

An aerial photograph of a lush, green forest. A winding river or stream flows through the center of the image, surrounded by dense vegetation. The water appears slightly brownish, possibly due to sediment. The forest is composed of various shades of green, indicating different types of trees and undergrowth. The overall scene is a natural, undisturbed landscape.

# O Uso de Métodos de Investigação em Fontes Abertas no Rastreamento de Danos Ambientais

Rede de Investigações Digitais da  
Universidade da Califórnia

## UNIVERSITY OF CALIFORNIA DIGITAL INVESTIGATIONS NETWORK



Dolores Huerta  
**RESEARCH CENTER  
FOR THE AMERICAS**  
UC SANTA CRUZ

**HUMAN  
RIGHTS  
CENTER**

UC Berkeley School of Law



**UCLA** School of Law  
**The Promise Institute  
for Human Rights**

**A Rede de Investigações Digitais da Universidade da Califórnia** é composta pelo Centro de Direitos Humanos da Faculdade de Direito da Universidade da Califórnia em Berkeley, pelo Centro de Pesquisa Dolores Huerta para as Américas da Universidade da Califórnia em Santa Cruz e pelo Instituto Promise de Direitos Humanos da Faculdade de Direito da Universidade da Califórnia. A Rede treina um grupo diversificado de estudantes dos três campi para conduzir investigações digitais de em fontes abertas e apoiar o treinamento de profissionais de direitos humanos nas Américas por meio de treinamento e outras formas de apoio.

**Imagem da capa:** Um sobrevôo realizado pelo Greenpeace e pelo Instituto Socioambiental flagrou quatro escavadeiras próximas a uma estrada ilegal descoberta dentro da Terra Indígena Yanomami, uma das terras indígenas mais ameaçadas do país. A estrada de mais de 150 km de extensão na bacia do rio Catrimani está permitindo pela primeira vez a entrada de maquinário pesado na terra, como escavadeiras hidráulicas, o que pode aumentar entre 10 e 15 vezes o potencial destrutivo do garimpo ilegal de ouro na área. A estrada também ameaça um povo indígena não contatado, em isolamento voluntário, atravessando a floresta a 15 km de distância de uma aldeia do povo Moxihatëtëa, dentro da Terra Indígena Yanomami. Imagem de Valentina Ricardo, 12 de maio de 2022.



**OAK**  
FOUNDATION

Com agradecimentos à **Public Interest Technology - University Network** e à **Oak Foundation** pelo seu generoso apoio.

Este relatório também está disponível em espanhol e inglês.

# **O Uso de Métodos de Investigação em Fontes Abertas no Rastreamento de Danos Ambientais**

Rede de Investigações Digitais da  
Universidade da Califórnia

Junho 2024

# Prefácio

Em janeiro de 2023, a Digital Investigations Network (Rede de Investigações Digitais, em tradução livre) da Universidade da Califórnia (UC) recebeu uma bolsa da Public Interest Technology University Network (Rede Universitária de Tecnologia de Interesse Público, em tradução livre) para institucionalizar e expandir a UC Network to Support Frontline Environmental Defenders (Rede UC de Apoio a Defensores Ambientais na Linha de Frente, em tradução livre). Durante a primeira fase do projeto, em colaboração com a Cultural Survival, uma organização que defende os direitos dos povos indígenas e apoia a autodeterminação das comunidades indígenas, suas culturas e resiliência política, os estudantes da UC Network realizaram uma investigação em fontes abertas (OSI) sobre as mortes de 13 defensores de terras indígenas assassinados no Brasil, e produziram um relatório documentando as circunstâncias relacionadas com essas mortes (também disponível em Inglês / Espanhol).

Durante a segunda fase do projeto, nos concentramos em desenvolver um entendimento mais amplo de como os métodos de OSI podem ser usados para documentar danos ambientais globalmente, e como OSI está sendo utilizado em pesquisas, advocacia e litígios sobre danos ambientais. Realizamos uma revisão da literatura e análise de jurisprudência, e organizamos uma reunião com vários especialistas líderes que estão utilizando os métodos OSI em seus trabalhos, além de realizarmos consultas individuais com outros. Este breve relatório é o resultado da segunda fase do nosso projeto.

## O Impacto Humano dos Danos Ambientais

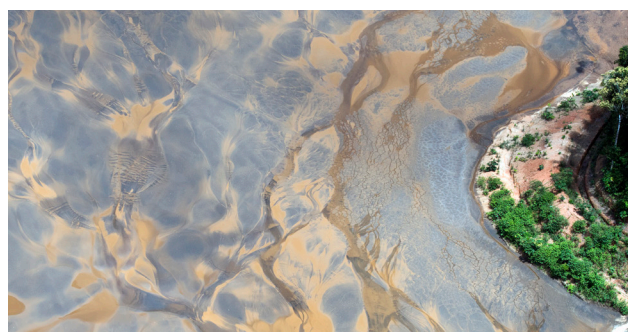
Os danos ambientais impactam desproporcionalmente uma variedade de comunidades vulneráveis e levam à degradação de ambientes naturais. Fatores sociais e econômicos, como etnia, país de origem, gênero, idade, status migratório, renda, educação, acesso à saúde e moradia, afetam as experiências das populações que lidam com danos ambientais e mudanças climáticas. Por exemplo, um relatório do Centre for Criminal Law Reform and Criminal Justice

Policy (Centro Internacional para a Reforma do Direito Penal e Política de Justiça Criminal, em tradução livre) no Canadá ilustra como as cadeias de suprimentos globais de países explorados por recursos naturais expõem comunidades vulneráveis em vários países — especialmente aqueles com corrupção governamental generalizada — a danos ambientais. Além disso, a exploração ambiental frequentemente ocorre junto com a exploração humana. Comunidades indígenas estão na linha de frente da defesa de terras em todo o mundo, pois suas terras são frequentemente visadas por agentes estatais e corporativos por meio da agricultura, pesca, exploração madeireira, mineração e extração de outros recursos. Por exemplo, o grupo brasileiro de direitos humanos Conselho Indigenista Missionário relatou o assassinato de 795 defensores de terras indígenas entre 2019 e 2022 durante o governo do ex-presidente Jair Bolsonaro.

Aqueles engajados em buscar responsabilidade por danos ambientais devem considerar o uso de ferramentas de OSI para complementar métodos de pesquisa mais tradicionais e documentar de maneira abrangente as formas como terras, povos e comunidades têm sido impactados por práticas extrativas, poluidoras e degradantes.

*Vista aérea do escoamento de uma mina de ferro e ouro que faz fronteira com a floresta tropical a 50 milhas a sudeste do Parque Nacional Motanhas do Tumucumaque, 90 milhas a noroeste de Macapá, Brasil.*

*Imagem de Daniel Beltrá para o Greenpeace. 2 de abril de 2017.*



## A Rede de Investigações Digitais da UC

A Rede tem colaborado em numerosos projetos, incluindo a documentação do assassinato de defensores de terras indígenas na Amazônia brasileira, a investigação da violência contra imigrantes que viajam pelo México e o monitoramento em tempo real da desinformação eleitoral nas redes sociais.

# Métodos de OSI para documentar danos ambientais

Investigadores estão cada vez mais usando métodos de OSI para expor danos ambientais. À medida que a tecnologia evolui e os pesquisadores se familiarizam com o conjunto de recursos disponíveis, essas ferramentas estão se provando incrivelmente eficazes em complementar métodos investigativos tradicionais. Por exemplo, ferramentas de OSI que fornecem acesso a imagens de satélite, ou informações agregadas de redes sociais, podem ser usadas para complementar observações in loco. Além disso, segundo pesquisadores de saúde pública, 'O surgimento de técnicas de investigação de informações em fontes abertas criou uma importante oportunidade para coletar dados e desenvolver alertas e indicadores de possíveis riscos à saúde humana causados pela poluição ambiental ou por danos ao ambiente natural e construído durante conflitos.' As ferramentas de OSI podem aumentar a visibilidade dos danos ambientais em zonas de conflito e oferecer maneiras essenciais de documentar e monitorar esses danos ambientais, garantindo um mapeamento eficaz e em tempo real desses problemas. Por exemplo, metodologias de investigação em fontes abertas integradas com avaliações tradicionais de impacto climático permitiram que pesquisadores descobrissem percepções novas e mais abrangentes sobre os efeitos das mudanças climáticas.

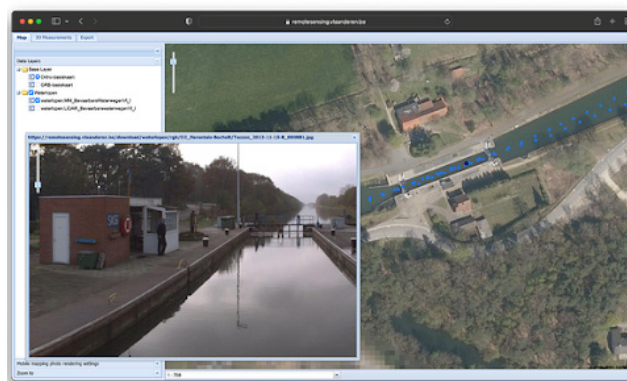
Existem muitas categorias de ferramentas sendo usadas para rastrear danos ambientais em diferentes contextos ao redor do mundo. Abaixo, abordamos cada categoria de ferramenta, fornecendo pelo menos um exemplo dentro dessa categoria:

## Ferramentas de Documentação e Coleta de Dados

A primeira categoria de ferramentas é composta por aquelas que auxiliam na documentação e coleta de dados. Por exemplo, Mapeo é uma ferramenta, projetada especificamente para defensores do meio ambiente, que pode organizar e visualizar “evidências de campo” de danos ambientais, como fotografias ou coordenadas de GPS de locais em estado crítico. Co-desenvolvida com comunidades indígenas que enfrentam ameaças ambientais como mineração ilegal e poluição causada pela indústria, a ferramenta capacita ativistas a documentar os abusos que encontram, facilita a denúncia de crimes e iniciar campanhas de defesa. Acessível em vários idiomas e tanto em ambientes online quanto offline, Mapeo foi projetado para atender às necessidades exclusivas dos defensores em campo. Suas aplicações versáteis vão desde o mapeamento territorial e ancestral até o monitoramento ambiental e a identificação de populações vulneráveis.

## Bancos de Dados Ambientais

O Global Atlas of Environmental Justice (Atlas Global de Justiça Ambiental, em tradução livre) é um banco de dados online interativo e “em desenvolvimento” que documenta movimentos sociais globais e conflitos relacionados a questões ambientais. O banco de dados destaca regiões específicas, setores culpados e comunidades afetadas para ajudar a promover políticas ambientais mais responsivas. Os dados são coletados por centenas de colaboradores e ativistas sociais ao redor do mundo. O Atlas visualiza as histórias de resistência das comunidades e permite que seus colaboradores documentem os danos ambientais que testemunham. O objetivo dessa ferramenta de OSI é coletar as histórias daqueles que estão na linha de frente da luta pela justiça ambiental, aumentando a visibilidade da mobilização dos defensores do meio ambiente para a responsabilização corporativa e governamental.



Uma captura de tela do Mapeo, uma ferramenta projetada especificamente para defensores ambientais, que permite organizar e visualizar “evidências de campo” de danos ambientais, como fotografias ou coordenadas GPS de locais críticos.

Captura de tela do Mapeo.

## Sensoriamento Remoto e Análise Geoespacial

Após a invasão russa da Ucrânia em 2022, o “OSINT Forest Area Tracker” (“Rastreador de Área Florestal OSINT,” em tradução livre) foi projetado para avaliar os danos ambientais causados pela guerra, com ênfase em sensoriamento remoto, como o uso de imagens de satélite. Hospedada através do mecanismo do Google Earth, a ferramenta utiliza dados do satélite Sentinel-2, que capta bandas de infravermelho próximo e infravermelho de onda curta para detectar mudanças na saúde das florestas. Os recursos interativos da ferramenta permitem que os investigadores usem intervalos de datas personalizados e áreas geográficas predefinidas. É importante ressaltar que a ferramenta lembra os usuários da

necessidade de corroborar quaisquer descobertas preliminares, extraindo evidências de outras fontes para determinar as causas de quaisquer distúrbios florestais. Essa ferramenta é valiosa para ONGs ambientais, instituições de pesquisa, organizações de direitos humanos e agências governamentais que analisam os impactos em áreas afetadas por conflitos, auxiliando no monitoramento do impacto ecológico para resposta a desastres e pesquisa em fontes abertas. Jornalistas e analistas geoespaciais podem se beneficiar da capacidade de visualizar e analisar mudanças ambientais com base em dados de sensoriamento remoto.

### Modelagem 3D e Fotogrametria

Em uma investigação sobre as consequências da explosão no porto de Beirute, Líbano, em 4 de agosto de 2020, a Febrayer Network e a Forensic Architecture empregaram métodos e ferramentas sofisticadas de OSI, focando particularmente em modelagem 3D e fotogrametria, para analisar e reconstruir o evento. A explosão foi resultado do armazenamento e detonação impróprios de uma grande quantidade de nitrato de amônio, causando devastação generalizada. O modelo 3D reconstrói um “modelo mensurável com precisão” das consequências da explosão. Isso envolveu a utilização de imagens de drones de 6 de agosto de 2020, juntamente com técnicas de fotogrametria aplicadas aos silos do porto de Beirute e à área circundante. A metodologia abrange a coleta e exame de imagens e vídeos obtidos de plataformas online, oferecendo insights valiosos sobre o crescimento do incêndio prolongado na base dos silos de armazenamento de nitrato de amônio. Ao combinar habilmente esses elementos, os pesquisadores criaram um modelo 3D detalhado e abrangente dos silos, promovendo uma compreensão mais profunda dos eventos que levaram ao seu colapso. Essa abordagem orientada pelo OSI desempenha um papel importante na compreensão da má administração do local e revela as mudanças estruturais, as intervenções e os fatores contribuintes que levaram ao trágico incidente – processos que poderiam ser usados para desconstruir e analisar outros desastres ambientais de forma semelhante.

# O Uso de OSI em Advocacia e Litígio Ambiental

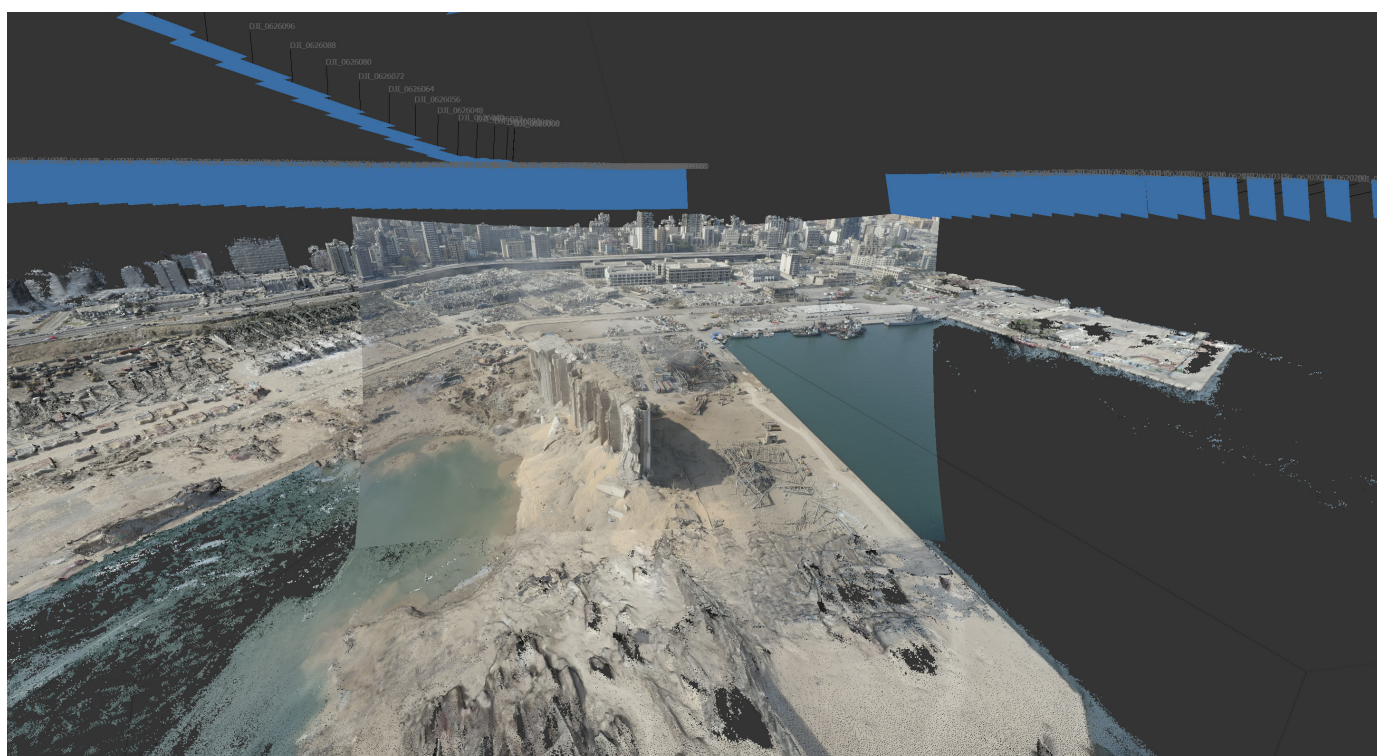
Um dos objetivos deste projeto era identificar litígios de jurisdições ao redor do mundo em que ferramentas de investigação em fontes abertas estivessem sendo utilizadas nos tribunais para fornecer evidências de danos ambientais e identificar algumas das melhores práticas. No entanto, essa foi uma tarefa muito mais difícil do que o antecipado. Nossa intuição é que informações de investigação em fontes abertas estão sendo introduzidas em tribunal, mas em muitas jurisdições o registro de evidências não está disponível ao público. Além disso, as decisões judiciais nem sempre se referem às fontes de evidência, tornando difícil, se não impossível, saber se ou como dados coletados a partir da investigação em fontes abertas foram usados na tomada de decisão.

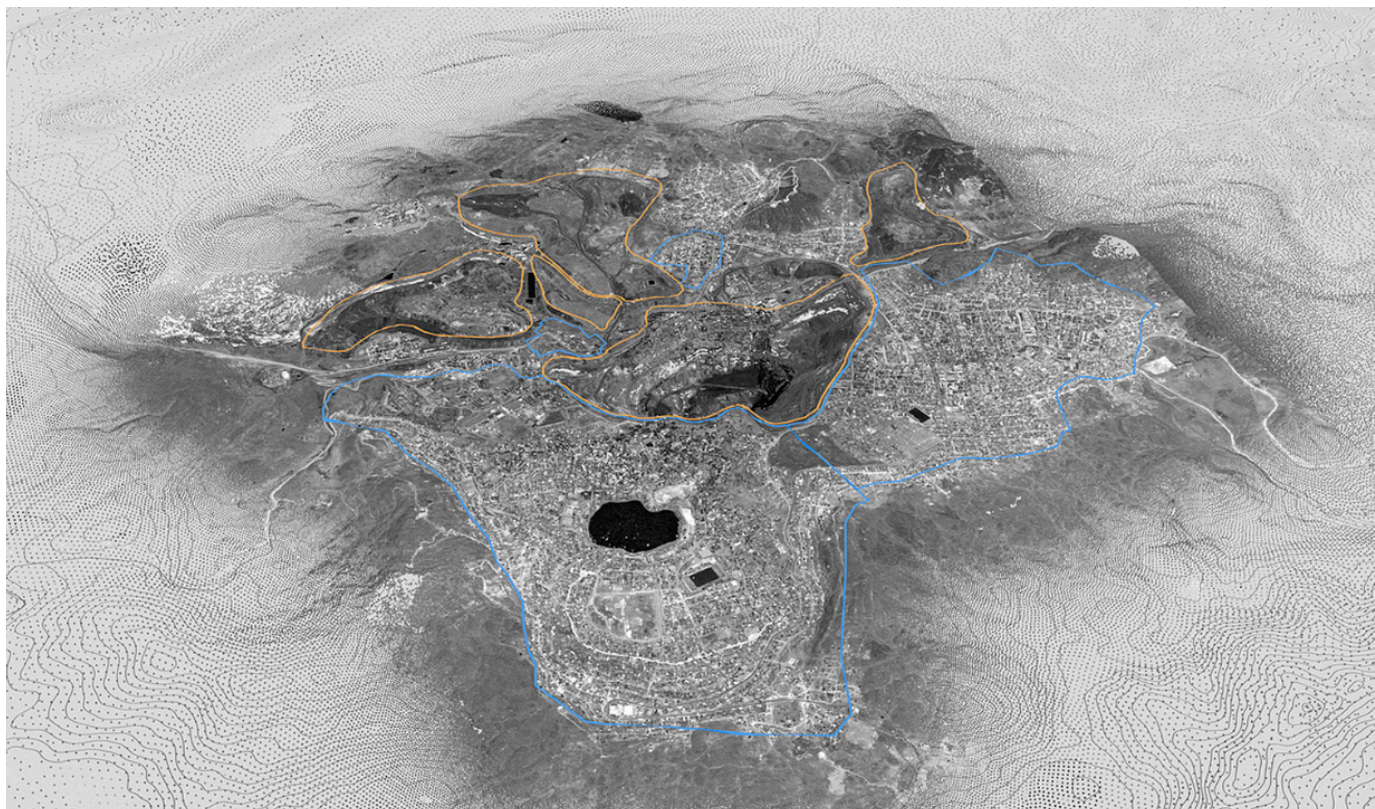
Entretanto, embora não tenhamos conseguido realizar uma revisão sistemática, tomamos conhecimento de vários casos em

#### Porto de Beirute.

Em baixo, de “A Explosão do Porto de Beirute: Destruição da Destruição”, um modelo mensurável com exatidão dos silos de Beirute elaborado por Forensic Architecture e Febrayer utilizando imagens de drone feitas em 6 de agosto de 2023, dois dias após a explosão.

Representação da Forensic Architecture e Febrayer.





#### Cerro de Pasco, Perú

A SITU Research integrou os resultados de vários estudos científicos para combinar todos os conjuntos de dados numa estrutura geoespacial coesa. Estes dados analíticos foram então sobrepostos a um modelo 3D composto de Cerro de Pasco e seus arredores, que combina dados em várias resoluções diferentes para alcançar uma representação precisa e imersiva da cidade. Acima, a informação da nuvem de pontos é mostrada em várias densidades, determinada pela distância entre a mina e o centro da cidade.

Imagem da SITU Research.

que materiais de fontes abertas foram utilizados, o que indica que advogados e ativistas estão buscando utilizar essas ferramentas e dados no ambiente judicial. Estes incluem imagens de satélite usadas na condenação do ex-membro do exército congolês, Chance Muhonya Koloko, em parte pela exploração ilegal de recursos naturais em South Kivu, República Democrática do Congo; o uso de fotos do Instagram em uma decisão recente do Conselho Privado do Reino Unido que bloqueou a construção de uma pista de pouso em Antígua e Barbuda por questões ambientais; e um caso civil no Brasil em que materiais de fontes abertas foram usados para provar a exploração contínua de terra. Em resposta ao trabalho de numerosas organizações da sociedade civil que têm documentado crimes ambientais usando métodos de investigação em fontes abertas e compartilhando essa informação com o Tribunal Penal Internacional, o Gabinete do Procurador-Geral está agora criando uma política para investigar e processar crimes ambientais.

Fora dos tribunais, métodos de OSI estão sendo usados em advocacia para documentar e aumentar a conscientização sobre numerosos atos ilícitos relacionados ao meio ambiente, desde o tráfico de animais silvestres até a mineração ilegal, com o objetivo de reunir evidências essenciais para o tribunal. Por exemplo, usando termos de pesquisa seletivos e redes privadas virtuais para acessar sites disponíveis publicamente na China, pesquisadores da Environmental Investigation Agency (Agência de Investigação Ambiental, em

tradução livre) usaram a OSI para investigar a matança ilegal de leopardos na Ásia para fornecer ossos para produtos de medicina tradicional. Em 2020, o Center for Climate Crime Analysis (Centro de Análise de Crimes Climáticos, em tradução livre) e a SITU Research usaram OSI para realizar uma investigação aprofundada do impacto da extração de metais pesados no meio ambiente e na saúde humana em Cerro de Pasco, Peru, com o apoio do Investigations Lab (Laboratório de Investigações, em tradução livre) de Berkeley. Em 2022, a Forensic Architecture e o Climate Litigation Accelerator (Acelerador de Litígios Climáticos, em tradução livre) publicaram um relatório criticando o apoio do governo brasileiro à mineração ilegal de ouro, revelando ataques às comunidades Yanomami e reconstruindo um ataque de 2021 à aldeia de Palimiu por meio de modelagem 3D. O relatório ainda documentou ataques a comunidades indígenas por parte de mineradores, geolocalizando incidentes usando imagens de satélite, dados geoespaciais e sensoriamento remoto.

O uso de OSI na defesa e litigância ambiental é um campo em evolução. Ele possui um valor crescente ao possibilitar que as partes interessadas compartilhem inteligência — dentro de coalizões, ONGs e o público em geral. Facilitar um entendimento compartilhado das injustiças ambientais permite que praticantes e formuladores de políticas tomem decisões coordenadas e focadas no meio ambiente com base em tecnologias emergentes e informações colaborativas.

# Direções Futuras e Papel da Padronização

Conforme mencionado anteriormente, os métodos e ferramentas de investigação digital em fontes abertas são diversos e estão em constante expansão. Por exemplo, o MetaOSINT — apenas um agregador de ferramentas que auxilia a comunidade de pesquisa em fontes abertas — selecionou centenas de recursos relevantes para os investigadores digitais em fontes abertas. Considerando essa amplitude de recursos e o ritmo acelerado de mudanças, há enormes ganhos na identificação de métodos e ferramentas que podem ser particularmente valiosos ao iniciar uma investigação digital sobre danos ambientais. Isso abrange desde técnicas que auxiliam na identificação, análise, verificação e visualização de informações digitais em fontes abertas relevantes para danos ambientais (por exemplo, vídeos e fotos postados em mídias sociais ou imagens de satélite, que podem mostrar mudanças em grandes áreas geográficas durante períodos específicos) até conjuntos de dados governamentais ou não governamentais que podem conter informações críticas. Esses processos estão sendo cada vez mais auxiliados por tecnologias baseadas em aprendizado de máquina (machine learning), que estão melhorando rapidamente na capacidade de detectar automaticamente vários fenômenos em fotografias, vídeos e imagens de satélite, e potencialmente ligar pedaços dispersos de dados baseados em pessoas, objetos

e bens (como endereços de e-mail e números de telefone). O que permanece constante à medida que os investigadores ambientais aumentam o uso de ferramentas digitais, independentemente do material de origem ou do assunto, é a necessidade de seguir diretrizes estabelecidas internacionalmente, como o Protocolo de Berkeley sobre Investigações Digitais em Fontes Abertas, para garantir a qualidade da análise. Isso inclui o desenvolvimento de procedimentos operacionais padrão e fluxos de trabalho que reflitam os princípios descritos no Protocolo de Berkeley, bem como um planejamento cuidadoso, incluindo a identificação de recursos que podem ser usados para ajudar a atingir os objetivos da investigação. Um desafio particularmente significativo é que esse campo de prática permanece multidisciplinar e colaborativo - várias organizações podem estar investigando eventos semelhantes ou sobrepostos ou outros fenômenos. A harmonização da terminologia, as convenções compartilhadas para armazenamento, codificação e marcação de dados e a colaboração na divulgação desses dados para o mundo podem ajudar a tornar esse trabalho laborioso mais eficiente e impactante. Nos próximos meses e anos, será possível obter enormes ganhos reunindo pesquisadores, jornalistas e advogados que usam métodos digitais em fontes abertas para pesquisar danos ambientais, a fim de articular e identificar caminhos promissores.



*O ouro é o segundo maior produto de exportação do Brasil. O avanço do extrativismo sobre as Terras Indígenas no Brasil tem chamado a atenção da comunidade internacional. Na foto, uma mina de ferro e ouro a 20 milhas a sudeste do Parque Nacional Motanhas do Tumucumaque (5 milhas a nordeste de Pedra Branch do Ampar'), Brasil.*

*Imagem de Daniel Beltrá para o Greenpeace, 20 de janeiro de 2017.*

## ■ Alguns Recursos Úteis para Defensores Ambientais:

- [WITNESS Guia de Defesa Ambiental: Vídeo como Evidência](#)
- [Banco de Dados de Litígios sobre Mudança Climática do Sabin Center](#)
- [Kit de Ferramentas dos Defensores da Terra: Guia de Segurança digital para Defensores da Terra](#)



# Agradecimentos

## **Diretores Acadêmicos da UC Network**

Sylvanna Falcón, UC Santa Cruz

Alexa Koenig, UC Berkeley

Jess Peake, UCLA

## **Estudantes da UC Berkeley**

Hassaan Majeed Aulakh

Margaux D'Alton Bauerlein

Francesca Colby (lead researcher)

Margherita Cordellini

Rosie Foulds (lead researcher)

Miyu Nagashima

Bianca Torres Murray

Navreet Kaur Purewal

Catherine Tong

## **Estudantes da UCLA**

Mollie Cueva-Dabkoskih

Aria Burdon Dasbach

## **Especialistas Consultados**

Nathan Freitas, the Guardian Project

Reinhold Gallmetzer, Center for Climate Crime Analysis

Jack Fox Keen, the Guardian Project

Todd Katzner, United States Geological Survey

Kelly Mattheson, Our Children's Trust

Libby McAvoy, Mnemonic

Dalila Mujagic, WITNESS

## **Equipe Principal**

Monica Estrada Arias, UC Santa Cruz

Sophie Lilinoe Grewell, UC Santa Cruz

Sofia-Lissett Kooner, UC Berkeley

## **Equipe de Tradução**

Marina Segatti, UC Santa Cruz (Portuguese)

Alejandra Watanbe-Farro, UC Santa Cruz (Spanish)

## **Designer do Relatório**

Maggie Andresen, UC Berkeley

**Para obter mais informações, entre em contato com cada instituição por meio dos seguintes endereços:**

The Human Rights Center: [hrc@berkeley.edu](mailto:hrc@berkeley.edu)

The Dolores Huerta Research Center for the Americas: [huerta@ucsc.edu](mailto:huerta@ucsc.edu)

The Promise Institute for Human Rights: [promiseinstitute@law.ucla.edu](mailto:promiseinstitute@law.ucla.edu)

**Este relatório também está disponível em espanhol e inglês.**

