MINISTÉRIO DOS POVOS INDÍGENAS
Secretaria-Executiva

PLANO DE TRABALHO DO TERMO DE EXECUÇÃO DESCENTRALIZADANº 15/2024

1. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADORA	
a) Unidade Descentralizadora e Responsável	
Nome do órgão ou entidade descentralizador(a):	Ministério dos Povos Indígenas - MPI
Nome da autoridade competente:	Marcos Vesolosquzki
Número do CPF:	030.***.***-30
Nome da Secretaria/Departamento/Unidade Responsável pelo acompanhamento da execução do objeto do TED:	Secretaria Nacional de Direitos Territoriais Indígenas - SEDAT
b) UG SIAFI	
Número e Nome da Unidade Gestora - UG que descentralizará o crédito:	840010 - Centro de Serviços Compartilhados/CSC - MPI
Número e Nome da Unidade Gestora - UG Responsável pelo acompanhamento da execução do objeto do TED:	840007 - Secretaria Nacional de Direitos Territoriais Indígenas - SEDAT

2. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADA	
a) Unidade Descentralizada e Responsável	
Nome do órgão ou entidade descentralizada:	Universidade de Brasília
Nome da autoridade competente:	Rozana Reigota Naves
Número do CPF:	646.***.***-20
Nome da Secretaria/Departamento/Unidade Responsável pela execução do objeto do TED:	Universidade de Brasília (UnB) – Instituto de Geociências (IG/UnB)
b) UG SIAFI	
Número e Nome da Unidade Gestora - UG que receberá o crédito:	154040/15257 - Universidade de Brasília

Número e Nome da Unidade Gestora - UG Responsável pela execução do objeto do TED:	154040/15257 - Universidade de Brasília

3. OBJETO:

O objetivo deste TED é a realização de pesquisa que visa estabelecer uma metodologia robusta de rastreabilidade de ouro ilegal na Terra Indígena Yanomami, aplicável à demais contextos similares na Amazônia Legal, por meio de análises geoquímicas e isotópicas avançadas e técnicas forenses, visando combater a extração ilegal de ouro, mitigar os impactos ambientais causados pela mineração ilegal e preservar a biodiversidade e a qualidade de vida das comunidades indígenas afetadas.

Como objetivos específicos, destacam-se:

Etapa 1 - Desenvolver procedimento operacional padrão para amostragem e análise de amostras em áreas de garimpo ilegal, a ser replicado em diferentes ocorrências na Amazônia Legal.

Determinar a assinatura geoquímica e isotópica do ouro coletado em áreas de mineração ilegal na Terra Indígena Yanomami, utilizando técnicas de alta precisão, como Microssonda Eletrônica, LA-ICP-MS e NanoSIMS, permitindo a identificação da origem do ouro apreendido.

Desenvolver metodologia isotópica de Ag e Hg que permitam a rastreabilidade de ouro na cadeia produtiva por extração com mercúrio e discutir os processos geológicos responsáveis pelo fracionamento isotópico de Ag e Hg em mineralizações auríferas.

Desenvolver uma base de dados geológico-geoquímica das principais áreas de mineração na Terra Indígena Yanomami e na Amazônia Legal, permitindo comparações entre amostras apreendidas e depósitos conhecidos.

Aplicar métodos de aprendizado de máquina e inteligência artificial para o tratamento geoestatístico dos dados geoquímicos. Os resultados das análises serão comparados com uma base de dados geoquímica existente, que inclui amostras de ouro de áreas legais e ilegais. Essa comparação permitirá a identificação da origem das amostras apreendidas e sua correlação com áreas específicas de garimpo ilegal.

Etapa 2 - Ampliar a capacidade de rastreabilidade forense, correlacionando as assinaturas geoquímicas de amostras de grãos de ouro, amalgamas, lingotes e barras com áreas específicas de mineração ilegal, para facilitar a identificação de ouro extraído de maneira irregular.

Investigar o impacto ambiental da mineração ilegal, com foco na contaminação por mercúrio, utilizando técnicas analíticas para quantificar a presença e o comportamento desse elemento nas amostras de ouro, visando estratégias de mitigação ambiental. Por fim, avaliar a influência da atividade antrópica no fracionamento isotópico de Ag e Hg na cadeia produtiva de ouro.

Fortalecer as ações de fiscalização e proteção ambiental, fornecendo à Polícia Federal e a outras entidades governamentais informações científicas que auxiliem na tomada de decisão e repressão da mineração ilegal e no combate ao tráfico de ouro, além de contribuir para a preservação dos territórios indígenas.

Etapa 3 – Promover divulgação científica que contribuirá para o avanço do conhecimento na área de Geociências, especialmente no campo da geoquímica aplicada à mineração e rastreabilidade forense de ouro. Os resultados serão publicados em periódicos internacionais de alto impacto, e

permitirão não somente a divulgação, mas também a validação da metodologia empregada. Relatórios técnicos serão produzidos especificamente para os órgãos governamentais parceiros que lidam com a mineração e o meio ambiente, com linguagem acessível.
Formação ativa de recursos humanos em nível de graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado, integrando discentes, docentes e pesquisadores na academia e os atores governamentais e de Segurança Pública, a fim de consolidar uma equipe altamente qualificada e apta a desenvolver pesquisas avançadas em Geologia Forense. A realização de análises previstas no exterior, por meio de parcerias internacionais no Canadá e Alemanha, contribuirá para a transferência de tecnologia analítica interinstitucional, bem como para a internacionalização do Programa de Pós-Graduação em Geologia (Conceito CAPES 7). O projeto, com participação de parceiros na Polícia Federal, Ministério dos Povos Indígenas e de Minas e Energia aproximará o Poder Público da Universidade e, assim, viabilizará demais trabalhos de pesquisa conjuntos em diversos temas relacionados

4. DESCRIÇÃO DAS AÇÕES E METAS A SEREM DESENVOLVIDAS NO ÂMBITO DO TED:

4.1 Como resultados esperados, destacam-se:
1. Caracterização da assinatura geoquímica e isotópica de Ag-Cu-Pb-Hg de ouro da TIY.
2. Confecção de mapas geológicos-metalogenéticos dos diferentes distritos auríferos em estudo, contendo as assinaturas isotópicas, combinadas aos dados de química do ouro, e espacialização dos resultados do projeto na TIY.
3. Ampliar o conhecimento geológico dos distritos auríferos da TIY ao fornecer dados inéditos sobre a geoquímica e assinatura isotópica do ouro.
4. Desenvolver código para aprendizado de máquina para tratamento estatístico das informações obtidas das amostras.
5. Desenvolver parâmetros geoquímicos e isotópicos de rastreabilidade de ouro na TIY.
6. Formação de Recursos Humanos especializados, com a conclusão de pesquisas de iniciação científica, dissertação de mestrado, tese de doutorado, e pós-doutorado relacionados à rastreabilidade de ouro e vinculadas ao projeto.

4.2. Dentre as metas pretendidas, destacam-se:
1. Contribuir para o conhecimento científico acerca da geoquímica de ouro e dos processos geológicos de fracionamento isotópico em mineralizações auríferas.
2. Contribuir para o combate ao comércio ilegal de ouro na TIY ao promover avanços geocientíficos na rastreabilidade de ouro.
3. Formação de recursos humanos em geologia forense em nível de graduação, mestrado e doutorado e pós-doutorado, integrando discentes e pesquisadores na academia e os atores de Segurança Pública.
4. Promover a transferência de tecnologia analítica interinstitucional.
5. Contribuir para internacionalização do Programa de Pós-Graduação em Geologia da UnB (Conceito 7 – CAPES) por meio das parcerias internacionais com pesquisadores da Alemanha e Canadá.
6. Aproximar o Poder Público da Universidade e, assim, viabilizar demais trabalhos de pesquisa conjuntos em diversos temas relacionados.
7. Consolidar o procedimento operacional padrão para coleta e desenvolvimento de análises geoquímicas e isotópicas em geologia forense.

4.3. Os indicadores de produção serão:

1. Número de estudantes envolvidos no projeto.
Meta: Oito a dez estudantes capacitados no uso de técnicas avançadas de análise geoquímica e forense (ex: LA-ICP-MS, EPMA).
2. Divulgação dos resultados em congressos especializados e publicações científicas em periódicos internacionais indexados de alto fator de impacto.
Meta: Publicação de pelo menos 3 artigos científicos em periódicos internacionais indexados com fator de impacto superior a 2,5 e apresentação em pelo menos 2 congressos internacionais relevantes em áreas de Geologia Forense e Mineração Ilegal.
3. Contribuição da academia para a elaboração de políticas públicas visando o combate ao comércio ilegal de ouro no Brasil, a partir do trabalho na Terra Indígena Yanomami.
Meta: Entrega de dois relatórios técnico-científicos para órgãos governamentais, como o Ministério de Minas e Energia, Ministério de Meio Ambiente e Mudança do Clima e IBAMA, além do Grupo de Trabalho Minamata e da Frente Parlamentar de Mineração Sustentável. Esses textos trarão recomendações baseadas nas evidências levantadas pelo projeto.
4. Consolidação de equipe altamente qualificada em Geologia Forense, envolvendo atores dos setores acadêmico, mineral, de segurança pública e legislativo.
Meta: Formação de uma equipe interdisciplinar com pelo menos 15 profissionais de instituições acadêmicas, órgãos de segurança pública e representantes do setor mineral, formalizando a cooperação com a assinatura de convênios e termos de colaboração.
5. Desenvolvimento de novas ferramentas analíticas e tecnológicas
Meta: Implementação de pelo menos duas novas técnicas de rastreamento geoquímico no Brasil até o final do projeto, com apoio internacional devido à ausência de certos equipamentos como o NanoSIMS na América Latina.
6. Impacto sobre a cadeia de fornecimento de ouro
Meta: Identificação de pelo 2 a 3 rotas de comércio ilegal de ouro, baseadas na geoquímica do ouro, com evidências divulgadas para as autoridades de segurança pública para intervenção direta.

5. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO PARA CELEBRAÇÃO DO TED:

A exploração irregular de ouro, frequentemente relacionada a condições de trabalho semelhante à escravidão, emerge como uma das causas do agravamento da degradação socioambiental na Amazônia Legal brasileira. A recente alta histórica no preço do ouro tem impacto direto na economia mineral nacional, principalmente no que tange a mineração em garimpo, promovendo um aumento da extração, em grande medida ilegal. Além dos danos socioambientais e fiscais gerados pela extração ilegal, o ouro irregular é usado em várias operações do crime organizado, tais como lavagem de dinheiro, financiamento a terrorismo, tráfico de drogas, corrupção, entre outros. Um exemplo disso é a crise humanitária e sanitária em decorrência do garimpo ilegal de ouro nas Terras Yanomami em Rondônia, conforme amplamente noticiado nas diversas mídias.

Entretanto, o rastreamento do ouro produzido de maneira ilegal tem sido um desafio para as autoridades brasileiras e internacionais, além de ser um fator chave para o desenvolvimento de políticas de gerenciamento desta atividade de mineração, que afeta áreas sensíveis, tais como Terras Indígenas, Unidades de Conservação e corpos hídricos estratégicos. Assim, há uma crescente pressão internacional por práticas mais transparentes, reforçando a necessidade de abordagens permanentes e tecnicamente robustas que possam fornecer subsídios para a intervenção governamental.

Nesse sentido, o mérito da proposta reside no âmbito científico e de inovação, ao propor o desenvolvimento de traçadores isotópicos que permitam o rastreamento do ouro, e de Segurança Pública, ao contribuir com a aplicação de técnicas analíticas à Geologia Forense.

O projeto proposto, com aplicação de técnicas isotópicas para rastreabilidade de ouro, é inédito e tem extrema relevância pela possibilidade de desenvolvimento de metodologias e de indicadores sensíveis às atividades garimpeiras, que permitirão traçar a origem dos insumos, produtos e rejeitos das atividades de garimpos de ouro no Brasil, com aplicabilidade à demais regiões da Amazônia Legal. Estas ferramentas se mostram promissoras para o emprego no combate de atividades ilícitas, relacionadas ao garimpo de ouro ilegal, uma vez que possibilitarão a identificação da origem do ouro e, posteriormente, Para investigar a origem do ouro apreendido em operações da Polícia Federal no território Yanomami, este projeto segue e completa metodologias forenses já aplicadas com sucesso. O estudo (Fabricio-Silva et al., em revisão na Journal of Geological Society) utilizou uma combinação de técnicas analíticas para rastrear a proveniência do ouro, incluindo a Análise de Microsonda Eletrônica (EPMA), Fluorescência de Raios X (XRF), e Mapeamento Composicional via Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM).

Estudo preliminar de amostras coletadas de áreas de garimpo ativo e materiais apreendidos na TIY, como barras e esponjas de ouro, mostrou que as amostras de ouro apreendidas apresentavam uma assinatura geoquímica compatível com depósitos conhecidos no nordeste do território Yanomami, particularmente o depósito Mutum (Fabricio-Silva et al., em revisão). A presença de Bi e Hg em níveis consistentes com o uso de mercúrio na amalgamação confirma a prática de mineração ilegal na região. Ainda, esse estudo comprovou que, mesmo após os processos de amalgamação e fusão, é possível rastrear a origem geológica do ouro, fornecendo evidências críticas que podem ser usadas pelas autoridades para combater o tráfico de ouro. Com base nisso, o projeto aqui proposto se beneficiaria dessa abordagem, reforçando a capacidade de fiscalização e controle do comércio ilegal de ouro, principalmente em territórios como o Yanomami.

Além dos resultados positivos obtidos, o estudo em revisão (Fabricio-Silva et al.) também destacou a necessidade de um estudo mais robusto em termos de técnicas analíticas. Embora a Análise EPMA tenha sido eficaz para identificar a origem de algumas amostras, sua precisão mostrou-se limitada quando as concentrações de elementos traço estavam abaixo do limite de detecção do equipamento, que é de aproximadamente 300 ppm. Esse fato impediu a comprovação da origem de certas amostras. Portanto, a utilização de técnicas complementares, como LA-ICP-MS e NanoSIMS, com limites de detecção mais baixos, seria essencial para garantir a rastreabilidade completa em amostras com baixos teores de elementos traço. Isso reforça a importância de um estudo mais abrangente e tecnologicamente avançado para aprimorar o combate ao comércio ilegal de ouro.

Trata-se, assim, de proposta inovadora com alto potencial de replicabilidade em outras áreas indígenas sob risco no Brasil, uma vez que pretende avaliar a potencialidade de traçadores geoquímicos e isotópicos. Dessa forma, o projeto se torna relevante no ponto de vista de contribuir para busca de soluções forenses de forma abrangente, atuando desde a sua origem, em ações que visam o combate dos danos *in situ,* localizando *e* materializando a autoria dos danos em áreas ambientalmente sensíveis, até a busca da restituição parcial do dano por meio de mecanismo que possibilitem a identificação do ouro irregular circulante no mercado,

imputando não só aos garimpeiros, mas aos demais beneficiários dessa prática criminosa.

6. SUBDESCENTRALIZAÇÃO	
A Unidade Descentralizadora autoriza a subdescentralização para outro órgão ou entidade da administração pública federal?	
( )	Sim
(X)	Não

7. FORMAS POSSÍVEIS DE EXECUÇÃO DOS CRÉDITOS ORÇAMENTÁRIOS:	
A forma de execução dos créditos orçamentários descentralizados poderá ser:	
(X)	Direta, por meio da utilização capacidade organizacional da Unidade Descentralizada.
(X)	Contratação de particulares, observadas as normas para contratos da administração pública.
(X)	Descentralizada, por meio da celebração de convênios, acordos, ajustes ou outros instrumentos congêneres, com entes federativos, entidades privadas sem fins lucrativos, organismos internacionais ou fundações de apoio regidas pela Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994.

8. CUSTOS INDIRETOS (ART. 8, §2°)	
A Unidade Descentralizadora autoriza a realização de despesas com custos operacionais necessários à consecução do objeto do TED?	
(X)	Sim
( )	Não

O pagamento será destinado aos seguintes custos indiretos, até o limite de 20% do valor global pactuado:

I. Despesas Administrativas da Fundação de Apoio – R$ 70.449,81

II. Encargos – ISS – R$ 3.707,89

III. Custos da Indiretos da Universidade – R$ 111.236,55

9. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO					
METAS	**As metas dos produtos estão detalhadas no subitem 4.2 do item "Descrição das Ações e Metas a Serem Desenvolvidas no Âmbito do TED".**				
PRODUTOS	**DESCRIÇÃO**	**Quantidade e Unidade de Medida**	**Valor Unitário e Total**	**Início**	**Fim**
	Documento Técnico-científico contendo				

Produto 1	**Relatório Parcial da Etapa 1.** **Etapa 1 - Desenvolver procedimento operacional padrão para amostragem e análise de amostras em áreas de garimpo ilegal,** a ser replicado em diferentes ocorrências na Amazônia Legal. **Determinar a assinatura geoquímica e isotópica do ouro** coletado em áreas de mineração ilegal na Terra Indígena Yanomami, utilizando técnicas de alta precisão, como Microssonda Eletrônica, LA-ICP-MS e NanoSIMS, permitindo a identificação da origem do ouro apreendido. **Desenvolver metodologia isotópica de Ag e Hg** que permitam a rastreabilidade de ouro na cadeia produtiva por extração com mercúrio e discutir os processos geológicos responsáveis pelo fracionamento isotópico de Ag e Hg em mineralizações auríferas. **Desenvolver uma base de dados geológico-geoquímica** das principais áreas de mineração na Terra Indígena Yanomami e na Amazônia Legal, permitindo comparações entre amostras apreendidas e	Um Documento	R$ 450.000,00	03/12/2024	30/03/2027

	depósitos conhecidos. **Aplicar métodos de aprendizado de máquina e inteligência artificial** para o tratamento geoestatístico dos dados geoquímicos. Os resultados das análises serão comparados com uma base de dados geoquímica existente, que inclui amostras de ouro de áreas legais e ilegais. Essa comparação permitirá a identificação da origem das amostras apreendidas e sua correlação com áreas específicas de garimpo ilegal.				
	Documento Técnico-científico contendo o Relatório Final da Etapa 1 e o Relatório Parcial da Etapa 2. **Etapa 2 - Ampliar a capacidade de rastreabilidade forense**, correlacionando as assinaturas geoquímicas de amostras de grãos de ouro, amalgamas, lingotes e barras com áreas específicas de mineração ilegal, para facilitar a identificação de ouro extraído de maneira irregular. **Investigar o impacto ambiental da mineração ilegal**, com foco na contaminação por mercúrio, utilizando técnicas analíticas para quantificar a presença e o	Um	R$	03/12/2024	30/03/2027

Produto 2	comportamento desse elemento nas amostras de ouro, visando estratégias de mitigação ambiental. Por fim, avaliar a influência da atividade antrópica no fracionamento isotópico de Ag e Hg na cadeia produtiva de ouro. **Fortalecer as ações de fiscalização e proteção ambiental**, fornecendo à Polícia Federal e a outras entidades governamentais informações científicas que auxiliem na tomada de decisão e repressão da mineração ilegal e no combate ao tráfico de ouro, além de contribuir para a preservação dos territórios indígenas.	Documento	450.000,00		
	Documento Técnico-Científico Final contendo as Etapas 1, 2 e 3. **Etapa 3 – Promover divulgação científica que contribuirá para o avanço do conhecimento na área de Geociências, especialmente no campo da geoquímica aplicada à mineração e rastreabilidade forense de ouro.** Os resultados serão publicados em periódicos internacionais de alto impacto, e				

	permitirão não somente a divulgação, mas também a validação da metodologia empregada. Relatórios técnicos serão produzidos especificamente para os órgãos governamentais parceiros que lidam com a mineração e o meio ambiente, com linguagem acessível.				
Produto 3	Formação ativa de recursos humanos em nível de graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado, integrando discentes, docentes e pesquisadores na academia e os atores governamentais e de Segurança Pública, a fim de consolidar uma equipe altamente qualificada e apta a desenvolver pesquisas avançadas em Geologia Forense. A realização de análises previstas no exterior, por meio de parcerias internacionais no Canadá e Alemanha, contribuirá para a transferência de tecnologia analítica interinstitucional, bem como para a internacionalização do Programa de Pós-Graduação em Geologia (Conceito CAPES 7). O projeto, com participação de parceiros na Polícia Federal, Ministério dos Povos Indígenas e de Minas e Energia aproximará o Poder Público da Universidade e, assim, viabilizará demais trabalhos de pesquisa conjuntos em diversos temas	Um Documento	R$ 212.365,50	03/12/2024	30/03/2027

	relacionados				

10. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO	
MÊS/ANO	VALOR
Em até trinta dias após a data da assinatura.	R$ 1.112.365,50 (um milhão, cento e doze mil trezentos e sessenta e cinco reais e cinquenta centavos).

11. PLANO DE APLICAÇÃO CONSOLIDADO - PAD	
CÓDIGO DA NATUREZA DA DESPESA	VALOR PREVISTO
339039 - Serviços de Terceiros- PJ Contratação da fundação de apoio para desenvolvimento em conjunto com a Universidade de Brasília as ações do projeto.	R$ 1.001.128,95
339039 - Despesas Administrativas da UNB	R$ 111.236,55
Total:	R$ 1.112.365,50

12. PROPOSIÇÃO

Brasília, na data da assinatura.

Documento assinado eletronicamente

ROZANA REIGOTA NAVES

Reitora da Universidade de Brasília

13. APROVAÇÃO

Brasília, na data da assinatura.

Documento assinado eletronicamente

MARCOS KAINGANG
Secretário-Executivo
Ministério dos Povos Indígenas

Documento assinado eletronicamente por **Rozana Reigota Naves**, **Usuário Externo**, em 07/10/2026, às 20:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Marcos Vesolosquzki**, **Secretário(a) Executivo(a)**, em 08/10/2026, às 12:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://colaboragov.sei.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **64718617** e o código CRC **5369D6CA**.

Referência: Processo nº 14022.094326/2024-21. SEI nº 64718617