



MAPBIOMAS

Nota Técnica sobre os sedimentos em Suspensão na Bacia do Tapajós

Cesar Diniz¹
Rogerio Marinho²
Luiz Cortinhas³
Luis Sadeck³
Pedro Walfir⁴
Julia Shimbo⁵
Marcos Rosa⁶
Tasso Azevedo⁷

1 Pesquisador da Solved e Coordenador Técnico do Mapeamento da Mineração e da Zona Costeira do MapBiomas

2 Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

3 Analista/Desenvolvedor Solved & MapBiomas

4 Professor da UFPA, Pesquisador do ITV e Coordenador do Tema de Mineração e da Zona Costeira do MapBiomas

5 Pesquisadora do IPAM e Coordenadora Científica do MapBiomas

6 Coordenador Técnico do MapBiomas

7 Coordenador Geral do MapBiomas

24.01.2022

Resumo

- Em **janeiro de 2022** ganhou destaque na imprensa e nas redes sociais a **expressiva turbidez do rio Tapajós**, em especial em Alter do Chão, conhecido pelas praias de águas cristalinas. Embora o aumento da turbidez das águas do Tapajós próximo a sua foz não seja um fenômeno novo, tem chamado a atenção pelo aumento de sua intensidade e duração prolongada ao longo do ano.
- Além da influência histórica do **carreamento de sedimentos pelo rio Amazonas** que, na **época de cheia, adentram o Tapajós** através de **canais que conectam ambos os rios**, recentemente esse aumento de turbidez tem sido atribuído à **exploração garimpeira na Bacia do Tapajós** em um trecho que vai desde Jacareacanga até Santarém.
- O **garimpo ilegal na Amazônia**, tanto terrestre quanto em rios (balsas), tem **crescido nos últimos anos**. A **Bacia do Tapajós** é uma das regiões onde este crescimento foi mais expressivo no Brasil, e é onde a **área de garimpo triplicou nos últimos 10 anos**, crescendo uma **área do tamanho da cidade de Porto Alegre**.
- Um dos principais impactos dessa atividade, é o **transporte de sedimentos** pelos rios e lagos da Amazônia. Para que possa **iniciar a busca por ouro**, a atividade garimpeira **desmata e escava** o solo amazônico ou **draga** o fundo dos rios. Os **sedimentos desta atividade** são **descartados diretamente** das **plantas de extração** (ou **lixiviados pelas chuvas**, já que perderam a proteção florestal) para os rios. Esta adição de sedimentos **altera as características físico-químicas** da água e por consequência, a **cor de rios e lagos**.
- A partir da **análise das imagens de satélites**, esta nota tem como objetivo **identificar o aumento da turbidez** das águas no **rio Tapajós** e suas possíveis origens, **considerando** o complexo **sistema hidrológico da bacia Amazônica** e a **influência da atividade garimpeira**.

Sumário

PARTE 1 - Contexto

1.1. Dinâmica Hidrossedimentar do rio Tapajós

(4-8)

1.2. Aporte sedimentar no rio Tapajós

1.3. Garimpo na Bacia do rio Tapajós

1.4. Mudanças de uso da terra no Médio Tapajós

PARTE 2 - Localização

(9)

PARTE 3 - Métodos

(10)

PARTE 4 - Resultados

4.1. Características visuais dos rios com ou sem sedimentos em suspensão

(11-20)

4.2. Influência do Amazonas nos sedimentos da foz do rio Tapajós

4.3. Influência da atividade garimpeira nos sedimentos do rio Tapajós

PARTE 5 - Considerações Finais

(21-22)

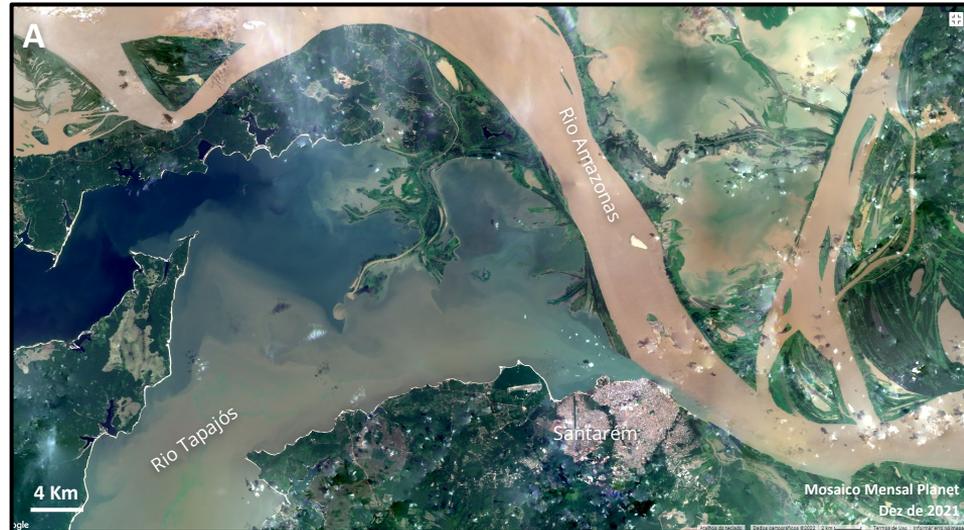
1. Contexto

1.1. Dinâmica Hidrossedimentar do rio Tapajós

Entre o seu **médio curso** e a **foz do Tapajós**, podemos identificar **dois processos** principais que alteram a **turbidez** (quantidade de **sedimentos em suspensão**) de suas águas:

A) Contato direto Amazonas-Tapajós e canais secundários que fazem conexão entre o rio Amazonas e a região da foz do Rio Tapajós;

B) Mudança de cobertura e uso da terra (principalmente garimpo).

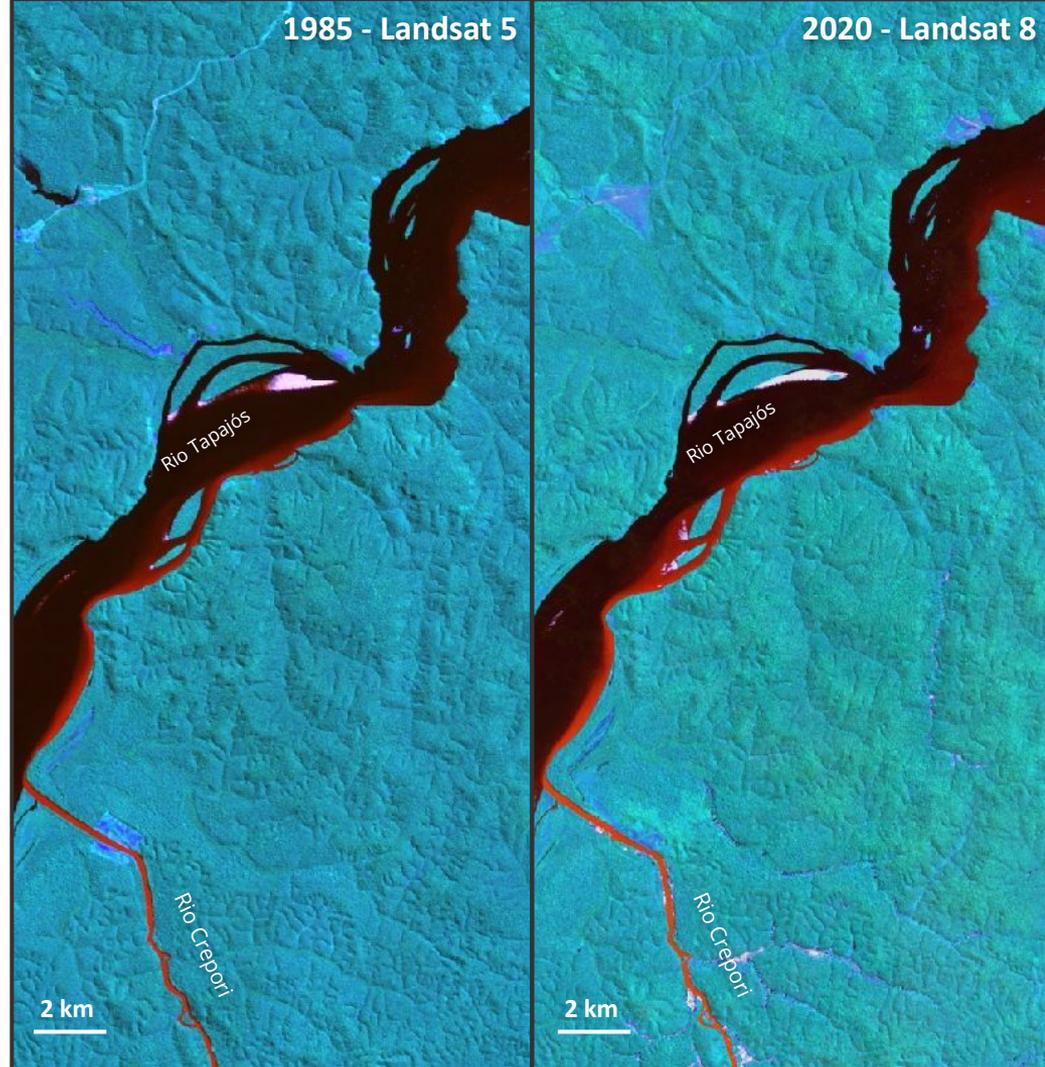


1. Contexto

1.1. Dinâmica Hidrossedimentar do rio Tapajós

O rio Tapajós é originalmente caracterizado como um **rio de águas cristalinas** (água claras), com baixa concentração **de sedimentos em suspensão**. Entretanto, esta característica tem sido **gradativamente alterada** em virtude das **mudanças de cobertura e uso da terra**, em especial, pela atividade **garimpeira** nos rios que desaguam no **médio Tapajós**.

Desde meados da **década de 70**, já se verifica atividade garimpeira na região. Entre outros, os rios **Crepori** e **Jamanxim**, distantes cerca de **300 km da foz** do Tapajós, são **tradicionalmente marcados por exploração garimpeira**.



1. Contexto

1.2. Aporte Sedimentar na Foz do Tapajós

Na foz do rio Tapajós com o rio Amazonas, forma um sistema hidrodinâmico interconectado por canais, característico de um sistema de “rias afogadas”. Quando o nível das águas no Amazonas está elevando no período de cheia, os canais que conectam o sistema Amazonas-Tapajós passam a injetar um maior volume de sedimentos que o observado no período de águas baixas.

Esse aporte sedimentar direto, oriundo do contato Amazonas-Tapajós e de seus canais secundários, constitui uma característica hidrogeomorfológica importante para o surgimento de plumas de sedimentos na foz do Rio Tapajós.

* Vale/depressão, relativamente profunda, formado pela erosão fluvial na foz de um rio



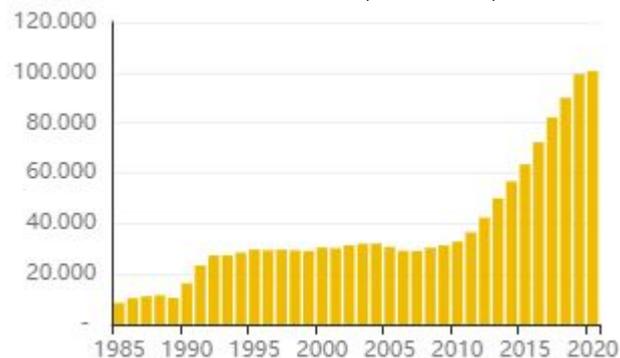
1. Contexto

1.3. Garimpo na Amazônia e a Bacia do rio Tapajós

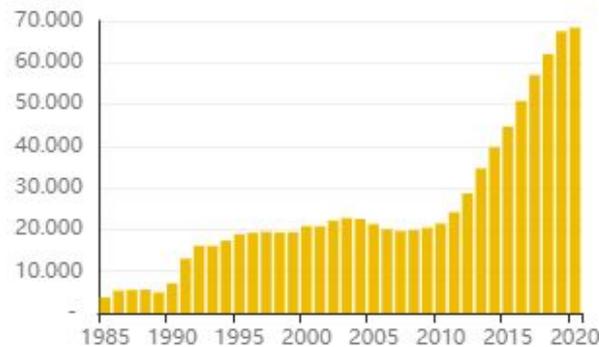
Segundo o MapBiomas (<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>):

- A **Amazônia** concentra **94%** (mais de 100 mil hectares) da área de garimpo, sendo mais de **50%** potencialmente **ilegais**, por ocorrerem dentro em **Terra Indígenas** e **Unidades de Conservação**. A área de garimpo no bioma cresceu 10x nas últimas três décadas, com **301%** de expansão em **UCs** e **495%** em **TIs**.
- A área de garimpos na bacia do **rio Tapajós** saltou de **21.437 ha em 2010** para **68.351 ha em 2020**, uma expansão de **46.914 hectares** (equivalente ao tamanho de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul).
- A **área de garimpos** detectados para o **ano de 2020** é o **recorde histórico** da série de dados, que conta com **36 anos** de imagens de satélite.

Área de Garimpo na Amazônia (valores em ha)



Área de Garimpo na Bacia do rio Tapajós (valores em ha)



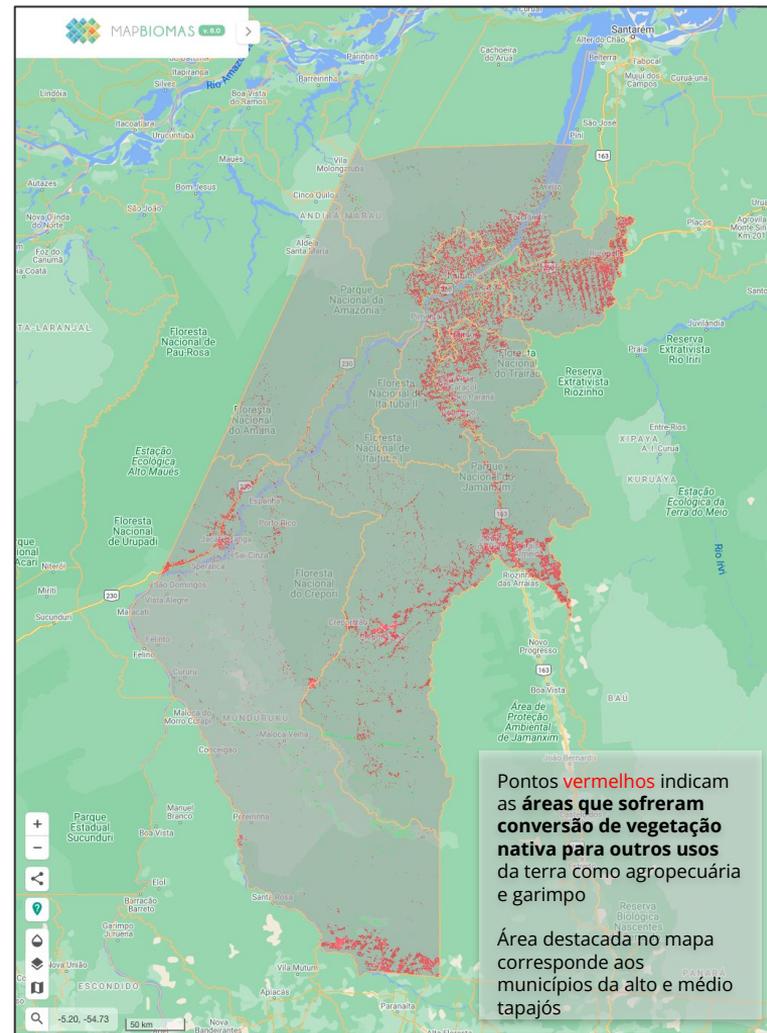
1. Contexto

1.4. Mudanças de uso da terra no médio Tapajós

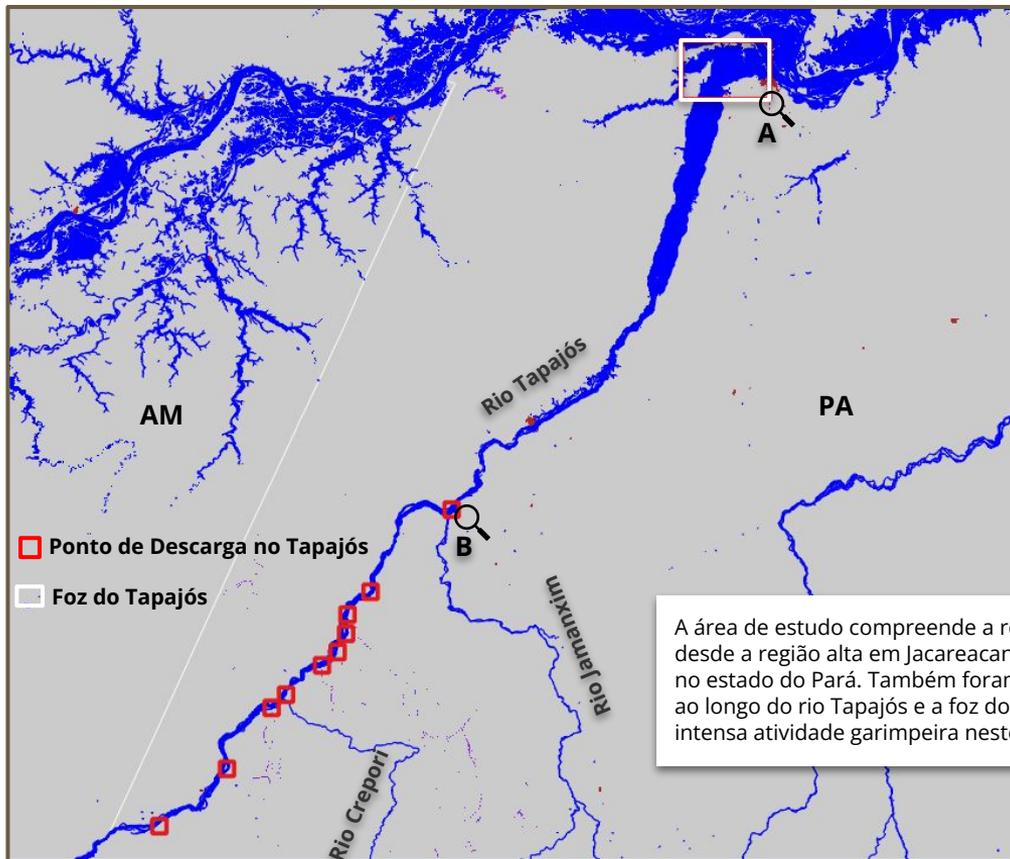
Atividade garimpeira se concentra na **margem direita** do rio Tapajós, e compõe uma das principais fontes de sedimentos para esse rio. Porém, **outros tipos de uso da terra** também contribuem, em conjunto, como **descarte de esgoto de cidades médias** (como **Jacareacanga** e **Itaituba**) e do desmatamento associado à **atividades agropecuárias** na região e atividades do **Porto de Miritituba**.

Assim, a atividade de **garimpo**, em conjunto com **outros tipos de usos da terra**, historicamente **contribuem** para **mudanças no regime hidrossedimentar** do **médio curso** do rio Tapajós.

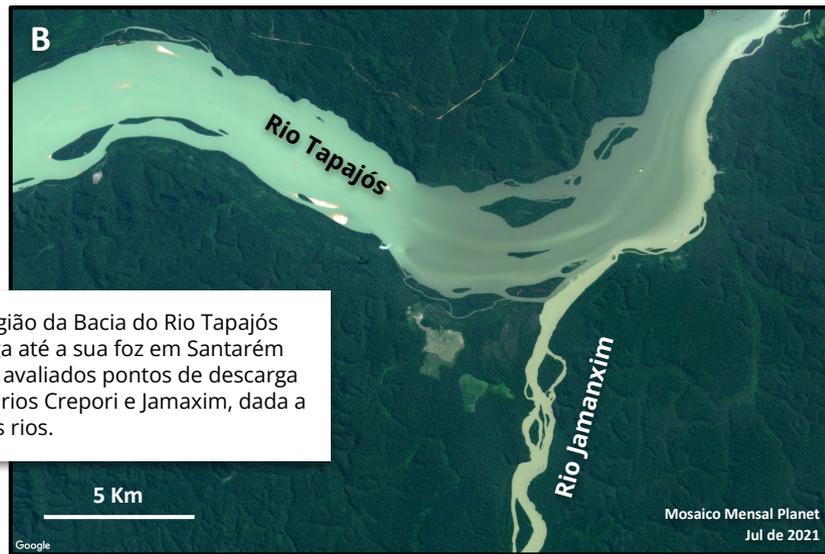
Apenas nos municípios de Jacareacanga, Trairão, Itaituba, Aveiro e Rurópolis que abrangem o **médio e alto Tapajós** a área de floresta convertida para outros usos chegou a **784 mil hectares desmatados** entre 1985 e 2020, uma área equivalente a 1,5x do Distrito Federal.



2. Localização



A área de estudo compreende a região da Bacia do Rio Tapajós desde a região alta em Jacareacanga até a sua foz em Santarém no estado do Pará. Também foram avaliados pontos de descarga ao longo do rio Tapajós e a foz dos rios Crepori e Jamaxim, dada a intensa atividade garimpeira nestes rios.



3. Método

Interpretação Visual de Imagens de Satélite

Para analisar o curso do médio Tapajós até sua foz no rio Amazonas, foram utilizados os mosaicos mensais de imagens de 4 m resolução, providos pela constelação de satélites da Planet, disponíveis desde 2017. Os mosaicos mensais foram utilizados em composição colorida RGB (cor verdadeira). As imagens Landsat e Sentinel e a Coleção 6 dos mapas de cobertura e uso da terra do MapBiomas foram utilizados como dados auxiliares.

Os mosaicos mensais utilizam todas imagens diárias disponíveis para o período de um mês, eliminando as área de cobertura de nuvens, névoas e outros ruídos. A necessidade de fazer uso de composições mensais, advém da alta cobertura de nuvens, especialmente durante o período chuvoso amazônico.

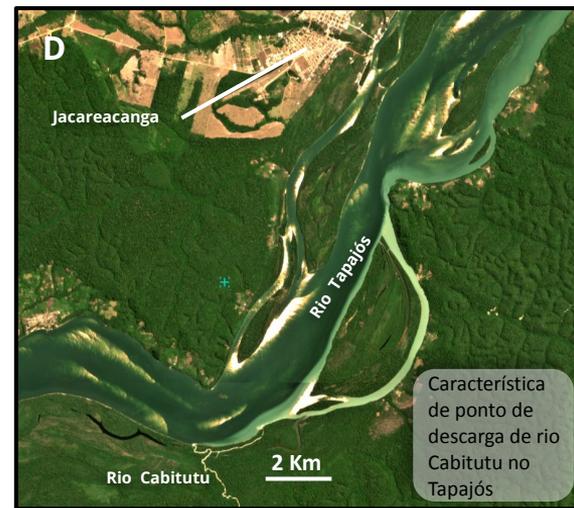
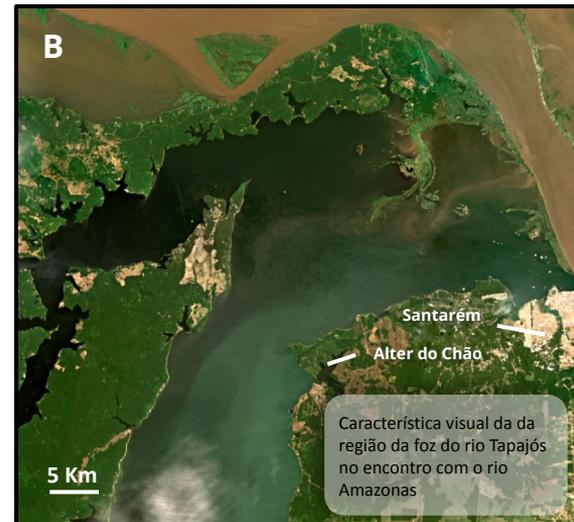
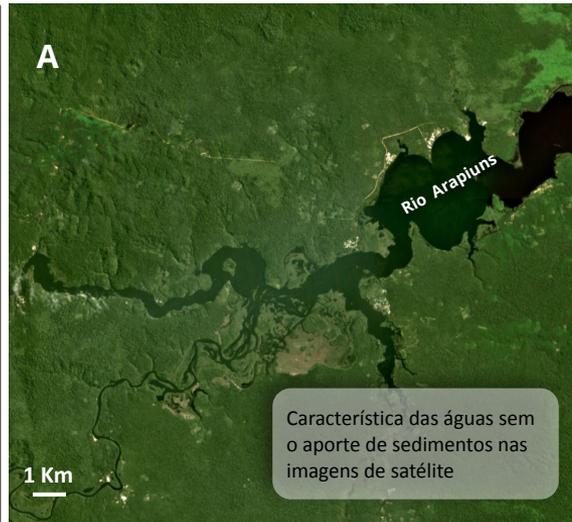
O constelação Planet garante maior disponibilidade de dados, porém em razão de sua característica ótica, sua capacidade de observação está atrelada a ausência de nuvens.



4. Resultados

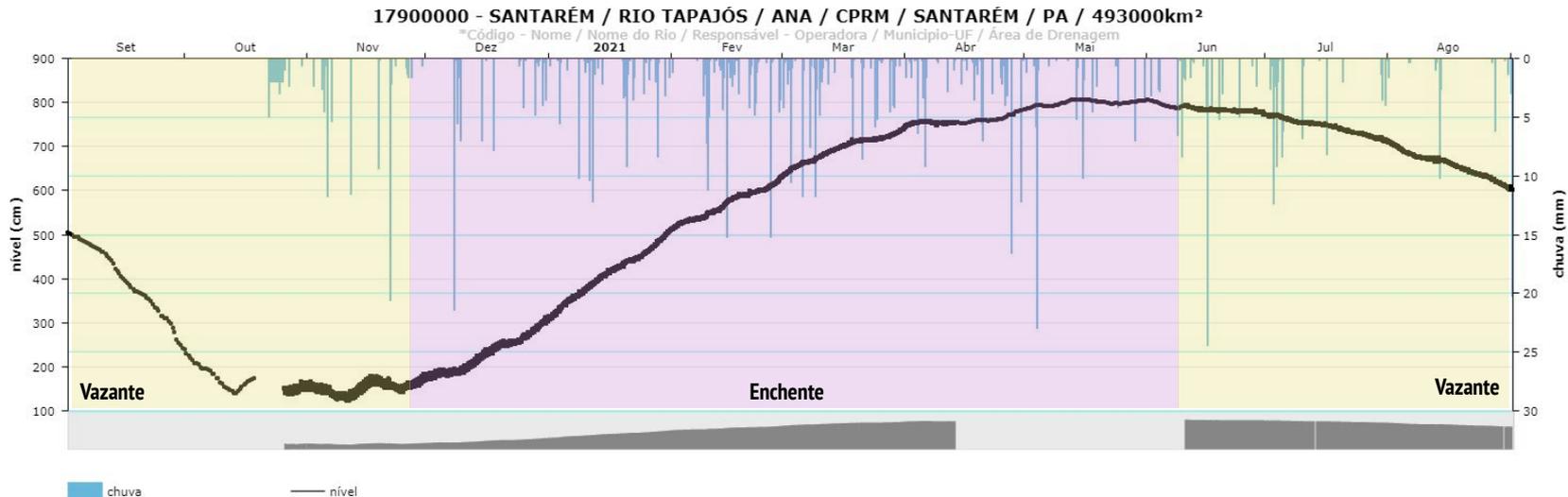
- 4.1. Características das imagens dos rios com ou sem sedimento em suspensão;
- 4.2. Influência do rio Amazonas nos sedimentos da foz do rio Tapajós;
- 4.3. Influência da atividades garimpeira nos sedimentos da Bacia do Tapajós.

4.1. Características visuais dos rios com ou sem sedimentos em suspensão



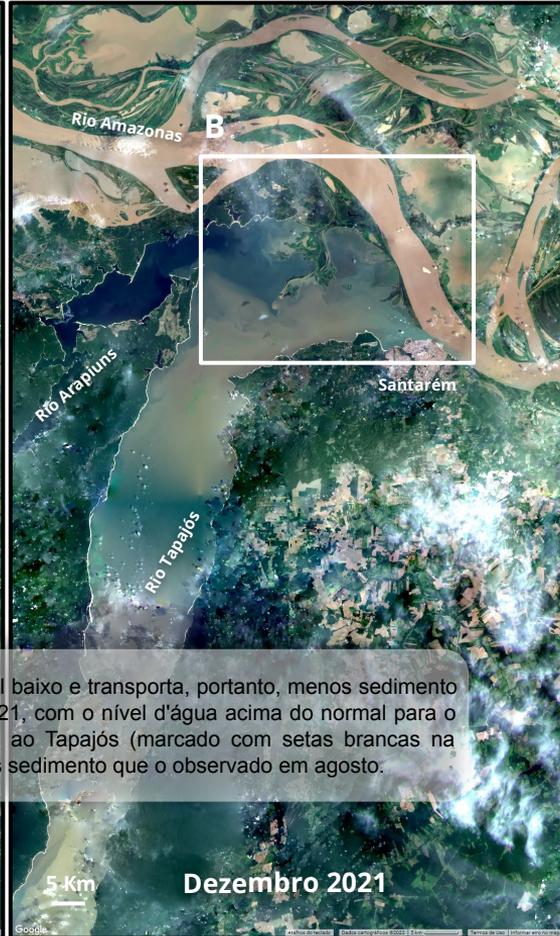
4.2. Influência do rio Amazonas nos sedimentos da foz do Tapajós

- O rio Amazonas tem uma dinâmica de enchente e vazante bem característica na região de Santarém, onde está a foz do rio Tapajós. Quando se inicia o período de cheia, entre novembro e janeiro, as águas do rio Amazonas invadem o rio Tapajós. Por outro lado, nos períodos de seca, há menor transporte de sedimentos do Amazonas para o Tapajós.



Fonte: Rede Hidrotelemétrica da Agência Nacional de Águas (ANA).

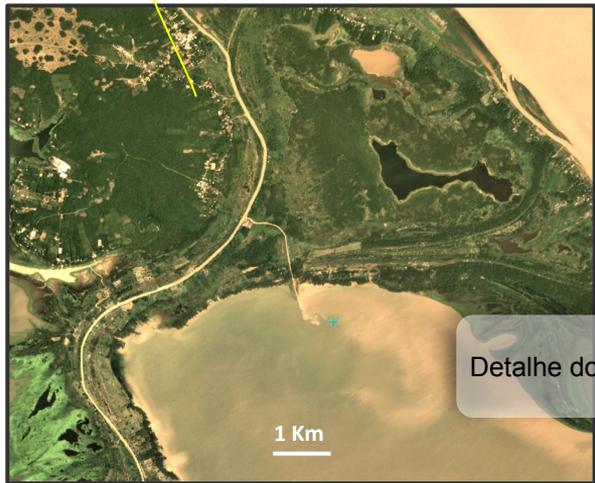
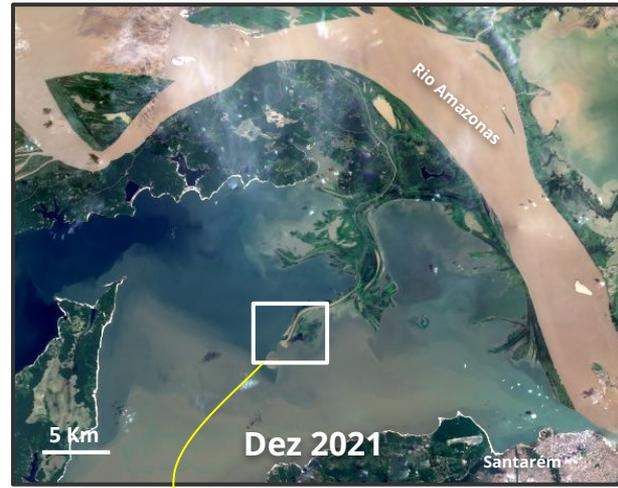
4.2. Influência do rio Amazonas nos sedimentos da foz do Tapajós



Em agosto, o rio Amazonas está em seu nível baixo e transporta, portanto, menos sedimento para foz do rio Tapajós. Em dezembro de 2021, com o nível d'água acima do normal para o mês, os canais que conectam o Amazonas ao Tapajós (marcado com setas brancas na imagem da direita) passam a transportar mais sedimento que o observado em agosto.



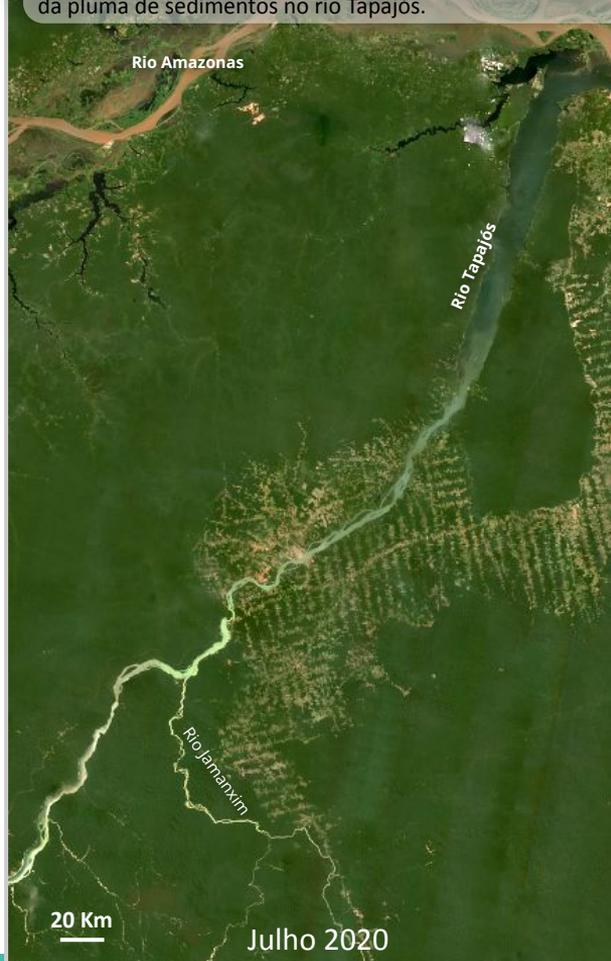
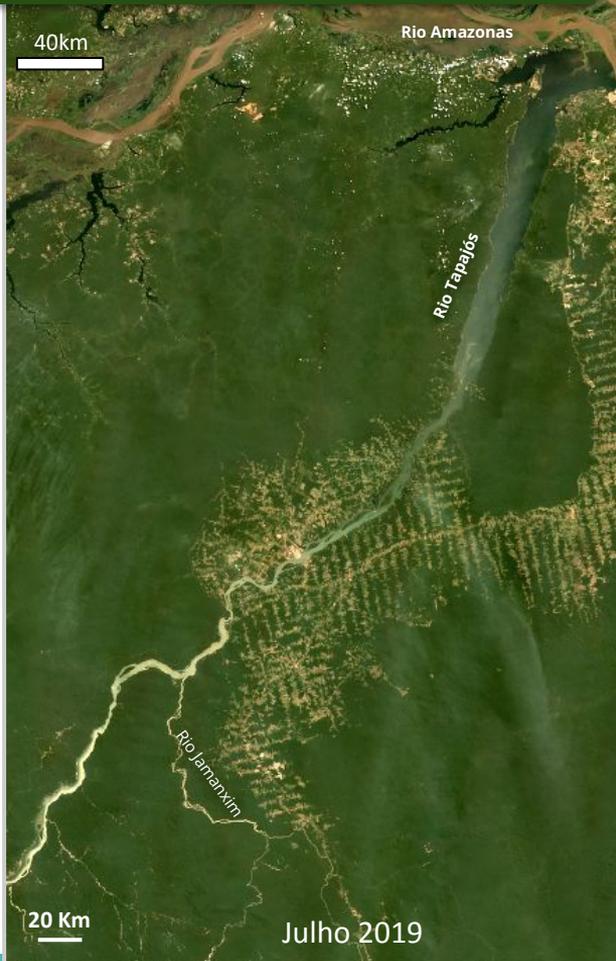
4.2. Influência do rio Amazonas nos sedimentos da foz do Tapajós



Detalhe dos pontos de conexão do rio Amazonas para foz do Tapajós

4.3. Influência da atividade garimpeira nos sedimentos da bacia do Tapajós

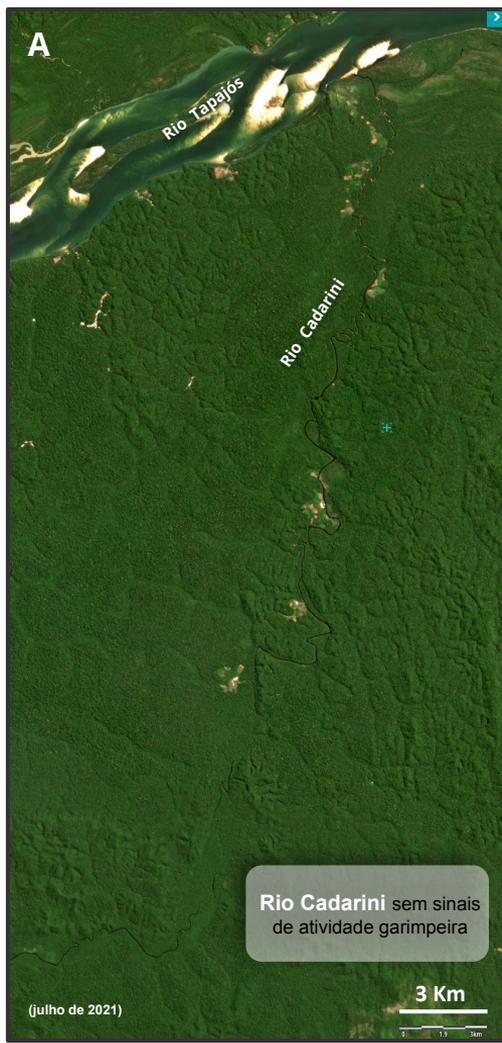
A sequência de imagens Planet permite observar o impacto da atividade garimpeira no aumento da quantidade de sedimentos em suspensão no rio Tapajós. Os mosaicos de julho (mês do regime de seca nesta região e, portanto, com menor influência do aporte de sedimentos do rio Amazonas), permitem visualizar o aumento da intensidade e da extensão da pluma de sedimentos no rio Tapajós.



4.3. Influência da atividade garimpeira nos sedimentos da bacia do Tapajós



4.3. Influência da atividade garimpeira nos sedimentos da bacia do Tapajós

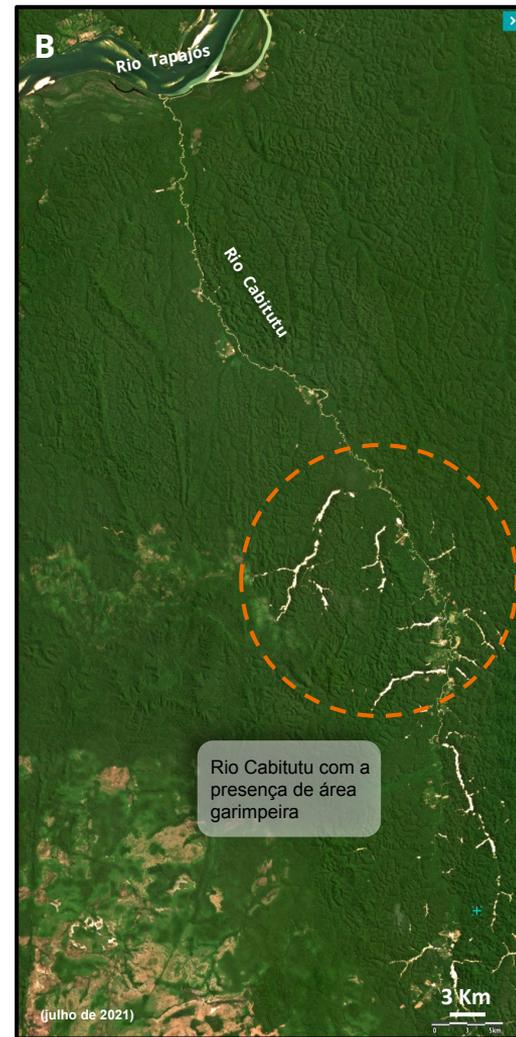


4.3. Influência da atividade garimpeira nos sedimentos da bacia do Tapajós

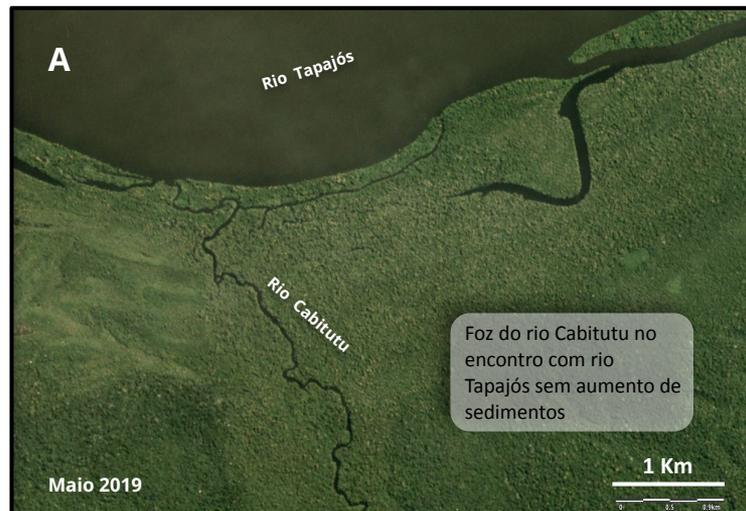
Imagem mostra perfil de uma área de garimpo na região do rio Cabitutu. O curso do rio fica completamente danificado e todo o sedimento segue no curso do rio.



Foto: Vinicius Mendonça / IBAMA - Out 2020



4.3. Influência da atividade garimpeira nos sedimentos da bacia do Tapajós



5. Considerações Finais

1. A **alteração da turbidez do rio Tapajós** pode ser resultado da atuação conjunta de, ao menos, duas fontes sedimentares distintas, uma localizada mais a jusante (**canais que conectam ao rio Amazonas**) e outra mais a montante (**atividade garimpeira do médio e alto Tapajós**).
2. Quando as **plumas sedimentares** mostrarem-se evidentes na **foz do Tapajós** e **coincidentes** ao momento de **elevação do nível** das águas do **Amazonas**, presume-se que haja **injeção natural direta de sedimentos do Amazonas no Tapajós**, mecanismo que tem influência na **turbidez da foz** do rio e de regiões adjacentes. **Porém**, a influência da **atividade garimpeira**, que se faz **presente** durante **todo o ano**, **pode** estar a **contribuindo, também**, com a **turbidez na foz do rio**.
3. O **aumento da turbidez no médio e alto Tapajós** pode ter influência da atividade garimpeira e de outras alterações de uso da terra que causam desmatamento e exponham o solo.

5. Considerações Finais

4. O **sensoriamento remoto por satélite** pode ser utilizado para **monitorar a dinâmica do sedimento em suspensão** no **rio Tapajós** e auxiliar na **fiscalização, combate e controle** de ilícitos ambientais que alterem as características do rio.
5. No entanto, há **limites** no que se pode fazer a partir **dados orbitais**. A **quantificação e caracterização dos sedimentos**, seja em **suspensão** e/ou **depositados**, é uma destas limitações, e dependem do complemento de **análises de campo e laboratoriais**.
6. Somente com pesquisa científica e monitoramento dos aspectos **hidrodinâmicos** (velocidade e direção da corrente) associados a **análises laboratoriais mais detalhadas**, será possível **quantificar** o grau de **contribuição** de cada uma das possíveis **fontes sedimentares**.
7. Mas, é **evidente** que **mudanças na coloração** das águas do **Tapajós e de sua foz**, estão se tornando **cada vez mais frequentes, mais intensas** e coincidem com expressivo avanço da atividades garimpeira na região.

5. Referências

Freitas, P. T. A., Asp, N. E., Souza-Filho, P. W. M. e., Nittrouer, C. A., Ogston, A. S., & da Silva, M. S. (2017). **Tidal influence on the hydrodynamics and sediment entrapment in a major Amazon River tributary – Lower Tapajós River**. *Journal of South American Earth Sciences*, 79, 189-201.

doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2017.08.005>

Fricke, A.T., Nittrouer, C.A., Ogston, A.S., Nowacki, D.J., Asp, N.E., Souza Filho, P.W.M., da Silva, M.S. and Jalowska, A.M. (2017), **River tributaries as sediment sinks: Processes operating where the Tapajós and Xingu rivers meet the Amazon tidal river**. *Sedimentology*, 64: 1731-1753.

<https://doi.org/10.1111/sed.12372>

Lobo, F. L., Costa, M. P. F., & Novo, E. M. L. M. (2015). **Time-series analysis of Landsat-MSS/TM/OLI images over Amazonian waters impacted by gold mining activities**. *Remote Sensing of Environment*, 157(0), 170-184. doi:10.1016/j.rse.2014.04.030.

Marinho, R.R.; Harmel, T.; Martinez, J.-M.; Filizola Junior, N.P. **Spatiotemporal Dynamics of Suspended Sediments in the Negro River, Amazon Basin, from In Situ and Sentinel-2 Remote Sensing Data**. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* **2021**, *10*, 86. <https://doi.org/10.3390/ijgi10020086>

Martinelli, L.A., Victoria, R.L., Devol, A.H. *et al.* **Suspended sediment load in the Amazon basin: An overview**. *GeoJournal* 19, 381–389 (1989).

<https://doi.org/10.1007/BF00176907>

Telmer K, Costa M, Simões Angélica R, Araujo ES, Maurice Y. **The source and fate of sediment and mercury in the Tapajós River, Pará, Brazilian Amazon: Ground- and space-based evidence**. *J Environ Manage.* 2006 Oct;81(2):101-13. doi: 10.1016/j.jenvman.2005.09.027. Epub 2006 Jul 7.

PMID: 16824670.



MAPBIOMAS

<http://mapbiomas.org>