

Falsificações e fraudes geológicas na construção de uma ciência íntegra, e situações criminosas relacionadas

GEOLOGICAL FALSIFICATIONS AND FRAUDS IN THE CONSTRUCTION OF AN UPRIGHT SCIENCE, AND RELATED CRIMINAL SITUATIONS

ADRIANA FERNANDES MACHADO DE OLIVEIRA¹ 

1 - UNIVERSIDADE DO PORTO, DOUTORANDA EM ENSINO E DIVULGAÇÃO DAS CIÊNCIAS, PORTO, PORTUGAL. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO, JUNDIAÍ, SP, BRASIL.

E-MAIL: ADRIANAFMO@GMAIL.COM

Abstract: Introduction and Objective. This essay presents a review of the article *Geological fakes and frauds* by Ruffel, Majury & Brooks, published in *Earth-Science Reviews* in 2012 (doi: 10.1016/j.earscirev.2011.12.001). **Methodology.** The article addresses recurrent frauds and falsifications throughout the history of Geology, dividing them into three groups: (a) economic aspects, such as substitution and falsification of gems and precious stones, mining, and gas and oil extraction; (b) aesthetic and academic reasons, mainly in Paleontology; and (c) historical and archaeological events. The main motivations behind these practices are financial gain, aesthetic appeal, and academic development. **Results.** Such practices are not recent, and they bring important reflections on the role of Geology in revealing frauds. Both Popper's principle of falsifiability and the scientific method are essential in understanding how sciences deal with such situations. In particular, the geological studies used in detecting frauds confer even greater credibility to Geology as a scientific field. **Conclusion.** We hope to be possible to adopt a stance of 'healthy cynicism' regarding scientific reports, to better understand the establishment of Geology as a science, and to identify suspicious and criminal situations in the geological sciences.

Resumo: Introdução e Objetivo. Este ensaio apresenta um resumo do artigo *Geological fakes and frauds* por Ruffel, Majury & Brooks, publicado por *Earth-Science Reviews* em 2012 (doi: 10.1016/j.earscirev.2011.12.001). **Metodologia.** O artigo aborda fraudes e falsificações recorrentes na história da Geologia, dividindo as ocorrências em três grupos: (a) aspectos econômicos, como substituição e falsificação de gemas e pedras preciosas, mineração e extração de gás e petróleo; (b) razões estéticas e acadêmicas, principalmente na paleontologia; e (c) eventos históricos e arqueológicos. Dentre as principais motivações, estão: ganho financeiro, apelo estético e desenvolvimento acadêmico. **Resultados.** Tais práticas não são recentes, e trazem importantes reflexões sobre o papel da Geologia ao revelar as fraudes. O princípio da falseabilidade de Popper e o método científico são essenciais na compreensão de como as ciências lidam com tais situações. Em particular, os estudos geológicos utilizados na detecção das fraudes conferem maior credibilidade à Geologia como campo científico. **Conclusão.** Esperamos que seja possível adotar uma postura de 'cinismo saudável' com relação a relatos científicos, compreender melhor o processo de construção da Geologia como ciência e identificar situações suspeitas e criminosas nas ciências geológicas.

Citation/Citação: Oliveira, A. F. M. de (2023). Falsificações e fraudes geológicas na construção de uma ciência íntegra, e situações criminosas relacionadas. *Terræ Didática*, 19(Publ. Contínua), 1-8, e023014. doi: 10.20396/td.v19i00.8671902.

Resumo de: Ruffell, A., Majury, N., & Brooks, W. E. (2012). Geological fakes and frauds. *Earth-Science Reviews*, 111(1-2), 224-231. doi: 10.1016/j.earscirev.2011.12.001.



Artigo submetido ao sistema de similaridade

Keywords: Scientific frauds, Aesthetic and academic falsifications, Scientific method, Forensic geology, History of Geology.

Palavras-chave: Fraudes científicas, Falsificações estéticas e acadêmicas, Método científico, Geologia forense, História da Geologia.

Manuscript/Manuscrito:

Received/Recebido: 05/01/2023

Revised/Corrigido: 13/02/2023

Accepted/Aceito: 24/05/2023

Editor responsável: Celso Dal Ré Carneiro 

Revisão de idioma (Inglês): Hernani Aquini Fernandes Chaves 



Notas Introdutórias

O artigo *Geological fakes and frauds*, escrito por Ruffel, Majury & Brooks e publicado na revista *Earth-Science Reviews* em 2012, traz um compilado de fraudes e falsificações corriqueiras encontradas na história da Geologia. Ruffel et al. (2012) apresentam ocorrências: (a) relacionadas a aspectos econômicos, como substituição e falsificação de gemas e pedras preciosas e semipreciosas, mine-

ração, propriedades da água e extração de gás e petróleo; (b) relacionadas a razões estéticas e acadêmicas, principalmente na paleontologia; e (c) relacionadas a eventos históricos e arqueológicos. Os autores ressaltam que esse tipo de prática não é recente, e provavelmente já acontecia muito antes da invenção da escrita, devido a registros de rochas forjadas em 4.000 a.C., na região da antiga Mesopotâmia. Também há evi-

dências de falsificações recorrentes com o uso de materiais geológicos no antigo Egito, em torno de 300 a.C., e uma investigação sobre a constituição real dos blocos utilizados na construção das pirâmides (que poderiam não ser rochas naturais de fato). O próprio valor relativo ou financeiro de gemas, cristais e outras rochas já seria conhecido na Pré-História, com indícios de mineração e escambo de sílex, obsidiana e outras rochas silicáticas específicas.

Os autores apresentam como principais motivações para os engodos a perspectiva de ganho financeiro, de apelo estético ou desenvolvimento acadêmico (como fraudes em mineração, fósseis falsos ou dados inventados, por exemplo). Qualquer que seja o pretexto, tais situações podem prejudicar a reputação e a credibilidade da ciência (para não dizer dos crimes propriamente ditos). No entanto, percebemos que é justamente o método científico, aliado à rigorosa aplicação de princípios e técnicas geológicas, o responsável por desmascarar muitas destas fraudes e levar à correção dos erros. Trata-se de uma das características essenciais da própria ciência e do fazer científico, que nos remete ao princípio da falseabilidade proposto por Karl Popper (1959). Como ciência, a Geologia está sujeita a erros, que podem ser corrigidos pelo processo científico. Assim, hipóteses ganham robustez científica e progridem para teorias consolidadas após sobreviverem a diversas tentativas de refutação – porém permanecem falseáveis de acordo com o princípio de Popper (Veronesi, 2014).

Com isso em vista, a Geologia não perde seu prestígio como ciência com as fraudes, mas aumenta sua credibilidade com os métodos utilizados para detectar cada incidente. Por mais que os sistemas de autocrítica e correção nas ciências possam ser influenciados por tendências ou pressões políticas, ideológicas, econômicas e midiáticas (Marcos, 2018), os procedimentos científicos ainda são capazes de detectar falhas e incorreções em análises geológicas e reorientar o percurso investigativo. Acreditamos que a divulgação de alguns dos episódios possa ajudar a sociedade a adotar uma postura de “cinismo saudável” com relação a fatos geológicos que pareçam surpreendentes, a compreender melhor o processo de construção da Geologia como ciência (e respaldada pelo método científico), e, ainda, a identificar situações suspeitas e criminosas nas ciências geológicas, de forma a impedir ou denunciar esse tipo de ação.

Fraudes e falsificações econômicas

Uma das formas mais comuns e antigas de adulteração envolvendo materiais geológicos é a substituição de itens mais valiosos por elementos de baixo custo ou mesmo gratuitos, como terra, areia, pedras e tijolos – que, além de tudo, fazem volume e são adaptáveis em formato e peso. Em diversas ocasiões, os crimes cometidos puderam ser solucionados por meio da análise geológica dos materiais substituídos, área conhecida como Geologia Forense. Foi o caso de um barril que transportava moedas de prata pelas ferrovias da Prússia, e que chegou a seu destino carregando apenas areia (*Scientific American*, 1856). Uma vez que o comboio havia passado por diversas estações ferroviárias em seu percurso, coletaram-se amostras de areia de cada estação e as analisaram microscopicamente para ver qual seria equivalente à areia colocada no barril. Com isso, foi possível delimitar a estação em que o crime havia acontecido, e investigaram os funcionários que estavam trabalhando no período. A equipe era pequena, o que facilitou encontrar o culpado.

Em outro exemplo de Geologia Forense, diversas caixas contendo garrafas de uísque foram exportadas da Escócia por navio e, após passar por diversos portos, chegaram ao seu destino final com paralelepípedos de granito no lugar (Murray, 2004). No entanto, o tipo de granito era comum apenas em um dos países visitados. Ao inspecionarem o porto desse país, encontraram paralelepípedos semelhantes em um terreno próximo ao local de ancoramento do navio. Os funcionários das docas com acesso ao navio foram interrogados e os culpados confessaram o crime – ainda que o uísque não tenha sido recuperado.

Crimes deste tipo ainda acontecem por toda a parte. O artigo traz um caso descrito em 2008 em que um avião de carga levava peças de computador de alto valor do Extremo Oriente para o norte da Europa (Ruffell & McKinley, 2008). A aeronave havia pousado no Oriente Médio e no Mediterrâneo em seu percurso. Na chegada, havia apenas tijolos, pedras e alguns sacos de solo em vez das peças. Mais uma vez, por meio de análise geológica combinada à palinológica (exame de grãos de pólen e esporos), determinou-se que os materiais provinham do Mediterrâneo; o suspeito foi identificado e perdeu seu emprego.

Quando a fraude está relacionada a gemas e pedras preciosas e semipreciosas, no entanto, o contexto pode não ser puramente econômico.

Além da possibilidade de criação de valiosas peças a partir de materiais baratos ou sem valor, como vidros coloridos e materiais sintéticos (Boles, 2008), ou do tratamento de pedras reais para remoção de impurezas e falhas ou adição de cores (Fig. 1), a substituição de peças preciosas mineradas ilegalmente encontra relação direta com redes terroristas e demais organizações criminosas envolvidas em corrupção, guerras civis e conflitos armados em muitos países pelo mundo, particularmente na África (Acharya, 2009, Le Billon, 2001, Le Billon, 2004, Peluso & Watts, 2001, Ross, 2004).

A mineração é outro campo prolífico para fraudes que visam ao ganho financeiro, e se vale do apelo dos metais preciosos. A prática conhecida como salgamento no Brasil consiste em pulverizar amostras de minérios com ouro, pirita ou gemas, e já foi utilizada diversas vezes para enganar possíveis investidores e mineradores acerca do potencial econômico de determinado sítio. Uma das maiores fraudes na mineração, com a empresa Bre-X, utilizou o expediente para enganar milhares de investidores, incluindo órgãos governamentais canadenses, que acreditaram na existência de toneladas de ouro em uma região perto do rio Busang, em Bornéu. Auditorias independentes apontaram, através de estudo, análise e avaliação detalhada de amostras da região, que os dados iniciais não eram compatíveis com os encontrados e teriam sido adulterados (Nicholls, 1999). O caso resultou no suposto suicídio de Michael de Guzman, geólogo responsável pelas análises, ao cair de um helicóptero (Depalma, 1997). Diversos processos judiciais se seguiram, porém ninguém foi responsabilizado. A partir do acontecimento, ficou evidente a necessidade de consolidação de normas internacionais a respeito de relatórios técnicos em mineração, da definição dos profissionais adequados para tal e da responsabilidade legal em eventos similares.

Fraudes relacionadas à água e sua composição mineral também abundam no cotidiano das sociedades até hoje. Embora questões comprovadamente perigosas tenham ficado para trás, como beber água enriquecida com rádio no século 19, ainda há muitas curas milagrosas à base de água sendo vendidas por todo canto. A indústria da água engarrafada também ajudou a construir muitos mitos em torno de lucro financeiro. Águas ionizadas, oxigenadas, magnetizadas, fluoretadas ou filtradas para reter partículas como o cloro são vendidas em troca de supostos benefícios à



Figura 1. Geodo de quartzo colorido artificialmente de roxo para simular ametista (St. John, 2007).

saúde. A exploração de água em solos, danças da chuva, semeadura de nuvens ou falsas perfurações são outros exemplos do potencial para enganar, que geralmente traz dados inventados ou falsos associados a verdades científicas.

A indústria do petróleo e do gás envolve altos valores financeiros, e é outra que se depara vez ou outra com atividades fraudulentas, como superestimação das reservas existentes, descobertas forjadas de petróleo, ou mesmo espionagem industrial (Romsom, 2022, Watts, 2013). Em uma situação, um geólogo trouxe amostras de materiais da China com petróleo dentro, porém detectaram que a substância havia sido injetada na rocha com uma seringa por meio de minúsculas perfurações (Ruffell & McKinley, 2008). A motivação econômica é, de fato, uma das maiores para a existência de golpes geológicos, seja envolvendo grandes quantias de dinheiro – como acontece com empresas, governos e mercado de ações – ou volumes menores – em fraudes individuais e voltadas para determinados grupos de pessoas.

Fraudes e falsificações estéticas e acadêmicas

Nesta categoria, os autores incluem adulterações e golpes que não buscam essencialmente obter lucro, embora normalmente haja ganhos financeiros diretos ou indiretos, como desenvolvimento profissional. Seu foco são valores estéticos, crenças, controvérsias acadêmicas, *status* social ou determinação de fatos científicos. A área da Paleontologia apresenta diversos exemplos, desde a fabricação e venda de fósseis ou insetos modernos em âmbar (que encontram mercado devido a um apelo estético, pois geralmente não são produzidos para influenciar as pesquisas científicas), até

‘descobertas’ científicas inovadoras, ou o uso de manipulações para contrariar teorias por motivos religiosos, como no embate dos criacionistas com a teoria da evolução. São casos em que estudos geológicos forenses apropriados contribuem para refutar engodos nas ciências e possibilitam o progresso do conhecimento científico.

Um fato de 1725 marca um dos primeiros registros de fraudes paleontológicas, com uma “peça” que dois colegas de trabalho resolveram pregar em outro professor da Universidade de Würzburg, contra quem tinham rivalidade profissional (Corbacho & Sendino, 2012, Pain, 2004). Ignatz Roderick e Johann Georg Eckhart escavaram imagens de sapos, lagartos e aranhas em rochas calcárias, junto a nomes hebraicos religiosos, e plantaram as farsas nos locais em que Johann Bartholomeus Adam Beringer costumava explorar atrás de fósseis. Beringer encontrou os itens e acreditou serem reais e provas da criação de fósseis por Deus. O fato levou à publicação de um estudo sobre os fósseis. Quando a fraude foi percebida, Beringer processou a ambos, o que destruiu tanto a carreira de Roderick e Eckhart, quanto a do próprio Beringer, cuja reputação como cientista ficou desacreditada.

A história da Paleontologia também apresenta falsas acusações de fraude, como aconteceu com Mary Anning na Inglaterra, no início dos anos 1800 (Donnelly & Ruffell, 2021). Uma mulher de origem humilde, sem educação formal, e sem nenhuma perspectiva de ingressar na comunidade científica de então – exclusiva para homens, brancos e ricos –, Anning aprendeu a coletar fósseis por conta própria, e foi peça fundamental para diversas descobertas científicas. Ao encontrar fósseis de um *Plesiosaurus* (Fig. 2), teve sua



Figura 2. *Plesiosaurus* no Museu de História Natural de Londres (Goodayle, n.d.). A acusação de fraude contra Mary Anning provou-se equivocada e movida por suspeitas infundadas, provavelmente enviesada por um contexto de dominância masculina na área.

idoneidade questionada, entre outros, pelo paleontólogo parisiense Georges Cuvier, que a acusou de fraude sem fundamentos aparentes para a suspeita. No entanto, após a devida análise por outros especialistas, a descoberta de Anning foi confirmada, e tal fato provavelmente a ajudou a continuar suas explorações em um campo até então predominantemente elitista e masculino.

Um caso ainda envolto em mistério é o do geólogo Jacques François Georges Deprat e os fósseis de trilobitas da Europa paleozoica que ele teria encontrado na região da Indochina francesa, no Vietnã (McBirney & Janvier, 2005). Tal achado implicaria uma ligação marinha entre a Europa e o Extremo Oriente no período paleozoico, porém em 1917 Deprat foi acusado de fraude científica por seus pares e ostracizado. Como se descobriu mais tarde, os fósseis não haviam sido encontrados por lá, mas na Europa. Deprat negou sua culpa no episódio, acusando seus colegas adversários de terem armado um golpe para si – tendo inclusive escrito um livro sobre o caso, *Les Chiens aboient*, sob o pseudônimo de Herbert Wild (1926). Porém sua carreira possivelmente teria sido beneficiada com a fraude, trazendo fama e recursos financeiros.

O maior caso de fraude em grande escala nesta área, no entanto, envolve V. J. Gupta, anteriormente considerado um pesquisador renomado da Universidade de Panjab, na Índia, com inúmeras publicações entre livros e artigos, em coautoria com outros cientistas importantes, e trabalhos na revista *Nature*. Foram anos até que seus pares conseguissem comprovar que Gupta havia falsificado suas descobertas fósseis no Himalaia a partir de materiais roubados de colegas e outras coleções pelo mundo, possivelmente motivado pelo desejo de crescimento na academia (Donnelly & Ruffell, 2021). Gupta tentou se retratar na *Nature*, mas a situação apenas ficou mais evidente, o que levou ao fim de sua carreira como cientista.

Carl Baugh é um criacionista também envolto em polêmicas e fraudes, sendo que a mais conhecida é a alegação da existência de pegadas humanas junto a pegadas de um *Tyrannosaurus rex* em estratos do período Cretáceo, no estado norte-americano do Texas (Cole & Godfrey, 1985, Kuban, 1989). O ‘fato’ chegou a ser desmentido por antigos donos do terreno, que teriam forjado algumas das pegadas. No entanto, Baugh seguiu disseminando descobertas fraudulentas, como um martelo de mineração do século 18 que

supostamente estaria em uma rocha do período Ordoviciano. Apesar de se mover aparentemente por motivos religiosos, Baugh é personagem controvertido para muitos criacionistas, que se ressentem do desserviço prestado à ‘causa’.

A produção artificial de âmbar com insetos e plantas em seu interior é prática comum para a produção de bijuterias ou peças para estudo científico, sendo comumente utilizado vidro, resina ou plástico (Ross, 2004). Porém pesquisadores do Museu de História Natural de Londres revelaram, em 2003, que falsificadores da época vitoriana haviam perfurado uma peça de âmbar báltico verdadeiro, inserido um inseto de nosso período moderno, derretido o âmbar retirado para fazer o furo e recolocado o líquido no lugar, de modo a selar o buraco (Grimaldi et al., 2010). A detecção da adulteração só foi possível após minuciosas análises microscópicas; não obstante, a suposta existência de insetos modernos no Paleógeno e Neógeno foi utilizada por muitos anos contra a Teoria da Evolução.

Por fim, o último caso de falsificação apresentado em Paleontologia pelos autores está relacionado a um ‘hiato’ no registro fóssil do processo evolutivo. Em 1861, foi descoberto o primeiro espécime fóssil de *Archaeopteryx*, considerado uma evidência chave do ancestral comum entre répteis e aves. Apesar de algumas características semelhantes a dinossauros, o *Archaeopteryx* ainda é considerado uma ave, o que mantém a ausência de um fóssil intermediário entre terópodes não-aviários e aves até o momento. Esse foi o terreno fértil para a criação de um ‘fóssil’ único e valioso, supostamente descoberto na China em 1999, fora da comunidade científica (Dalton, 2000). Nomeado de *Archaeoraptor liaoningensis*, mais tarde foi revelado ser uma montagem de restos de pelo menos três fósseis animais diferentes. O caso foi descoberto ao analisarem o material por meio de uma tomografia computadorizada, que possibilitou a identificação de uma ave do Cretáceo e um dinossauro terópode não-aviário entre os restos.

Em todos estes casos, notamos mais uma vez a importância dos estudos geológicos modernos, capazes de esclarecer ‘fatos científicos’ forjados a fim de reforçar ou refutar determinadas explicações científicas. Estas ‘autocorreções’ constituem característica fundamental do princípio básico de falseabilidade das ciências, e corroboram a eficácia do método científico na construção dos conhecimentos científicos.

Fraudes e falsificações arqueológicas e históricas

As ocorrências arqueológicas e históricas apresentadas pelo artigo de Ruffel et al. (2012) se limitam aos casos mais famosos e que foram revelados por meio de métodos geológicos, devido à abundância de casos. Assim, ficamos sabendo do Homem de Piltdown, ou *Eoanthropus dawsoni*, que teria sido encontrado pelo colecionador de fósseis Charles Dawson em 1912 em uma pedreira em Piltdown, Sussex (Oakley & Groves, 1970, Washburn, 1953). Com a ajuda de Arthur Smith Woodward, curador do Museu Britânico, voltaram à pedreira e encontraram mais fragmentos cranianos com características humanas, e um pedaço de mandíbula simiesco. Apenas quarenta anos depois do achado (tempo em que o ‘fóssil’ esteve em exposição no Museu de História Natural de Londres como elo perdido entre homens e primatas), a fraude foi descoberta e publicamente revelada. Causa estranheza o fato de que, à época do ‘descobrimento’ do material, já houvesse tecnologia disponível para desvendar a fraude – que, no entanto, não foi questionada de imediato, possivelmente por um desejo inconsciente de se identificar mais um elemento que validasse o processo evolutivo do ser humano. No entanto, reforça o propósito de que as ciências devem servir como método autorregulatório com rigor e seriedade.

Outro caso remete a interesses não só acadêmicos e estéticos, mas também em grande parte financeiros, pois a falsificação chegou a ser adquirida pelo Museu do Louvre, em Paris, por uma pequena fortuna em 1896 (Bernard, 2022, Darlington, 2020). Trata-se de uma tiara toda em ouro que teria pertencido ao antigo rei grego Saitafernes no século 3 a.C (Fig. 3). O item estava em excelente estado, sem nenhuma marca do tempo, arranhão ou manchas, o que levou a administração do Louvre a adquiri-lo, em vez de suspeitar da baixa probabilidade de ser original. Contudo, assim que foi colocado em exposição, sua autenticidade foi questionada por outros acadêmicos com base em detalhes da tiara e apontamentos científicos. A fraude foi confirmada quando o ourives que produziu a peça se apresentou e relatou ter feito o pedido por encomenda de outros dois homens, sem saber que se tratava de fraude. Os clientes lhe disseram ser um presente para celebrar a aposentadoria de um estimado professor de arqueologia.

Em 2006, uma notícia sobre a descoberta de antigas estruturas piramidais na Bósnia, datada por volta de 12.000 a.C., conseguiu repercussão

FORGERIES continues

PHONY TIARA FOOLED LOUVRE

Sometimes phony art makes bigger news than real art. One of the most famous forgeries in the Times of Southampton (right) for which the Louvre Museum paid \$100,000 in 1986, believing, according to an inscription, that it was a gift to the Scottish King Saitafernes who lived about 200 B.C.E.

Actually, the tiara was one year old. It was made by Louis Buchheim, an obscure goldsmith in Odessa, Russia. Planning to forge but only a work of antique style, Buchheim discarded the tiara with figures copied from a 19th Century notebook. He sold it to a dealer for \$1,000, a modest price considering that the tiara is solid gold. It was the dealer who made the work a forgery by selling it to the Louvre at \$100,000 profit.

Eight years later, when Buchheim's account of the tiara, the French press announced it revealed the museum dealer, right. Present, the Louvre kept the offending object under wraps for 30 years, returning it to public view for the first time at last year's Salons of Odessa.



INTENTIONAL FORGER, Louis Buchheim, did, spent year receiving time as a prison guard.

CONTESTED CROWN was almost sold after stolen from the thief and Scottish hunting master.

Louvre officials ignored critics who had suggested because the tiara was suspiciously well preserved.

Figura 3. Reportagem na revista Life Magazine retrata o caso da tiara de Saitafernes ("Phony tiara", 1955, p. 144).

entre vários periódicos científicos e um pedido de financiamento para maiores escavações (Heinrich, 2007). No entanto, durante a época em que as pirâmides teriam sido construídas, aquela região montanhosa passava pelo fim da última glaciação, o que tornava praticamente impossível que elas tivessem sido construídas a partir de rochas naturais. O suposto arqueólogo, Semir Osmanagic, passou a declarar que a montanha seria uma entre cinco pirâmides existentes na área, similares a estruturas encontradas na Cidade do México, na Lua e em planetas imaginários, o que pode indicar que tenha concebido a fraude por crenças espirituais.

Por fim, os métodos geológicos de investigação também cumprem importante papel na identificação de obras de arte forjadas ao longo da história. Dentre as possibilidades de análise e inspeção, estão a mineralogia em falsificações de mármore, a microestratigrafia de camadas de pinturas, a dendrocronologia, o conteúdo mineral nas obras forjadas por meio de espectroscopia de Raman e o uso de isótopos para testar a origem de esculturas em osso e marfim, por exemplo (Murray, 2004). A identificação de minerais presentes em pigmentos é outra forma comum de investigação nas obras de arte. O problema com esse tipo de fraude é similar ao dos fósseis, pois tem grande impacto na compreensão da História da Arte, embora seja geralmente motivado por razões econômicas. Nessas situações, nota-se que os métodos geológicos permitem esclarecer fatos forjados mesmo em áreas de estudo distintas, evitando a disseminação e a perpetuação de fraudes.

Considerações finais

As múltiplas fraudes e falsificações encontradas ao longo da história da Geologia apresentam as mais diversas motivações, e podem, em princípio, marcar a área como fonte de descrédito. O fator econômico é, sem dúvida, a razão mais prevalente e de fácil compreensão, embora seja comum o uso de técnicas bastante engenhosas nessas situações. As ocorrências que não envolvem primordialmente ganhos financeiros têm origens mais complexas; podem ser relacionadas a pressões dentro da carreira científica; à preguiça em explorar e produzir conhecimento; à própria habilidade de se safar dos golpes, junto à emoção e ao poder envolvido em fazê-lo; ao desejo de ganhar notoriedade; ou a ideologias particulares. Em muitos casos, as fraudes ganham terreno mediante dificuldades em reconciliar crenças pessoais e a rigidez científica, e não estão diretamente ligadas a culturas ou países específicos.

No entanto, o próprio método científico é uma ferramenta importante na detecção de fraudes e falsificações geológicas, ao se basear na reprodutibilidade e falseabilidade (Popper, 1959). Ressaltamos aqui o caráter autorregulatório das ciências, para que teorias sejam não somente consolidadas por meio de extensas pesquisas e apoio teórico e prático de diversos investigadores, mas também continua e constantemente contestadas por seus pares, de forma a garantir seu aprimoramento e, em última instância, o progresso científico (Popper, 1963). Tais aspectos afastam a sensação inicial de descrédito na Geologia e favorecem a confiabilidade desse campo científico.

Apesar de dispormos de tecnologias cada vez mais avançadas para detectar fraudes, o mesmo pode ser dito dos falsificadores. As técnicas de falsificação tendem a ficar ainda mais sofisticadas e indetectáveis a olho nu, e os impactos extrapolam os prejuízos financeiros. Os autores sugerem a necessidade de um 'cinismo saudável' frente a achados que parecem espetaculares, e o mesmo olhar cético deve ser direcionado às mídias digitais, com a possibilidade de roubo de dados, adulteração e plágio.

Complementamos a preocupação com o impacto das fraudes e falsificações na história da divulgação científica, dado seu grande potencial de alcance atual. Em pouco tempo, qualquer nova descoberta ou acusação de fraude pode circular o mundo e causar danos que não são facilmente reversíveis, como tem acontecido com a infodemia causada pelo bombardeio de informações falsas,

especialmente por intermédio da internet e das redes sociais – por exemplo, o estudo de caso com o divulgador científico Atila Iamarino durante a pandemia de Covid-19 (Oliveira & Oliveira, 2023). Por isso, ações conjuntas entre sociedade, mídias, governos e comunidade científica devem ser propostas e efetuadas com a finalidade de dificultar esse tipo de atividade.

Acreditamos ainda que reconhecer casos de fraude geológica praticados ao longo da história e saber como foram desvendados podem ajudar a sociedade a identificar situações suspeitas e criminosas, bem como a saber como reagir e atuar lado a lado com os investigadores na construção de uma ciência proba. A própria facilidade atual

de comunicação e difusão de resultados científicos é importante aliada na descoberta de fraudes – para além da revisão por pares, uma vez que rapidamente tem-se acesso ao que é investigado por outros pesquisadores da área, e pode-se replicar experimentos, refutar ou questionar análises duvidosas. Uma comunidade científica cada vez mais conectada e heterogênea é ainda capaz de aprimorar protocolos e técnicas de coleta e análise geológica que embasam evidências e resultados de pesquisa, e possibilitar o acesso a equipamentos de investigação de alto custo a pesquisadores de outras instituições quando for necessário, o que consolida a robustez do campo científico da Geologia.

Taxonomia CRediT: • Contribuições da autora: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Administração do projeto; Recursos; Supervisão; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original; Escrita – revisão & edição: Adriana Fernandes Machado de Oliveira. • Conflitos de interesse: A autora certifica que não tem interesse comercial ou associativo que represente um conflito de interesses em relação ao manuscrito. • Aprovação ética: Não aplicável. • Disponibilidade de dados e material: Disponível no próprio texto. • Reconhecimentos: Consignam-se agradecimentos a Clara Maria da Silva de Vasconcelos pelas contribuições críticas durante a elaboração do manuscrito. • Financiamento: Não aplicável.

Referências

- Acharya, A. (2009). *Targeting terrorist financing: international cooperation and new regimes*. Abingdon: Routledge. 241p.
- Bernard, E. (2022). Exploring authenticity through classical art: originals, fakes and copies. *Studies in Conservation*, 67(1-2), 38-49. doi: 10.1080/00393630.2021.1970461.
- Boles, J.D. (2008). Diamond detail and gem fraud status. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 16(1), 77-84. doi: 10.1108/13581980810853226.
- Cole, J. R., & Godfrey, L. R. (1985). The Paluxy River footprint mystery -- solved. *Creation/Evolution*, 5(1). URL: <https://eric.ed.gov/?id=ED265059>. Acesso 21.02.2023.
- Corbacho, J., & Sendino, C. (2012). Fossil fakes and their recognition. *Deposits Magazine*, 30, 35-40. URL: https://www.academia.edu/download/46505458/Fossil_fakes_and_their_recognition20160615-3420-k1ab35.pdf. Acesso 21.02.2023.
- Dalton, R. (2000). Chasing the dragons. *Nature*, 406, 930-933. doi: 10.1038/35023182.
- Darlington, J. (2020). *Fake heritage: why we rebuild monuments*. New Haven: Yale University Press. 248p.
- Depalma, A. (1997). At end of a miner's rainbow, a cloud of confusion lingers. *The New York Times*, D1. URL: <https://www.nytimes.com/1997/03/31/business/at-end-of-a-miner-s-rainbow-a-cloud-of-confusion-lingers.html>. Acesso 21.02.2023.
- Donnelly, L. J., & Ruffell, A. (2021). Emerging applications of forensic geology. In: Donnelly, L. J., Pirrie, D., Harrison, M., Ruffell, A. & Dawson, L. (Eds.). (2021). *A Guide to Forensic Geology*. London: The Geological Society, pp. 171-187.
- Grimaldi, D. A., Shedrinsky, A., Ross, A., & Baer, N. S. (1994). Forgeries of fossils in "amber": history, identification and case studies. *Curator: The Museum Journal*, 37(4), 251-274. doi: 10.1111/j.2151-6952.1994.tb01023.x.
- Heinrich, P. V. (2007). Pseudoscience in Bosnia. *Science*, 318(5847), 42-43. doi: 10.1126/science.318.5847.42c.
- Kuban, G. J. (1989). A matter of degree: an examination of Carl Baugh's alleged credentials. *NCSE Reports*, 9(6).
- Le Billon, P. (2001). The political ecology of war: natural resources and armed conflicts. *Political Geography*, 20(5), 561-584. doi: 10.1016/S0962-6298(01)00015-4.
- Le Billon, P. (2004). The geopolitical economy of 'resource wars'. *Geopolitics*, 9(1), 1-28. doi: 10.1080/14650040412331307812.
- Marcos, A. (2018). ¿Puede evitarse el fraude en ciencia? *Investigación y Ciencia*, 498, 44-45.
- McBirney, A., & Janvier, P. (2005). *The Trilobite Affair*. English translation of H. Wild's *Les Chiens Aboient*, with annotations by the translators. Eugene: Bostok Press. 350p.
- Murray, R. C. (2004). *Evidence from the earth: forensic geology and criminal investigation*. Missoula: Mountain Press Publishing. 240p.
- Nicholls, C. C. (1999). The Bre-X hoax: a South East Asian bubble. *The Canadian Business Law Journal*, 32(2), 173-192.
- Oakley, K. P., & Groves, C. P. (1970). Piltdown man: the realization of fraudulence. *Science*, 169(3947), 789. doi: 10.1126/science.169.3947.789.
- Oliveira, A. F. M., & Oliveira, S. M. P. (2023). Fake news e divulgação científica: um estudo sobre o

- caso Atila Iamarino. *Revista Docência e Cibercultura*, 7(2), 141-163. doi: 10.12957/redoc.2023.67918.
- Pain, S. (2004). Histories: Johann Beringer and the fraudulent fossils. *New Scientist*, 184(2479-2480), 74-75. URL: <https://www.newscientist.com/article/mg18424793-300-histories-johann-beringer-and-the-fraudulent-fossils/>. Acesso 21.02.2023.
- Peluso, N. L., & Watts, M. (Eds.). (2001). *Violent environments*. Ithaca: Cornell University Press. 464p.
- Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*. Abingdon: Routledge. 544p.
- Popper, K. (1963). *Conjectures and refutations: the growth of scientific knowledge*. Abingdon: Routledge. 608p.
- Romsom, E. (2022). *Global oil theft: impact and policy responses*. Helsinki: United Nations University World Institute for Development Economics Research (UNU-WIDER). WIDER Working Paper 2022/16. doi: 10.35188/UNU-WIDER/2022/147-1.
- Ross, M. L. (2004). How do natural resources influence civil war? Evidence from thirteen cases. *International Organization*, 58(1), 35-67. doi: 10.1017/S002081830458102X.
- Ruffell, A., Majury, N., & Brooks, W. E. (2012). Geological fakes and frauds. *Earth-Science Reviews*, 111(1-2), 224-231. doi: 10.1016/j.earsci-rev.2011.12.001.
- Scientific American. (1856). Curious use of the microscope. *Scientific American*, 11(30), 240. URL: <https://hdl.handle.net/2027/coo.31924080787611>. Acesso 21.02.2023.
- Veronesi, C. (2014). Falsifications and scientific progress: Popper as sceptical optimist. *Lettera Matematica*, 1(4), 179-184. doi: 10.1007/s40329-014-0031-7.
- Washburn, S. L. (1953). The Piltdown hoax. *American Anthropologist*, 55(5), 759-762. URL: <https://www.jstor.org/stable/664751>. Acesso 21.02.2023.
- Watts, J. (2013, September 9). NSA accused of spying on Brazilian oil company Petrobras. *The Guardian*, World.
- Wild, H. (1926). *Les chiens aboient*. Paris: Albin Michel. 366p.

Referências das figuras

- Goodayle, L. (n.d.). *Plesiosaurus no Museu de História Natural de Londres*. Photograph. URL: <https://www.theguardian.com/science/2019/mar/16/mary-anning-female-fossil-hunter-changed-science>. Acesso 21.02.2023.
- Phony tiara fooled Louvre. (1955). *Life Magazine*, 39(13), 144.
- St. John, J. (2007). *Fake amethyst geode (Morocco)*. Photograph. URL: <https://www.flickr.com/photos/jsjgeology/31769323994/> and licensed under the terms of CC BY 2.0. Acesso 21.02.2023.