tenha que se aventurar em tentativas e erros, por vários projetos-pilotos.

Entretanto apesar das adversidades enfrentadas pela expoente tecnologia, o seguimento da extração de minério de ouro apresenta-se como uma oportunidade para a implementação de uma gestão da cadeia de suprimentos baseada em blockchain, bem como para combater de forma eficiente à lavagem de dinheiro, como se pode constatar na proposta apresentada no próximo tópico.

2.3. *BLOCKCHAIN* E IA: O FUTURO DO COMBATE À LAVAGEM DE DINHEIRO NA MINERAÇÃO DE OURO

A cadeia de suprimentos de uma empresa que atua na extração de minério de ouro pode ser dividida em três fases, nomeadamente: a fase de extração, a fase de produção e a fase de comercialização (WORLD GOLD COUNCIL COMEX, 2017), a Figura 2 proporciona uma visão mais holística de toda a estrutura do comércio de ouro.

Figura 2 - Estrutura e fluxos do mercado global de ouro



Fonte: World Gold Council.

A Figura 2 permite ainda alcançar a compreensão da estrutura e os fluxos do mercado global de ouro, bem como a magnitude deste mercado através dos indicadores da oferta e demanda de ouro e dos volumes negociados.

A fase de extração é o segmento da cadeia de suprimentos onde ocorre a extração do minério de ouro. Já a fase de produção é o momento que envolve a transformação do minério de ouro em lingotes. Por fim, a fase de comercialização é o período que envolve a venda dos lingotes de ouro.

A fase mais sensível é a de extração, pois é nesta fase que ocorre a obtenção ilegal de minério de ouro e, conseqüentemente, é o momento de maior impacto socioambiental, com a contaminação de pessoas e animais por mercúrio e a exploração do trabalho infantil.

A solução proposta para combater à lavagem de dinheiro realizada através da extração ilegal de minério de ouro passa pela criação de um sistema de observabilidade da atividade de extração de minério de ouro, através de um visualizador das informações de métricas, dos eventos e do rastreamento dos dados.

O sistema teria como um de seus objetivos, servir a observação e monitoramento do comércio de ouro internacional, sendo, portanto, todas as operações comerciais que envolvam a negociação de ouro sujeitas a registro neste sistema.

A identificação do ouro, para futura rastreabilidade, pode ser alcançada por meio da técnica LIBS (do inglês, *laser induced-breakdown spectroscopy*), que consiste em uma análise por espectroscopia de emissão atômica, onde por meio da emissão de um pulso de laser intenso vaporiza-se uma diminuta área da amostra de ouro (CARDOSO, 2020, p. 6).

Os átomos e íons produzem um espectro passível de análise, permitindo, desta forma, não apenas a identificação de forma única do ouro analisado, mas também, da região de onde foi extraído, pois à medida que os minerais se formam, eles absorvem trações de elementos do ambiente envolvente (LIU, BEAUDOIN, *et al.*, 2021).

A técnica de espectroscopia permite gerar uma assinatura química do ouro, que associada ao uso da *blockchain* para o registro destas informações, diretamente nas minas, permitiria a rastreabilidade, identificação e autenticidade das informações.

Tornar-se-ia possível registrar, em tempo real, a recolha de uma pequena pepita de ouro por um minerador. Sendo, portanto, possível identificar quanto de ouro um determinado minerador recolheu e onde o ouro coletado por ele está sendo usado, o que permitiria a um comprador perceber qual a percentagem de ouro em seu produto que vem de cada mina específica (RSC GLOBAL, 2017, p. 11).

Toda essa informação associada com a Inteligência Artificial, iriam prevenir infrações e discrepâncias comuns atualmente, como:

- a) Um volume de ouro extraído maior do que a capacidade de produção de uma mina.
- b) Trabalhadores associados a múltiplas minas.
- c) Trabalho infantil.
- d) Quantidade de ouro comprado de um país produtor ser maior do que a produzida oficialmente.
- e) Constituição e encerramento de empresas mineradoras em curtíssimo intervalo temporal.

De forma a se combater a falta de normalização e a promoção de uma padronização dos protocolos, considera-se que este sistema seja implementado por órgãos reguladores, com auxílio de um consórcio internacional, fomentado por organismos supranacionais, formado por centros de pesquisas e desenvolvimentos da academia e da indústria.

Um grande diferencial deste sistema, em relação ao modelo atual, reside no fato das informações estarem acessíveis em tempo real, a todos os envolvidos na cadeia de suprimentos, sobretudo aos órgãos fiscalizadores dos diversos países envolvidos na transação.

A informação em tempo real e o acesso direto aos órgãos de fiscalização evita os gargalos temporais e burocráticos que possibilitam ao crime organizado abrir e fechar empresas, de meses em meses, para continuar operar ilegalmente na mineração de ouro (CÁRDENAS, 2020).

Propõem-se, ainda, que a operação deste sistema esteja atrelada com a criação de um fundo de compensação, cuja finalidade seria compensar e reparar os danos socioambientais causados pela extração ilegal de minério de ouro. Os recursos para manutenção deste fundo seriam provenientes, em parte, das multas, apreensões e bloqueio de capitais que o sistema proporcionaria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo trazer ao debate uma metodologia de combate ao crime de lavagem de dinheiro realizado por meio da extração ilegal de minério de ouro. Metodologia esta, que se apoia na técnica de observabilidade sustentada pelas tecnologias de *blockchain* e Inteligência Artificial.

De modo a se lograr êxito nesta jornada, primeiramente se evidenciou o relacionamento intrínseco entre a devastação ambiental causada na região amazônica, pela prática da extração ilegal de minério de ouro, e o crime de lavagem de dinheiro cometido pelo crime organizado. Em seguida, ampliou-se a percepção acerca dos impactos sociais positivos que a adoção de uma metodologia como a proposta traria para a sociedade. Considerou-se, ainda, a oportunidade de mercado para os desenvolvedores de tecnologia.

O presente artigo limitou-se a associação entre o crime de lavagem de dinheiro e a extração ilegal de minério de ouro dentro da região amazônica, contando com o intervalo entre os anos de 2010 e 2021 como recorte temporal para o panorama considerado.

O tópico abordado neste trabalho oferece oportunidade de desdobramentos futuros, ampliando-se o espectro dos crimes ambientais, a destacar: a extração ilegal de madeira na região amazônica e a mineração de diamantes no continente africano. Dentro do escopo tecnológico existe espaço para pesquisa que busquem a redução e custos e flexibilidade de uso no procedimento de obtenção de uma impressão digital do ouro.

Para implementação da metodologia proposta para o combate à lavagem de dinheiro realizada através da extração ilegal de minério de ouro, se faz necessária uma maior mobilização dos agentes públicos e dos centros de pesquisa e desenvolvimento, no intuito de definir as diretrizes de utilização a nível internacional e definir a profundidade, abrangência e precisão da rastreabilidade.

Outras commodities relevantes, como a madeira e a soja, já contam com uma cadeia de suprimentos rastreável. Ainda que estas cadeias precisem de melhorias no que tange a observabilidade, permanecem extremamente a frente do que se presencia na cadeia do ouro, o que denota a falta de interesse político de implementar medidas mais eficazes de controle.

Espera-se que este artigo possa fomentar a pesquisa e desenvolvimento no tópico de observabilidade da cadeia de suprimentos da indústria mineradora de ouro.

E que para além do conteúdo tecnológico, faz-se presente a multidisciplinaridade, sobretudo das ciências sociais, para que juntas possam expressar o impacto social positivo que seria alcançado com a mudança de paradigma proposta na forma como se enfrenta a prática da lavagem de dinheiro através do crime ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BADARÓ, G. H., BOTTINI, P. C. **Lavagem de dinheiro: aspectos penais e processuais penais: comentários à Lei 9.613/1998, com as alterações da Lei 12.683/2012**. 4. ed. São Paulo, Revista dos Tribunais, 2019.

- BORLINI, L., “The Economics of Money Laundering”. **Handbook of Transnational Crime and Justice**, 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States, SAGE Publications, Inc., 2013.
- BOSSE JØNSSON, J., CHARLES, E., KALVIG, P. “Toxic mercury versus appropriate technology: Artisanal gold miners’ retort aversion”, **Resources Policy**, v. 38, n. 1, p. 60–67, mar. 2013.
- BUTLER, R. A. **The Amazon Rainforest**. 4 jun. 2020. mongabay. Disponível em: <https://rainforests.mongabay.com/amazon/>. Acesso em: 19 fev. 2022.
- CÁRDENAS, H. M. **Oro en Colombia: El realismo mágico del oro Colombiano**. El País, 2020. Disponível em: <https://www.elpais.com.co/especiales/oro-en-colombia/>. Acesso em: 13 nov. 2021.
- CARDOSO, F. J. M. C. de S. **Proposta de calibração da técnica LIBS para minérios de sulfuretos metálicos: um exemplo para a Mina de Aljustrel**. . Lisboa, [s.n.], 2020.
- COSTA, C. “A grande mentira verde”: como a destruição da Amazônia vai além do desmatamento. 13 fev. 2020. BBC News Brasil. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-51317040>. Acesso em: 14 nov. 2021.
- DUARTE, A. F. “VARIABILIDADE E TENDÊNCIA DAS CHUVAS EM RIO BRANCO, ACRE, BRASIL”, **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 1, p. 37–42, 2005.
- FATF. **Money Laundering from Environmental Crime**. . Paris, [s.n.], jun. 2021. Disponível em: www.fatf-gafi.org. Acesso em: 14 nov. 2021.
- FATF, F. A. T. F. **Documents - Financial Action Task Force (FATF)**. 2012. Disponível em: <https://www.fatf-gafi.org/publications/fatfrecommendations/documents/fatf-recommendations.html>. Acesso em: 13 nov. 2021.
- FILHO, C. R. S. P. **Do isolamento à integração desgovernada da Amazônia: a “febre do ouro” e o “outro estado dentro do Estado” no caminho da rodovia Interoceânica por Madre de Deus: Um estudo dos primeiros anos de impacto socioam-**

- biental da rodovia Interoceânica na Amazônia d.** 2018. 203 f. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/152902/prado-filho_crs_dr_mar.pdf.
- HOUGH, G., SPENKELINK, I. H. “Blockchain: From hype to realistic expectations”, **Compac**, v. 4, p. 5, 2016.
- IMF POLICY PAPER. **Review of the Fund’s Strategy on Anti-Money Laundering and Combating the Financing of Terrorism**. . Washington, D.C., [s.n.], 2019.
- JACOBSON, K. **Dinheiro Sujo: Ouro Sujo**. . United States os America, Netflix. Disponível em: <https://www.netflix.com/watch/81005047?trackId=14277283>. , 2020.
- LIU, H., BEAUDOIN, G., MAKVANDI, S., *et al.* “Multivariate statistical analysis of trace element compositions of native gold from orogenic gold deposits: Implication for mineral exploration”, **Ore Geology Reviews**, v. 131, p. 104061, 1 abr. 2021.
- MÜZELL, L. **Floresta amazônica pode virar savana antes do que se pensava - Planeta Verde**. 5 abr. 2018. RFI. Disponível em: <https://www.rfi.fr/br/brasil/20180405-floresta-amazonica-pode-virar-savana-antes-do-que-se-pensava>. Acesso em: 14 nov. 2021.
- NAKAMOTO, S. “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, 2008. Disponível em: www.bitcoin.org. Acesso em: 14 nov. 2021.
- NOBRE, C. A., SAMPAIO, G., SALAZAR, L. “MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AMAZÔNIA”, **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, p. 22–27, 2007.
- OMALE, G. **Gartner Predicts 90% of Blockchain-Based Supply Chain Initiatives Will Suffer ‘Blockchain Fatigue’ by 2023**. 7 maio 2019. Press Releases. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-05-07-gartner-predicts-90--of-blockchain-based-supply-chain>. Acesso em: 17 fev. 2022.
- PENA, R. **Garimpo ilegal na Amazônia: controle da comercialização e poder cidadão podem evitar uma catástrofe**. 30 abr.

2021. World Wide Fund For Nature - Brasil. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?78350/Garimpo-ilegal-na-Amazonia-controle-da-comercializacao-e-poder-cidadao-podem-evitar-uma-catastrofe>. Acesso em: 14 nov. 2021.

RSC GLOBAL. **BLOCKCHAIN FOR TRACEABILITY IN MINERALS AND METALS SUPPLY CHAINS: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES**. . [S.l: s.n.], 2017.

SALVO, M. “O Mercado Imobiliário de Porto Alegre e a Lavagem de Dinheiro: inconsistências microeconômicas”, **CONFERÊNCIA NACIONAL DE DIREITO E ECONOMIA ABDE**, p. 1–14, 2011.

SILVA, L. P. C. DA. **GESTÃO SUSTENTÁVEL EM LOGÍSTICA DE TRANSPORTES: ESTUDO DE CASO DE UMA CADEIA DE SUPRIMENTOS DO SETOR DE SAÚDE ANIMAL BRASILEIRO**. 2021. 148 f. FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS, 2021. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/30470/TA_Louis_REVISÃO5%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

TARTARI, R. **CARACTERIZAÇÃO MICROMETEOROLÓGICA E ESTIMATIVA DO BALANÇO HÍDRICO EM BACIAS COM FORMAÇÃO DE CAMPOS NATURAIS E FLORESTA NO INTERFLÚVIO ENTRE OS RIO PURUS E MADEIRA**. 2017. 149 f. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO, 2017. Disponível em: https://ri.ufmt.br/bitstream/1/2016/1/TESE_2017_Rodrigo_Tartari.pdf.

WALKER, J. **Estimates of the extent of money laundering in and through Australia**. [S.l: s.n.], 1995. Disponível em: https://ccv-secondant.nl/fileadmin/w/secondant_nl/platform/artikelen_2018/Austrac_1995_Estimates_report.pdf.

WORLD GOLD COUNCIL COMEX. **Gold market structure and flows**. 2017. Disponível em: <https://www.gold.org/about-gold/market-structure-and-flows>. Acesso em: 16 fev. 2022.