

## Artigo de Pesquisa

# **EFEITOS DO GARIMPO ILEGAL NA PAISAGEM E NA CARGA EM SUSPENSÃO NA BACIA DO ALTO RIO URARICOERA - RORAIMA - TERRA INDÍGENA YANOMAMI NO ESPAÇO TEMPORAL ENTRE 1990 A 2022**

## **Effects Of Illegal Mining On The Landscape And Suspension Load In The Upper Uraricoera River basin - Roraima - Yanomami Indigenous Land In The Time Frame Between 1990 And 2022**

Kleber dos Santos Reis<sup>1</sup>; Carlos Sander<sup>2</sup>; Thiago M. de Carvalho<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professor da Secretaria de Educação do Estado de Roraima, Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Roraima (2022). Boa Vista, Brasil. profkleberreis2@gmail.com

 : <https://orcid.org/0000-0002-6551-2950>

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, Brasil. carlos.Sander@ufrr.br

 : <https://orcid.org/0000-0002-5720-4560>

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, Brasil. thiago.morato@ufrr.br

 : <https://orcid.org/0000-0003-1027-6564>

Recebido em 13/07/2025 e aceito em 08/12/2025

**RESUMO:** O processo histórico de ocupação das bacias hidrográficas por garimpo ilegal em Roraima, tem se refletido profundamente na alteração de suas paisagens. Neste estudo, buscou-se averiguar a dinâmica da alteração da paisagem por garimpos na bacia hidrográfica do rio Uraricoera e seus efeitos na concentração de sedimentos suspensos na bacia. Esse fenômeno vem ocorrendo ao longo da bacia hidrográfica do rio Uraricoera, Alto Alegre. Nesta pesquisa, avaliamos as alterações da paisagem e da carga de sedimentos entre as décadas de 1990, 2000, 2010 e 2020. A configuração metodológica da pesquisa fundamenta- se no uso do método dedutivo e exploratório, caracterizado por uma proposta que propõe uma abordagem qual-quantitativa. O referencial bibliográfico consistiu na coleta de dados documentais e eletrônicos, bem como na coleta e análise de imagens orbitais georreferenciadas obtidas através do Serviço Geológico dos Estados Unidos da América (USGS - Unidades América Serviço Geológico) através do banco de imagens acessado por meio do endereço: <<https://www.usgs.gov>>. As imagens utilizadas foram captadas dos satélites e sensores Landsat 5 (TM) e Landsat 8 (OLI) e Planet Scrops, e as imagens foram processadas com o auxílio do software ArcGIS 10.6.1. TM. O mapeamento do uso do solo foi realizado de forma visual na escala 1:50.000 com auxílio das análises de interpretação do uso do solo utilizando o programa "Google Earth Pro" com intuito de visualizar possíveis degradações na paisagem decorrente da atividade garimpeira. Quanto à produção de sedimento em suspensão, a dinâmica temporal da carga sólida teve como base a estação de monitoramento Cajupiranga, na bacia do rio Uraricoera, dados obtidos junto à Plataforma Hidroweb- da Agência Nacional de Águas - ANA e Companhia de Pesquisa de

Recursos Minerais - CPRM. Também, utilizou-se dados do desmatamento por garimpo registrado na Plataforma MapBiomas entre 1990 a 2022. A fim de correlacionar as variadas alterações na paisagem e o aumento da concentração de sedimentos suspensos por atividade do garimpo ilegal, para interpretação dos dados, utilizou-se o método da estatística descritiva, indicando os números totais, a média e a mediana, além de determinar valores inferiores e superiores durante as décadas propostas (CARVALHO, 2010). Os resultados das amostras, devido à grande variabilidade e oscilação dos dados assimétricos e simétricos, podem indicar correlação com as atividades de garimpo ilegal devido a sua natureza intermitente durante o período correspondente.

**Palavra-chave:** Bacia; Garimpo; Sedimentos; Território; Yanomami.

**ABSTRACT:** The process of occupation of river basins by illegal mining in Roraima has had a profound effect on the alteration of its landscapes. In this study, we sought to investigate the dynamics of landscape alteration due to mining in the Uraricoera river basin and its effects on the concentration of suspended sediments in the basin. This phenomenon has been occurring along the Uraricoera river basin, Alto Alegre. In this research, we evaluated changes in the landscape and sediment load between the 1990s, 2000s, 2010s and 2020s. The methodological configuration of the research is based on the use of the deductive and exploratory method, characterized by a proposal that proposes a qualiquantitative approach. The bibliographic reference consisted of the collection of documentary and electronic data, as well as the collection and analysis of georeferenced orbital images obtained through the Geological Survey of the United States of America (USGS - Unidades América Geological Service) through the image bank accessed through the address: <<https://www.usgs.gov>>. The images used were captured from Landsat 5 (TM) and Landsat 8 (OLI) and Planet Scorp satellites and sensors. These images were processed with the aid of ArcGIS 10.6.1 software. TM. Land use mapping was carried out visually at a 1:50,000 scale with the aid of land use interpretation analyzes using the "Google Earth Pro" program in order to visualize possible degradations in the landscape resulting from mining activity. Regarding the production of suspended sediment, the temporal dynamics of the solid load was based on the Cajupiranga monitoring station, in the Uraricoera river basin, data obtained from the Hidroweb Platform of the National Water Agency - ANA and Mineral Resources Research Company - CPRM. Date on deforestation due to mining from the MapBiomas Platform between 1990 and 2022 was also used. In order to correlate the varied changes in the landscape and the increase in the concentration of suspended sediments due to illegal mining activity, for data interpretation, the method of descriptive statistics was used, indicating the total numbers, the mean, the median, in addition to determining lower and upper values (CARVALHO, 2010). The sample results, due to the great variability and oscillation of asymmetric data, may indicate correlation with illegal mining activities due to their temporary and intermittent nature during the corresponding period.

**Keywords:** Basin; Miming; Sediments; Territory; Yanomami.

## INTRODUÇÃO

A atividade de garimpo ilegal por aluvião tem chamado a atenção devido aos diversos problemas ambientais causados por suas práticas degradantes do meio ambiente, sejam mudanças na paisagem, seja no aumento da concentração de sedimentos.

O garimpo de aluvião tem ocorrência em várias regiões do mundo, promovendo mudanças radicais na paisagem e na carga em suspensão nas margens de mananciais, córregos e rios, principalmente em regiões de florestas tropicais húmidas e isoladas do planeta. As notícias e pesquisas, em regiões da África, Ásia e América do Sul, com destaque para a Amazônia Brasileira, revelam



enorme pressão da atividade garimpeira ilegal voltada ao uso e ocupação dos solos de forma irregular, predatória e ilegal, comprometendo a paisagem a cobertura vegetal, a concentração de sedimentos e a qualidade das águas das bacias hidrográficas.

Nas últimas décadas a Amazônia vem sofrendo por diversas mudanças na paisagem e, entre as causas principais estão a expansão agropecuária, urbana e rural, mas fundamentalmente, nos últimos anos a expansão da mineração (RIBEIRO et al, 2020).

O objeto do estudo desta pesquisa, é apresenta uma paisagem diversificada, formando um mosaico geológico desde a nascente até a foz do rio Uraricoera. O foco de estudo da pesquisa se posiciona na orientação Oeste-Noroeste da alta bacia do rio Uraricoera e parte ocidental da média bacia, onde localizam-se as estações de monitoramento Auaris e Uaicás da Agência Nacional de Águas - ANA.

Nesta posição, a geologia compreende os domínios do Planalto Sedimentar de Roraima (SANDER, 2015). Na área da alta bacia do complexo rio Parima-Uraricoera Serra Parima, há registros de minerais como ouro; calcário; diamante; entre outros. Destaque para o Planalto do Interflúvio Amazonas – Orenoco, conjuntos de montanhas com altitudes que variam entre 600 e 1.200m estendendo-se na orientação, Oeste-Noroeste, com vales dissecadas em cristas e colinas ravinadas, de forte declive e vales encaixados (CARVALHO, 2010).

Destacam-se nesta unidade as Serras Parima e Pacaraima, região muito pesquisada por (BEZERRA NETA; TAVARES JÚNIOR, 2008). Com predomínio do clima Af e Am, apresentam chuvas com volumes anuais que variam de 2.600 mm no Extremo Noroeste, até 1.300mm no Extremo Oeste (SANDER, 2015. p.13; ZEE/RR, 2017. p. 22).

A floresta tropical húmida é predominante na posição superior e parte ocidental da média bacia do rio Uraricoera, se caracterizando por solos geralmente ácidos e pobres em nutrientes, devido à rápida decomposição da matéria orgânica. A geologia inclui uma mistura de solos lateríticos ricos em ferro e alumínio e argilosos, local já bastante explorado por (EVANGELISTA, R. O.; SANDER, C.; WANKLER, F.L.É, 2008).

É Nesse cenário que a bacia do Uraricoera vem sofrendo por ocupação irregular da atividade do garimpo ilegal em suas redes de drenagem, o que resulta na degradação dos ecossistemas florestais, comprometendo o equilíbrio do sistema bacia, bem como a proteção dos solos superficiais, descaracterizando a paisagem natural, pondo em risco as nascentes e mananciais de água doce e contaminando com mercúrio o meio ambiente.

Dessa forma, esta pesquisa tem como foco apresentar uma análise multi-temporal do uso do solo pela atividade garimpeira ilegal na bacia hidrográfica do rio Uraricoera, Roraima, no extremo norte do Brasil em relação as alterações da paisagem e o impacto da carga de sedimentos suspensos.



Do ponto de vista pessoal, social e econômico é importante ressaltar que, a bacia do rio Uraricoera chama atenção por ser um dos principais tributários da bacia do Rio Branco no estado de Roraima, cumprindo função de integração territorial, objeto das atividades econômicas no campo e na cidade, é importante no papel social e cultural das comunidades banhadas por suas águas.

E como cidadão Roraimense, que aqui habito a mais de 32 anos, expresso preocupação com o futuro dos recursos naturais dos quais suprirá a necessidades dos meus descendentes.

Daí a importância de dados científicos e confiáveis, que forneçam previsibilidade para monitorar e conter a expansão de novos possíveis impactos ambientais decorrentes da atividade garimpeira e outras que ponham em risco a integridade da bacia do rio Uraricoera e por extensão a bacia do Rio Branco.

Consequentemente, esta pesquisa busca contribuir para o acréscimo qualitativo do acervo de dados e o aperfeiçoamento da gestão, a fiscalização e o controle dos órgãos e instituições governamentais, privadas e da sociedade civil organizada. Além de contribuir para a tomada de decisões técnicas e científicas por parte de pesquisadores, acadêmicos e gestores. Portanto, na esperança de um futuro melhor, deixo aqui minha contribuição.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados durante a pesquisa, foram descritos a seguir em cinco fases: Os bibliográficos, que serviu de subsídio na produção do referências teóricos. O site (USGS), que contribuiu na composição de bancos de dados com imagens de satélites das áreas da pesquisa.

O aplicativo (ArcGIS 10.6.1, 2002), que formatou e configurou os mapas da área da pesquisa. O site Hidroweb/ANA, que forneceu os dados sedimentológicos e de precipitação da área pesquisada. O site do MapBiomass, que através do catálogo do desmatamento subsidiou a pesquisa com dados do desmatamento.

**Tabela 1 - Materiais Utilizados.**

Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
<b>Levantamento Bibliográfica</b>	<b>Cartográficos e de sensores remotos</b>	<b>Aplicativos digitais e equipamentos remotos</b>	<b>Aplicativos digitais e equipamentos remotos</b>	<b>Catálogo do desmatamento Por garimpo ilegal</b>
Dissertações, teses, artigos, livros e revistas e etc.	USGS / ZEE/RR	ArcGIS 10.6.1	Hidroweb/ ANA	MapBiomass



Fundamentação teórica.	Banco de dados	Mapa de localização; Mapas fisiográficos; Mapa de expansão das alterações da paisagem por desmatamento; Mapa da baixa bacia;	Dados da concentração de sedimentos; suspensos; Dados de chuvas;	Dados do desmatamento por garimpos ilegais na bacia do rio Uraricoera
Revisão bibliográfica	Imagens de satélites			

Fonte: Autor

As etapas metodológicas da pesquisa foram dividida em seis fases. Quanto ao tipo de método empregado, a pesquisa pautou-se pelo método dedutivo, com levantamento de dados e informações de caráter exploratório, descritivo e explicativo.

Diante do perfil da pesquisa, Seabra (2009) propõem uma abordagem qual-quantitativa, visto que os recursos hídricos se destacam pelos aspectos quantitativos; entre eles, o volume, o comprimento, e a forma, bem como por suas características qualitativas; sociais, culturais, ambientais e económicas.

Na primeira fase, a metodologia iniciou-se com a observação de campo junto aos técnicos da CPRM, durante coleta de sedimentos em um ponto da baixa bacia do rio Uraricoera. Com intuito de compreender a dinâmica como ocorre as medições.

De acordo com a segunda fase, ocorreu a escolha e o processamento das imagens de satélites da área pesquisada através do site USGS, seguida da produção de mapas, com objetivo de verificar o grau de degradação ambiental promovido pelo garimpo ilegal na paisagem da bacia.

A terceiro fase, foi analisado, separado e classificado os dados sobre desmatamento junto ao catálogo de desmatamento do (MapBiomas, 2020) para os municípios drenados pela bacia.

Na quarta fase, foram coletados os dados de sedimentos e de precipitação junto as estações de monitoramento da Agência Nacional de Águas – ANA, via site Hidroweb-.

A quinta fase, serviu para realizar os cálculos através a matemática descritiva. E na sexta fase da pesquisa, foram realizadas as associações e comparações entre desmatamento e sedimentos suspensos. Utilizando-se da matemática descritiva.

**Tabela 2- Etapas metodológicas da pesquisa.**

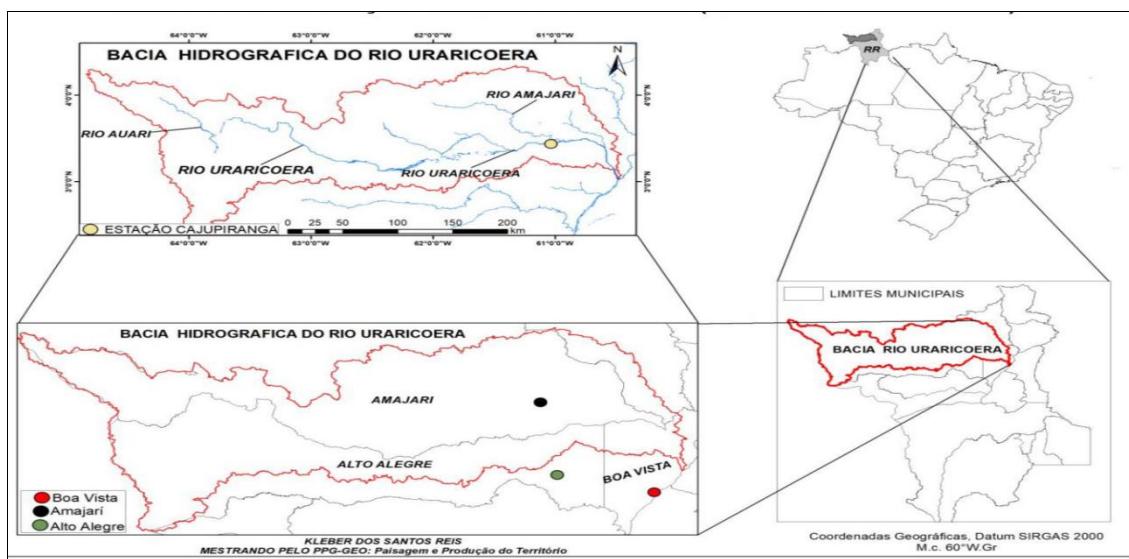
<b>1 fase</b>	<b>2 fase</b>	<b>3 fase</b>	<b>4 fase</b>	<b>5 fase</b>	<b>6 fase</b>
<b>Observação de Campo</b>	<b>Pesquisa e seleção das imagens</b>	<b>Processamento de dados do desmatamento</b>	<b>Dados da Carga de Sedimentos</b>	<b>Estatística Descritiva</b>	<b>Associação dos Dados</b>
Atividade de campo	Coleta de imagens USGS/ Google hert pro.com	Coleta de dados MapBiomas	Coleta de dados Hidroweb-ANA	Fórmula da diferença percentual Fórmula da Média Fórmula da Mediana	Associação dos dados de desmatamento e carga de sedimentos
CPRM	Banco de dados	Bancos de dados	Banco de dados	Influência do fator chuva na carga de sedimentos. Valores totais; Médios; Medianos; Metade superior e Metade inferior	Interpretação dos dados
Coleta de sedimentos	Imagens de satélites 5 e 8 SRTM e OLI	Analise dos dados do Desmatamento por (ha)	Analise dos dados de precipitação (mm)	Interpretação dos dados	Resultados
Gabinete	Produção de mapas e fotografias áreas	Produção de tabelas e gráficos do desmatamento	Analise dos dados Carga de sedimentos (mg/l)	Resultados e discussões	Considerações finais
	Gabinete	Gabinete	Gabinete	Gabinete	Gabinete

Fonte: Autor



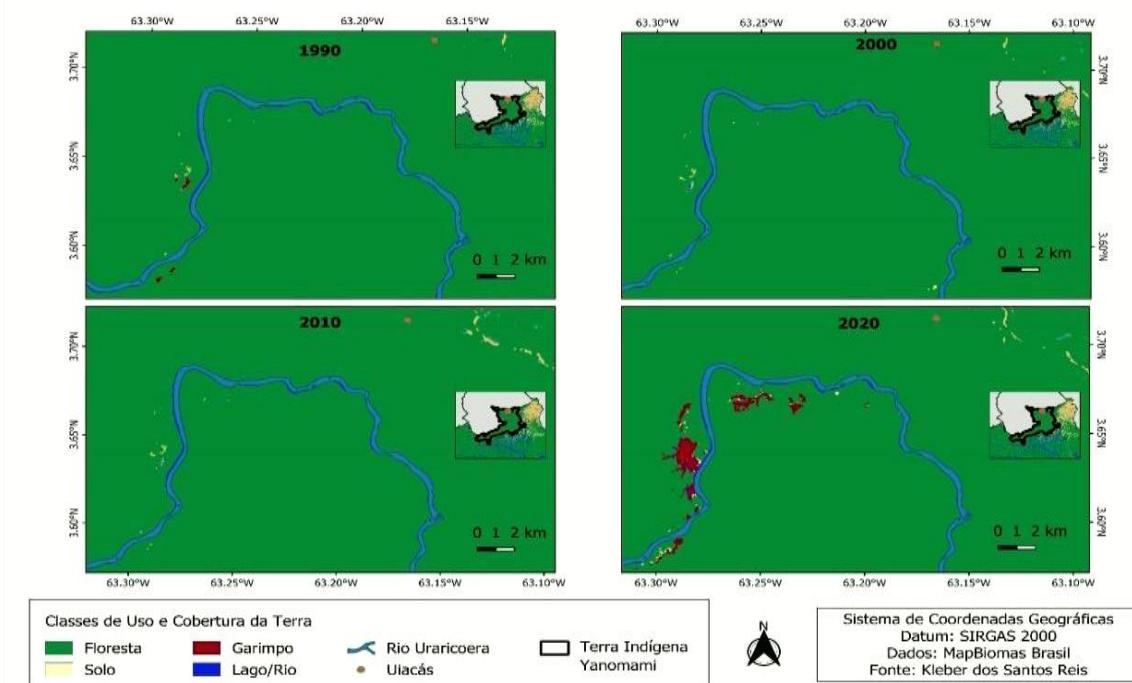
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia do Uraricoera drena uma área total de 49.630 km<sup>2</sup>, com um perímetro de 1.525 km<sup>2</sup>, tendo sua nascente posicionada na Serra Parima, correspondendo às cabeceiras do rio Parima (ou rio Uatatas), com comprimento de 499.506 km. Situa-se dentro do quadrante da área delimitado pelas Latitudes (4°17'28,278" N) e (2°42'45,475" N) e Longitudes (64°49'18,129" W) e (60°11'1,886" W). A bacia hidrográfica do rio Uraricoera alcança os municípios de Amajari, Alto Alegre, Pacaraima e Boa Vista, capital do Estado de Roraima (SILVA e CARVALHO, 2020, p.11) (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa da área de estudo.

O mapa abaixo, revela a série histórico das transformações da paisagem por desmatamento do garimpo ilegal entre 1990 até 2020. A evolução da retirada da cobertura vegetal, revela uma paisagem que vem sofrendo com a ação sistemática da atividade garimpeira ilegal. Para melhor compreensão, separamos neste artigo um recorte na posição da média bacia do rio Uraricoera. Desse modo, ao analisar o período de 2020, os dados demonstram uma evolução constante e sistemática do desmatamento por garimpo ilegal (Figura 2).



**Figura 2.** Mapa de alteração da paisagem por garimpo região alta bacia Uaicás.

### Descrição dos dados da década 2010:

Ao analisar os dados sobre desmatamento no bioma Amazônico, Maria-Saraiva, (2024) descreve que a intensa exploração dos recursos naturais têm transformado radicalmente a paisagem das florestas tropicais húmidas no Brasil.

A conservação do estado natural da paisagem da bacia do rio Uraricoera é importante na manutenção dos aspectos hidrológicos, ecológicos e climáticos. Os ambientes úmidos, se torna ainda mais sensível diante dos aspectos que a influenciam, entre eles os tipos climáticos e destes, dois estão posicionados à montante e na média bacia do Uraricoera, localização onde concentram-se os garimpos ilegais. Nesta posição se difere os regimes hidrológicos que são determinantes para o equilíbrio do sistema bacia de acordo com (IBGE, 2005) e (ZEE RR, 2022).

A retirada sistemática da cobertura vegetal pelo garimpo como descrito no mapa da (figura 2) pode, em tese, influenciar os sistemas climáticos, o regime de chuvas, os sistemas aquáticos e terrestres, nos períodos de cheia e vazante, nas mudanças do uso e ocupação do solo, e nas atividades econômicas, caso seja, alterando o ciclo hidrológico nesta posição e nas regiões próximas.

Ao refletir sobre esse tema, Pereira (2019) esclarece que, de acordo com as alterações causadas pela ação humana, visto que, esses desenvolvem excelente aptidão para modificar consideravelmente a paisagem no entorno das bacias hidrográficas, como indicar ser o caso da bacia do Uraricoera.

### **Análise dos dados:**

Em 2010, houve reduções expressivas em três dos cinco eventos pesquisadas na posição da média bacia do rio Uraricoera, os índices de desmatamento, reduziram o valor absoluto em -39,87% hectares.

Por outro lado, os valores médios obtiveram forte elevação em 99,52%, hectares e o valor central a mediana registrou 67,65%. Quanto à metade inferior, também reduziu em -72,58% e a metade superior em -56,29%.

A análise dos dados supracitados atesta uma mistura de aumentos e reduções importantes nas métricas utilizadas. Para compreender melhor essa dinâmica, vamos detalhar cada uma das métricas.

**Redução Geral:** A redução total de -39,87%, pode indicar que o desmatamento total reduziu significativamente no período correspondente. Isso pode sugerir uma melhoria na gestão das florestas e ou implementação de políticas ambientais mais eficazes no combate ao garimpo ilegal.

### **Aumento da média:**

A média das amostras de desmatamento aumentou em 99,52%. Isso pode significar que, embora o valor do desmatamento total tenha reduzido, os eventos de desmatamento que ocorreram se tornaram, em média, significativamente maiores. Isso pode indicar, que os eventos menores e mais frequentes foram mais intensos.

### **Redução da mediana:**

A mediana diminuiu em -67,65%, indicando que o desmatamento típico reduziu, e sugerindo que os eventos de desmatamento mais comuns foram substancialmente menores. No entanto, o desmatamento nessa posição da bacia só ocorre por um tipo de classe, o desmatamento por garimpo ilegal.

O valor central da mediana, descreve um padrão assimétrico de comportamento, com oscilação e variabilidade dos dados ao longo de toda série histórica. Isso sugere algum tipo de desequilíbrio na média bacia do rio Uraricoera, em termos de retirada da cobertura vegetal bem como consequência, afeta os aspectos paisagísticos (CARVALHO, 2010).

### **Redução da metade inferior:**

A redução foi de -72,58%, a metade inferior das amostras indicam que eventos de desmatamento reduziram drasticamente. Isso pode sugerir, um controle maior e eficaz sobre os eventos menores e mais frequentes de desmatamento.

### **Redução na metade superior:**

A redução de -56,29% na metade superior das amostras indica que os maiores eventos de desmatamento também foram reduzidos um pouco mais da metade, mas em menor grau comparado aos eventos menores da metade inferior. Isso pode sugerir, que houve uma redução significativa nos eventos mais severos de



desmatamento em áreas maiores, embora não tão drástico quanto na metade inferior das amostras.

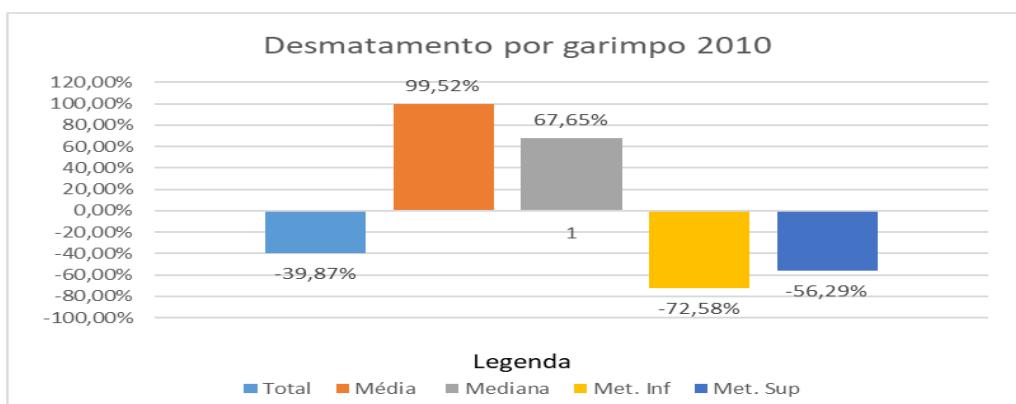
### Distribuição das reduções:

Algumas das possíveis explicações para essa evolução oscilante dos dados, podem incluir desde melhoria nas políticas ambientais que de modo geral pode ter contribuído para a redução mais ampla do desmatamento no período.

Portanto, a tendência geral indica uma melhoria na gestão do desmatamento neste período, mas também sugere a necessidade de abordar os eventos mais intensos para continuar a redução efetiva do desmatamento em todas as suas formas. Também, é importante identificar os motivos das oscilações dos dados descritos no (gráfico 3).

De qualquer forma, a contínua prática de desmatamento por garimpo nos últimos dez anos tem crescido de forma exponencial e sem controle, promovendo impactos hidrológicos, ecológicos e paisagísticos significativos.

Sobre isso, Ramos et al, (2020) relata que o desmatamento promovido pela mineração, além de modificar a paisagem, expõe o solo à erosão, podendo influenciar no aumento da carga de sedimentos em suspensão (GUIMARÃES et al., 2000; MAHAFFEY, 2004).



**Figura 3.** Gráfico do desmatamento por garimpo na área indígena Yanomami média bacia do rio Uraricoera 2010. **Fonte:** MapBiomass, (2023).

O gráfico da (figura 4), indica período mais intenso do desmatamento por garimpo ilegal, média bacia do rio Uraricoera partir de 2020, este período pode sugerir que o monitoramento e fiscalização reduziu exponencialmente. Sobretudo, a partir de 2019, momento que o Brasil foi presidido pelo ex-presidente Jair Bolsonaro.

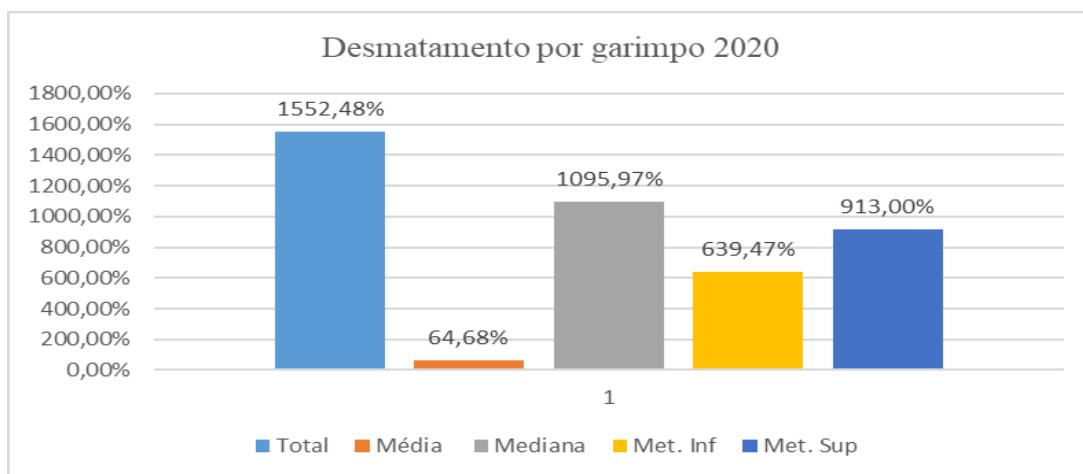
Nessa época, o governo reduziu intencionalmente o monitoramento e fiscalização dos órgãos de controle ambiental, como é o caso do IBAMA e ICMbio. Adotando uma política de incentivo a mineração de forma desordenada por garimpeiros ilegais e garimpeiros industriais, organizados com mecanização para extração do minério de ouro, mas também de outros minérios como a cassiterita.



Além disso, a valorização do ouro no mercado internacional serviu de incentivo e atrativo à diversas organizações criminosas que atuam nos grandes centros urbanos do país.

Nesse período, o governo reduziu o monitoramento e a fiscalização do IBAMA. O desmatamento que havia reduzido em 2010 para -39,87% hectares, agora em 2020 saltou abruptamente para 1.552,48% de hectares.

A metade inferior e superior, registrou em 2010 taxas negativas, e em 2020, apontou altas significativas e alarmantes. Desse modo, de forma geral, em 2020 todos os eventos produziram índices que apontaram altas extremas no desmatamento. O que pode indicar, um forte retorno das atividades garimpeiras ilegais, visualizadas no gráfico abaixo (figura 4).



**Figura 4.** Desmatamento por garimpo na área indígena Yanomami média bacia do rio Uraricoera 2020. **Fonte:** MapBiomas, (2023).

Quanto ao eventos da carga em suspensão, em 2010, o valor total diminuiu em -76,46% mg/l, indicando uma queda substancial no conjunto dos eventos ao longo deste período. Isso sugere que, em geral, os valores agregados do conjunto de dados reduziram drasticamente.

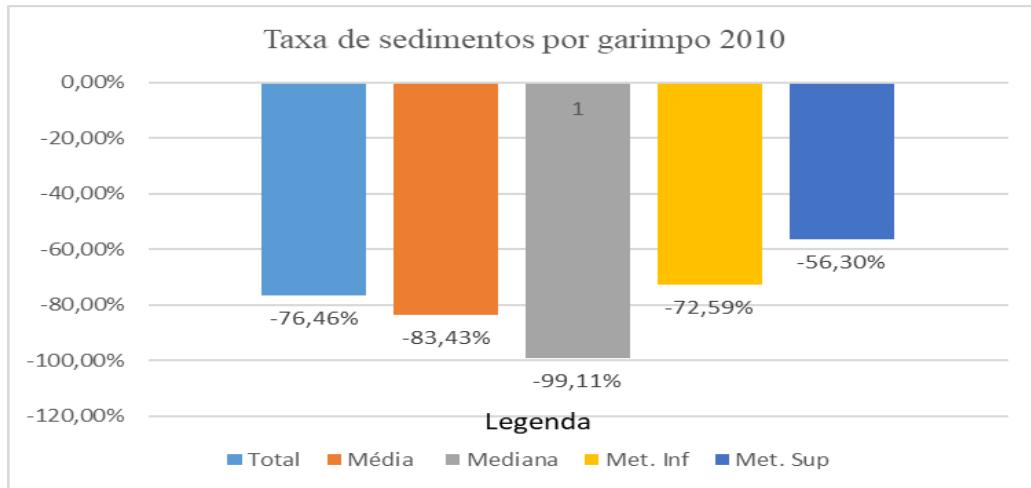
Quanto a média, pode indicar a presença de alguns valores muito baixos que puxaram a média para baixo, mesmo que a maioria dos valores tenha aumentado. Assim também, a mediana dos sedimentos teve redução de -99,11%mg/l.

A metade inferior da amostra ou eventos menores, reduziu em -72,59%mg/l, indicando que os valores menores dentro do conjunto de dados sofreram uma grande redução. Isso implica que os valores mais baixos ficaram ainda menores, agravando a situação para a parte inferior da distribuição.

Igualmente, a metade superior da amostra diminuiu em -56,30%mg/l de sedimentos, indicando que os valores dos eventos maiores também reduziram extremamente, não tanto quanto a metade inferior, ainda assim representa uma redução substancial nos valores superiores.

**Queda generalizada:** A redução significativa em todos eventos sugere que a maioria dos componentes do conjunto de dados teve um desempenho melhor quanto a produção da carga de sedimentos suspensos.

Isso pode indicar, um desempenho geral ruim nos eventos de concentração de sedimentos suspensos. E talvez, descreva redução de eventos da atividade mineradora ilegal nesse período, influenciando na queda do desmatamento por garimpo ilegal (figura 5).

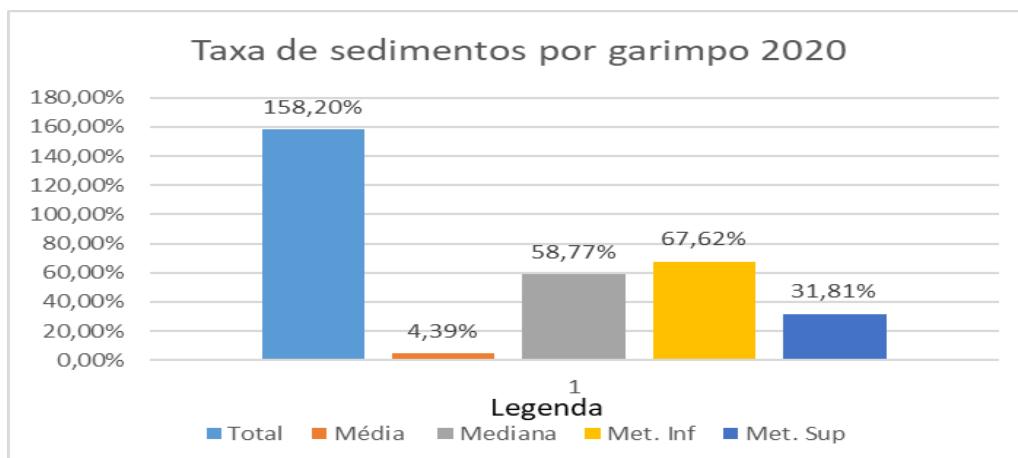


**Figura 5.** Gráfico da carga de sedimentos na área indígena Yanomami média bacia do rio Uraricoera 2010. **Fonte:** Hidroweb/ANA, (2022).

Em 2020, houve acréscimos significativos em todos os eventos de sedimentos, o aumento total absoluto foi de 158,20% mg/l de sedimentos, a média também teve forte aumento em 4,39% mg/l de sedimentos suspensos e a mediana registrou 58,77% mg/l de sedimentos suspensos.

Quanto à metade inferior, também aumentou os eventos em 67,62% mg/l sedimentos suspensos e a metade superior em 31,81%. Ao contrário da década anterior que demonstrou redução em todos eventos da carga de sedimentos.

A década de 2020, iniciou com significativos aumentos, a taxa total registrou aumento significativo de 158,20%, enquanto o número médio dos eventos também cresceu em 4,39%. A mediana também sofreu um aumento em 58,77%. Isso pode comprovar que a área central onde ocorreu o acréscimo de sedimento, talvez seja por conta do desmatamento que ao longo do tempo cresceu drasticamente. (figuras 6).



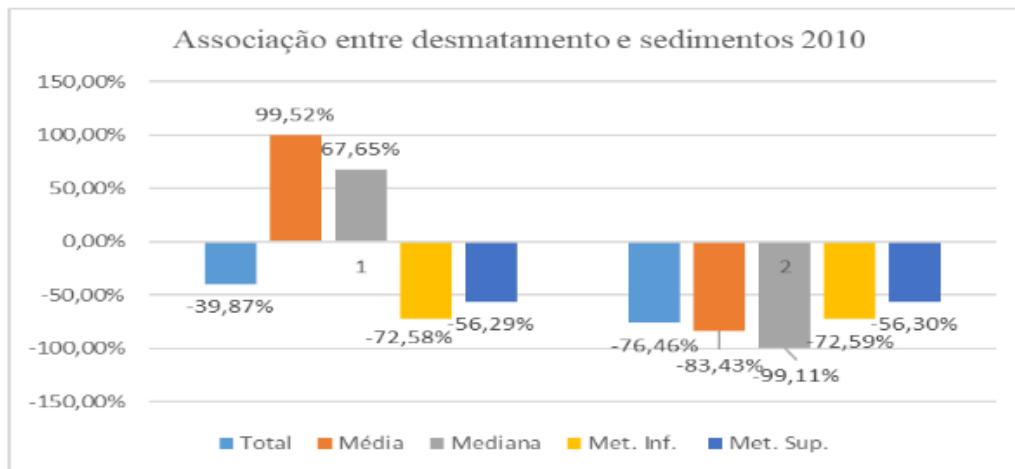
**Figura 6.** Gráfico da carga de sedimentos por garimpo na área indígena Yanomami média bacia do rio Uraricoera 2020. **Fonte:** Hidroweb/ANA, (2022).

Ao associar os dados de desmatamento e sedimentos suspensos em 2010, verificou-se que o total dos eventos pesquisadas reduziram em -39,87% ha o desmatamento e -76,46% mg/l de sedimentos. Esse período, parece indicar um ganho na preservação do desmatamento e da erosão por atividade do garimpo ilegal.

Quanto a média, o desmatamento registrou alta significativa de 99,52%, contra redução - 83,43 na redução da carga de sedimentos. Talvez, o desmatamento tenha ocorrido durante o período de estiagem da região. Isso, poderia justificar a assimetria entre os dados.

A mediana do desmatamento de 67,65% ha, contra a redução de -99.11% mg/l de sedimentos. Nesse caso, parece indicar, outra assimetria nos dados. A metade inferior do desmatamento indicou -72,58%ha. Contra -72,59% mg/l de sedimentos. Nesse caso os eventos menores de desmatamento e sedimentos são praticamente simétricos. O que pode atestar, em tese, a conjunção de fenômenos, ou a resiliência da atividade garimpeira.

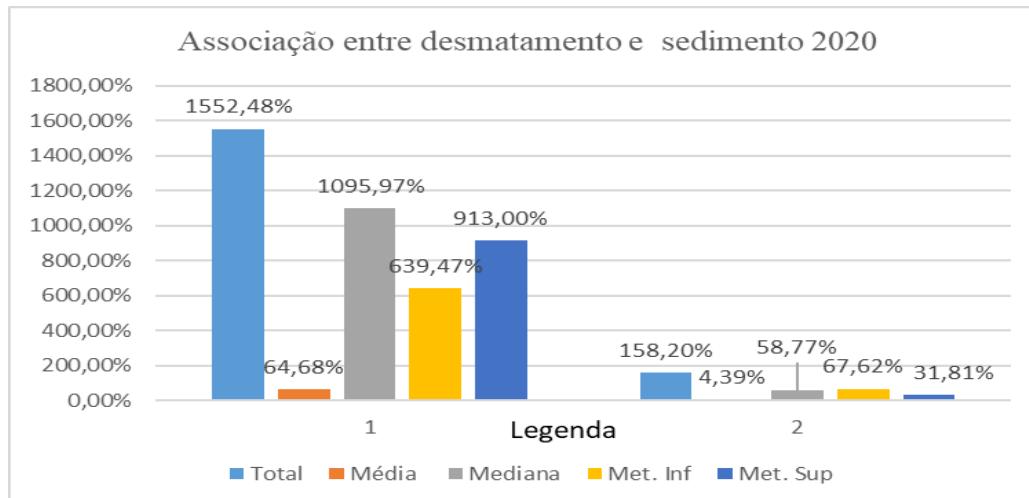
Também foi registrado, redução nos eventos maiores para desmatamento em - 56,29%ha e para carga em suspensão -56,30%mg/l de sedimentos, asseverando simetria perfeita entre os fenômenos. Isso, talvez indique um processo de maior eficácia no controle do desmatamento, sugerindo redução do desmatamento e na carga de sedimentos em suspensão por atividade do garimpo ilegal (figura 7).



**Figura 07.** Gráfico da associação entre desmatamento e sedimentos 2010.

**Fonte:** MapBiomas e Hidroweb/ANA 2023

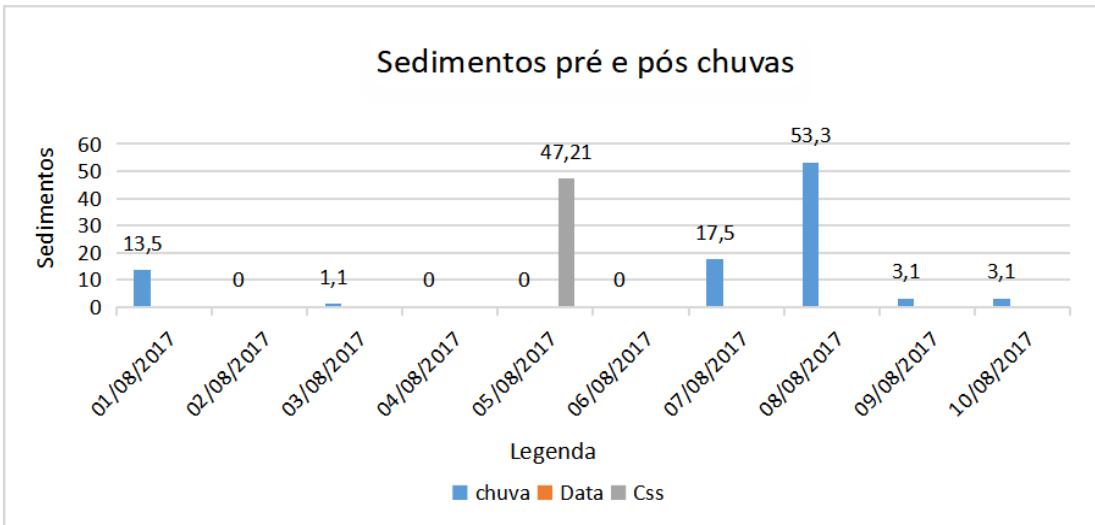
O gráfico abaixo da (Figura 8), talvez indique que no período de 2020, houve forte elevação dos eventos de desmatamento por garimpo ilegal, acompanhada de elevados acréscimos dos valores de sedimentos em suspensão. O que pode indicar, um significativo incremento das atividades de garimpo ilegal .



**Figura 8.** Gráfico da associação entre desmatamento e sedimentos suspensos 2020.

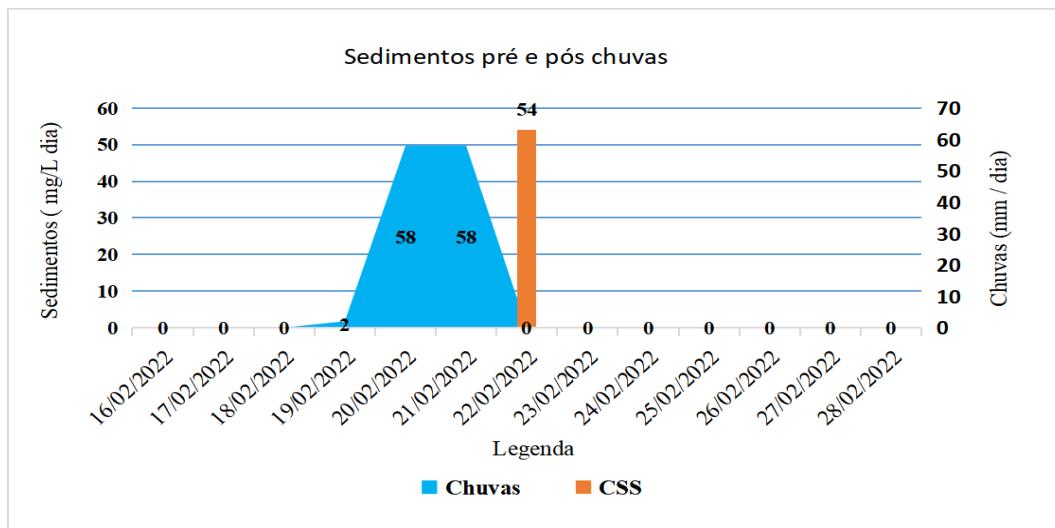
**Fonte:** MapBiomas e Hidroweb/ANA, (2023).

Os dados demonstrados no gráfico abaixo, sugere, que a elevada taxa de 47,21 mg/l de sedimentos registrado no dia 05/08/2017 pode ter sido influenciada pela erosão devido ao desmatamento por garimpo ilegal, visto que os sedimentos antecederam o dia mais chuvoso que registrou 47,21 mg/l (figuras 12).



**Figura 09.** Gráfico de influencia fator chuvas na resposta visual da água e na carga de sedimentos estação chuvisca 2022. Estação de monitoramento Passarão. **Fonte:** Agência Nacional de Águas - ANA.

Os eventos anteriores de desmatamento sugerem alguma associação com os eventos de erosão e precipitação. Nesse caso, é possível que a carga elevada de 54 mg/l de sedimento tenha sido influenciada pela precipitação nos dias entre 18 de fevereiro de 2022 à 22 de fevereiro de 2022. (figura 13).



**Figura 10.** Gráfico influênci a fator chuvas na resposta visual da água e carga de sedimentos- Período seco 2022. Estação de monitoramento passarão. **Fonte:** Agência Nacional de Águas - ANA.

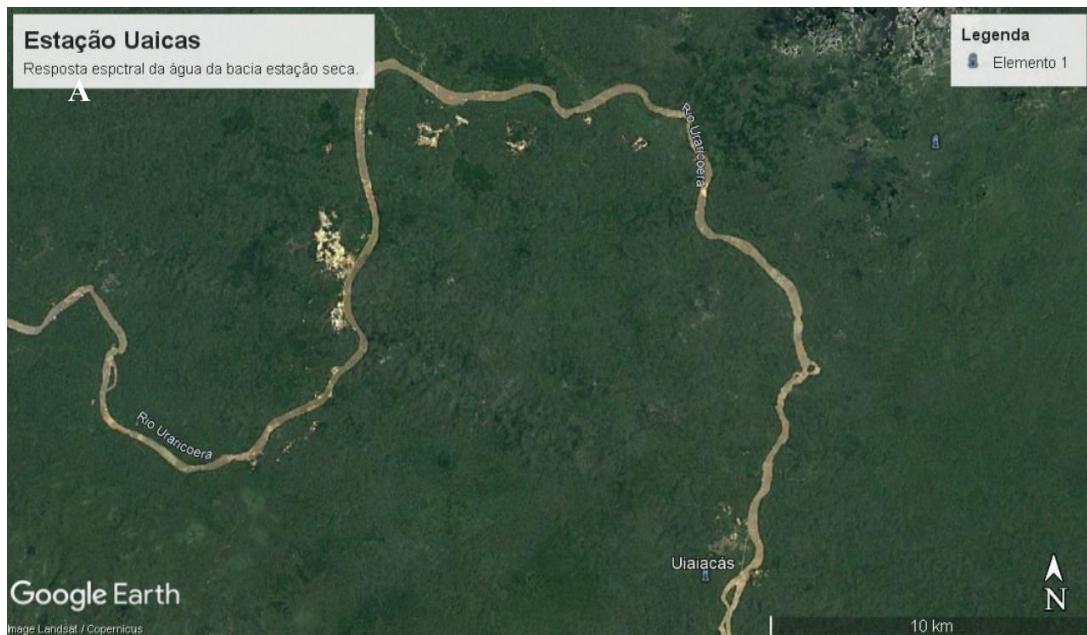
Nessa posição, a atividade de garimpo ilegal contribui historicamente para mudanças na paisagem e no regime hidrossedimentológico. Esse cenário, torna-se evidente na paisagem e na turbidez da água do rio Uraricoera e no registro de imagens de satélites, como se pode visualizar na posição da estação Uaicás, média bacia do rio Uraricoera na figura abaixo.

A figura (A) abaixo, indica o grau de impacto sofrido pela paisagem após atividade do garimpo ilegal.

A resposta visual da água da bacia indica maior turbidez na estação seca; figura (A), isso pode indicar outros fenômenos atuando na produção de sedimentos, além das chuvas que são raras visto que no período seco a influencia das chuvas diminuem sensivelmente no transporte de sedimentos suspensos (SANDER,2015) (Figura 9).

Na figura (B), corresponde a estação das chuvas, nesse caso, a resposta visual da água da bacia foi menor com relação à turbidez da água, bem com também no deslocamento e transporte de sedimentos suspensos.

Em geral, as precipitações são agentes naturais que atuam no processo erosivo. As gotas de chuvas ao caírem em terrenos inclinados desagregam as partículas, provocando o deslocamento e lavagem do solo, removendo a camada superficial dos solos, de acordo com (CARVALHO, 2014) (Figura 10).



**Figura 11.** Grau da resposta visual da água da bacia e imagem da área degradada por garimpo ilegal- estação seca (A), 01/2023, (estação chuvosa).

**Fonte:** <http://earth.google.com/> 2023.





**Figura 12.** Alterações na paisagem pela atividade do garimpo. (B), 05/2023, estação de monitoramento Uaicas-2023. **Fonte:** <http://earth.google.com/> 2023.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre mudança na paisagem e carga de sedimentos não é uma relação direta, como foi possível constatar durante a pesquisa; outros fatores podem intervir nesta relação. Como as precipitações, as correntezas do canal, a retirada da cobertura vegetal dentre outros.

Contudo, as alterações visíveis na paisagem da bacia do rio Uraricoera, sugere que devido a particularidade da região, foram motivadas exclusivamente por garimpos ilegais.

Como retratadas nesta pesquisa, devido à natureza predatória da atividade do garimpo ilegal, em sua forma artesanal ou industrial, ele produz grandes impactos ambientais, e que podem ser metricamente averiguadas devido aos dados estatísticos do desmatamento por garimpo na bacia do rio Uraricoera.

Bem como pelo catálogo do MapBiomas, que através do Sensoriamento Remoto foi possível perceber a evolução da retirada da cobertura vegetal entre as décadas de 1990, 2000, 2010 e 2020.

O recorte a partir de 2019, chama atenção por revelar altas taxas de desmatamento e aumento importante da carga de sedimentos suspensos, contudo, a estimativa é que os dados posteriores indiquem tendência de redução futura.

Desse modo, persiste a esperança que os sistemas de monitoramento, fiscalização e repressão governamentais voltem a mitigar as ações de degradação da bacia hidrográfica por garimpos ilegais, especialmente no que diz respeito a bacia hidrográfica do rio Uraricoera.

Assim sendo, é importante a conscientização da sociedade Roraimense sobre a importância de manter a integridade dos recursos naturais. Esses recursos, integra e envolve os municípios da região da bacia, em seus aspectos estéticos, paisagísticos, sanitários, Geomorfológico, hidrológicos e sedimentológicos.

Desse modo, através desta pesquisa fica aqui a esperança de um futuro melhor, um futuro que integre homem e recursos naturais, para que as próximas gerações possam usufruir sem o receio da escassez de água potável.

## **RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES**

Instalar os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH);  
 Implementar Projetos de Recuperação de Áreas Degradas - PRAD;  
 Intensificar o monitoramento e fiscalização da bacia através de parcerias com universidades, ONGs, Sivam, entre outros;  
 Estruturar melhor órgãos que atuam no combate direto; como IBAMA e ICMBio.

## **CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES**

**Concepção:** Kleber dos Santos Reis. **Metodologia:** Kleber dos Santos Reis, Carlos Sander e Thiago M. de Carvalho. **Análise formal:** Kleber dos Santos Reis. **Pesquisa:** Raíssa Fim Almeida. **Preparação de dados:** Kleber dos Santos Reis. **Escrita do artigo:** Kleber dos Santos Reis, Carlos Sander e Thiago M. de Carvalho. **Revisão:** Carlos Sander. **Supervisão:** Kleber dos Santos Reis, Carlos Sander e Thiago M. de Carvalho. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

## **REFERÊNCIAS**

- BESERRA, NETA L.C. TAVARES JÚNIOR, SS Geomorfologia do Estado De Roraima por Imagens de Sensores Remotos. Em: SILVA, PRF OLIVEIRA, R.S. (organizador). **Roraima 20 Anos:** Como Geografia de um Novo Estado. Ed. UFRR. Boa Vista, 2008. Disponível em: Editora da UFRR. Acesso em: 22 de agosto de 2022.
- CARVALHO, T. M. Sistemas e Ambientes Denudacionais e Agradacionais, Uma Primeira Aproximação para o Estado de Roraima, Norte da Amazônia. **Revista ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.8, n.16, jan. /março. 2014. p.82. DOI:10.18227.
- CARVALHO, T. M. Estatística Básica para Geografia. Lab. De Métricas da Paisagem, **Revista Geografia Acadêmica**, v. temático, nº 1. 2010.
- Esri. (2002). ArcGIS Desktop (Versão 8.1). **Redlands**, CA: Esri. Disponível em:<https://www.google.com/search?q=como+citar+o+referencial+ArcGis+vs.+8.Acesso+em:+24+junho.+2024.>



EVANGELISTA, R. O.; SANDER, C.; WANKLER, F.L. Estudo preliminar da distribuição pluviométrica e do regime fluvial da bacia do rio Branco, estado de Roraima. In: SILVA, P.R.F.; OLIVEIRA, R.S. (Org.). **Roraima 20 anos:** As geografias de um novo estado. Boa Vista: Editora da UFRR, p.142-167. 2008. Disponível em:<http://repositorio.ufrr.br/>. Acesso em 11 de novembro de 2022.

Estado de Roraima - **Zoneamento ecológico econômico do estado de Roraima** - (ZEE-RR). Roraima: (ZEE-RR), 2017.

GUIMARÃES, J. R. D. et al. Mercury net methylation in five tropical flood plain regions of Brazil: High in the root zone of floating macrophyte mats but low in surface sediments and flooded soils. **Science of Total Environment**, [S.I.], v. 261, n. 1-3, p.99-107, oct. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/Kbrq95pYDnwGD8DVVxYqtsm/>. Acesso em: 19 Abril. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de vegetação brasileira**. Rio de Janeiro RJ: IBGE, 2005. Disponível em: <https://www.terrabrasilis.org.br>. Acesso em: 09 novembro. 2022.

MAPBIOMAS. **Área ocupada pela mineração no Brasil cresce mais de dez vezes entre 1985 E 2020**. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 22 de agosto. 2022.

MARIA-SARAIVA, O. de Janyny Jhessyca et al. **Pequenos Remanescentes de Formação Florestal na Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco: Uma Análise em Ecologia da Paisagem**. Paraíba PB: Universidade Federal da Paraíba, 2024. Disponível em: <https://www.scholar.google.com.br>. Acesso em: 19 abril. 2024.

MAHAFFEY, K. R. Fish and shellfish as dietary sources of methylmercury and the omega-3 fatty acids, docosahexaenoic acid and docosahexaenoic acid: risks and benefits. **Environmental Research**, [S.I.], v.95, n.3, p.414-28, julho. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/Kbrq95pYDnwGD8DVVxYqtsm/>. Acesso em: 19 Abril. 2025.

PEREIRA, M. P. R. Modelagem de mudança do uso da terra no noroeste do Mato Grosso: Possibilidades de análise ambiental a partir da revolução da Geografia a Quantitativa. **Cadernos do Leste**. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://googleacademico.com.br>. Acesso em: 24 Abril. 2024.

RAMOS, ARA, OLIVEIRA, KA DE., E RODRIGUES, F. DOS S. Mineração à Base de Mercúrio nas Terras Indígenas Yanomami e Responsabilidades. **Ambiente e Sociedade**. Disponível:<https://doi.org/10.1590/18094422asoc20180326r2vu2020L5AO>. Acesso em: 27 dezembro. 2020.

RIBEIRO, D.; FERREIRA, V. B. S. **Análise Espaço-Temporal das Transformações na Paisagem no Município de Borba / AM**: UFAM, 1985 a 2020. Disponível em: <https://googleacademico.com.br>. Acesso em: 24 Abril. 2024.



SANDER, C. **Geomorfologia da Planície Fluvial do Alto Rio Branco em Roraima**: dinâmica e processo evolutivos. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá, Paraná, 2015.

SEABRA, G. **Pesquisa científica**: o método em questão. Editora Universitária da UFPB, João Pessoa, PB. v.155, t. 101, p. 42-43, 2009.

SILVA, T., T. CARVALHO. Compartimentação das bacias dos rios Uraricoera e Tacutu, Roraima, com base em parâmetros geomorfométricos do relevo. **Revista Ciência Geográfica Ciéncia Geográfica**. Bauru, SP. v.XXIV, p. 655-663, 2020.

USGS, SERVIÇO GEOLÓGICO DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. **Science for a changing world**. Disponível em: <https://www.usgs.gov>. Acesso em: 25 Outubro. 2022.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia.  
Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra  
licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0