

Relatório de Entrega - Trabalho Prático

Banco de Dados Geográficos: Barragens no Brasil

Pedro Henrique Targino Gama

Matrícula: 2021664010

1. Introdução

Barragens se tornaram um assunto relevante nacionalmente, principalmente após dois grandes acidentes recentes em Mariana/MG (2015) e Brumadinho/MG (2019). As barragens envolvidas nesses acidentes eram usadas para contenção de rejeitos de mineração, que é um dos usos comuns para essas construções, apesar que no Brasil, boa parte é usada para Irrigação ou Abastecimento Humano.

Nesse trabalho iremos utilizar dados sobre barragens mantidos pela Agência Nacional de Mineração como exigência da Lei 12.334/2010 e alterações, sendo parte do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Esse conjunto de dados contém um total de 21953 estruturas identificadas. Tendo em vista os riscos associados a essas construções, nesse trabalho iremos produzir visualizações que sumariem os dados de barragens, e que identifiquem estruturas que necessitem de prioridade em fiscalizações.

2. Trabalhos Relacionados

Em um trabalho em 2008, Pires [1] utiliza um conjunto de dados de barragens de rejeitos mantidos pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). Seu conjunto de dados contém informações sobre barragens de rejeitos no estado de Minas Gerais. O principal ponto de seu trabalho foi utilizar um modelo para classificação da classe de risco de barragens com base em suas características. Além disso, foram produzidos diversos gráficos resumindo os dados como, localização dos municípios que continham barragens, agrupamento por tipos de construção, presença de falhas, tipo de estrutura, dentre outros.

Em 2010, Azam [2] fez um estudo relativo a falhas que ocorreram em barragens no mundo inteiro nos últimos 100 anos. Nesse estudo, os autores compilaram dados de acidentes de barragens desde 1910 até o ano de publicação. Várias visualizações foram produzidas apresentando o número de acidentes por ano, continente, agrupadas pelo tipo de acidente, causa. Eles constataram que a maioria dos acidentes ocorrem com barragens de pequeno/médio porte e as principais causas são "Chuvas não usuais" e "Mal gerenciamento".

3. Banco de Dados e Ferramentas de Visualização

O servidor utilizado para o banco de dados foi criado utilizando um container Docker¹. Esse servidor foi criado localmente em uma máquina com as seguintes especificações: Sistema Operacional Manjaro Linux, Processador Intel® Core™ i5-10400 CPU @ 2.90GHz, e 16 GB de RAM.

A principal fonte de dados foi a tabela disponibilizada pela ANM/SNISB com os dados de barragens coletados no ano de 2020/2021 (Fonte: SNISB²). O arquivo `.xls` foi processado e a primeira página foi convertida para um arquivo `.csv` que foi usado para construir a tabela 'barragem' no banco de dados.

Para complementar o banco de dados outras tabelas foram adicionadas. Quatro tabelas foram criadas utilizando dados presentes no sistema GeoSQL+³ presentes no banco de dados "brasil". As tabelas extraídas do GeoSQL+ foram: 'estado', 'ferrovia', 'rodovia_br', e 'linhatransmissao'. Os dados dessas tabelas foram inicialmente salvos em um arquivo `.csv` que foi posteriormente usado para criar as tabelas 'estado', 'ferrovia', 'rodovia', e 'linhatransmissao', respectivamente, no banco de dados. Três tabelas adicionais foram criadas utilizando dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA). As tabelas 'adutora', e 'pnt-captacao' foram criadas utilizando dados do estudo Atlas do Abastecimento Urbano (2010), juntamente com as informações consolidadas pela Operação Seca (2013) (Fonte: ANA⁴). Os dados coletados estão no formato `.shp` e foram usados para produzir as tabelas. Outra tabela que utilizou dados da ANA, foi a tabela 'rio' que utilizou um arquivo `.shp` para o

¹<https://www.docker.com>

²<https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2020/dados-rsb-2020-para-portal-snisb.xls>

³<http://aqui.io/geosql/>

⁴<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/575df5de-4c8b-4be6-9e1b-2a8c996fd555>

preenchimento da tabela (Fonte: ANA⁵). Por fim, uma última tabela chamada 'uni_conservacao' foi criada usando dados do ICMBIO⁶ sobre Unidades de Conservação Federais.

Um resumo das tabelas presentes no banco de dados e as fontes estão na Tabela 1.

Table 1: Tabelas presentes no Banco de Dados

Tabela	Fonte
barragem	SNIBS
estado	GeoSQL+
rodovia	GeoSQL+
ferrovia	GeoSQL+
linhatransmissao	GeoSQL+
pnt_captacao	ANA
adutora	ANA
rio	ANA
uni_conservacao	ICMBIO

Todos os códigos para processamentos dos arquivos .csv e .shp foram feitos em Python. Foi utilizado o módulo geopandas⁷ para a leitura dos dados, filtragens e conversões de tipos. Os objetos desse módulo permitem a criação de tabelas com colunas do tipo geometria que armazenam essas informações dos dados. Além disso, esses objetos conseguem criar tabelas diretamente no banco de dados de maneira simples. No mais, esse módulo possui um método para realizar queries SQL num banco de dados e salvar em um objeto Python do tipo tabela, permitindo construir visualizações usando outras ferramentas em Python. Os códigos para leitura/processamento e criação das tabelas no banco de dados estão disponíveis em repositório no Github⁸(Arquivo Jupyter `read_process_data.ipynb`⁹).

As visualizações foram todas produzidas utilizando o módulo Plotly¹⁰. Esse módulo disponibiliza uma série de ferramentas para a construção de gráficos. Em particular, existem diferentes métodos que permitem a construção de mapas e a inserção de dados nesses mapas, bem como customização de fundos sendo vários desses gratuitos e disponíveis abertamente em outras aplicações como OpenStreetMaps¹¹. Assim como o código para processamento dos dados, está disponível o código usado para gerar as visualizações no mesmo repositório do Github(Arquivo Jupyter `visualizacoes.ipynb`¹²).

4. Visualizações

Nessa seção serão apresentadas as visualizações produzidas nesse trabalho.

4.1. Quantidade de Barragens por Estado

As primeiras duas visualizações (Fig 1, Fig 2) contabilizaram a quantidade de barragens por estado. Podemos ver que o Rio Grande do Sul contem a maior quantidade de barragens em geral, porém ao considerar apenas barragens de rejeitos Minas Gerais se torna o estado com a maior quantidade.

Ao filtrarmos por barragens com Categoria de Risco Alto (Fig 3, Fig 4), a Paraíba é o estado com a maior quantidade, enquanto Minas Gerais é também o estado com a maior quantidade de barragens de rejeito com Risco Alto.

4.2. Barragens Fiscalizadas

Foi contabilizado a quantidade de barragens que receberam fiscalização nos últimos anos. Como vemos na Figura 5, uma pequena porcentagem de barragens foi fiscalizada nos últimos anos, ~ 5% no último ano e cerca

⁵<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/7bb15389-1016-4d5b-9480-5f1acdadd0f5>

⁶<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/servicos/geoprocessamento/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais>

⁷<https://geopandas.org>

⁸<https://github.com/pedrohtg/bdg/>

⁹https://github.com/pedrohtg/bdg/blob/main/read_process_data.ipynb

¹⁰<https://plotly.com>

¹¹<https://www.openstreetmap.org>

¹²<https://github.com/pedrohtg/bdg/blob/main/visualizacoes.ipynb>

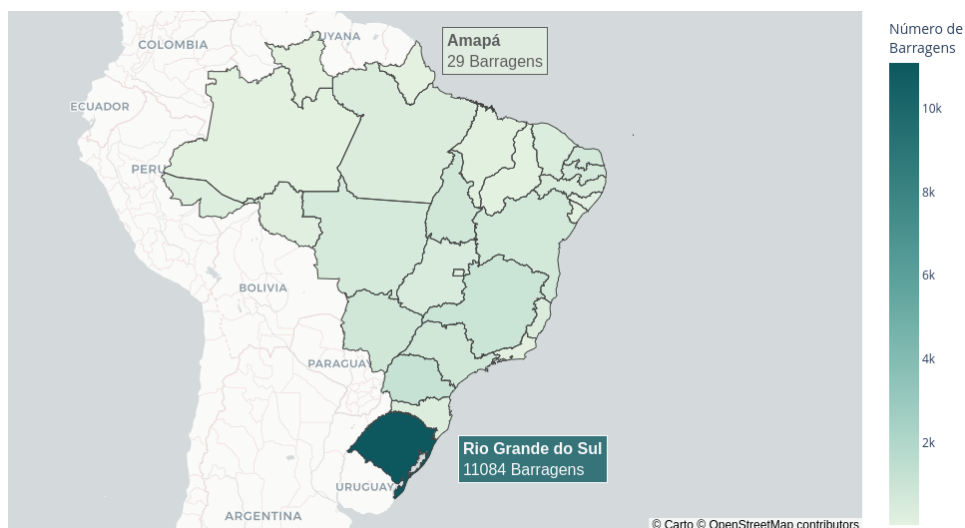


Fig. 1: Quantidade de Barragens por Estado.

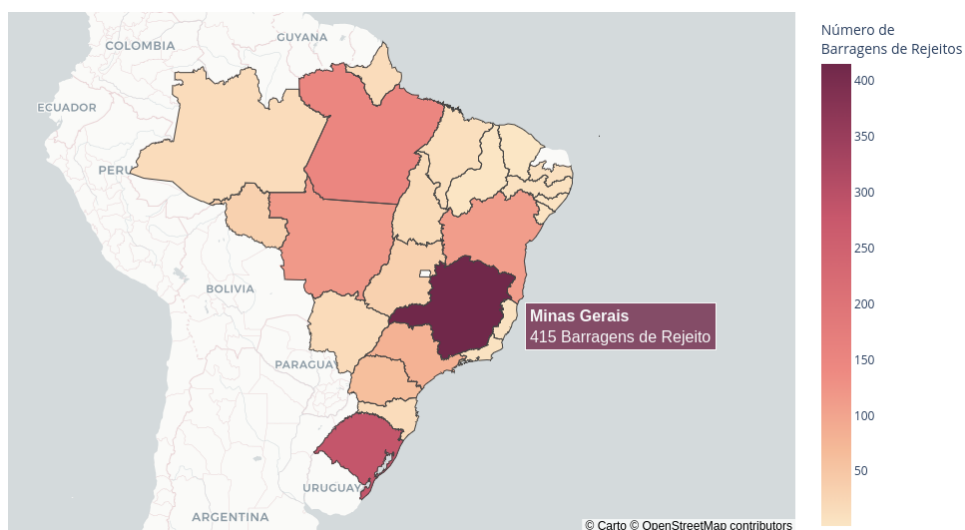


Fig. 2: Quantidade de Barragens de Rejeito por Estado.

de $\sim 7\%$ nos últimos 5 anos. Apesar do aumento da fiscalização, evidente pela quantidade similar no último ano e nos últimos 5, esse é um indício que ainda é preciso um incremento considerável de pessoal para que essas fiscalizações ocorram com maior frequência.

4.3. Barragens com Risco de interferência em malhas logísticas

Existe um considerável número de barragens com Categoria de Risco Alto. A proximidade dessas barragens a estruturas de transporte adicionam um fator de risco a funcionalidade de tal estrutura. Rodovias e Ferrovias são fundamentais na distribuição de bens e materiais pelo país. Nas Figuras 6 e 7, apresentamos as barragens que apresentam Risco Alto e que se encontram à menos de 2km de um rodovia ou ferrovia, respectivamente.

Além disso, tendo em vista a extrema necessidade de energia elétrica em centros urbanos, disrupções na redes de transmissão podem ser altamente custosas. Na Figura 8 apresentamos barragens com alto risco e à menos de 2km de uma linha de transmissão.

4.4. Barragens com Risco de poluição de à fontes água e ecossistemas

Dado os produtos que barragens de rejeito armazenam, elas apresentam sérios riscos a ecossistemas adjacentes, bem como fontes de abastecimento humanos. Nas Figuras 9 e 10 apresentamos as barragens de rejeitos que se encontram à uma distância inferior à 3km de pontos de captação e adutoras, respectivamente.

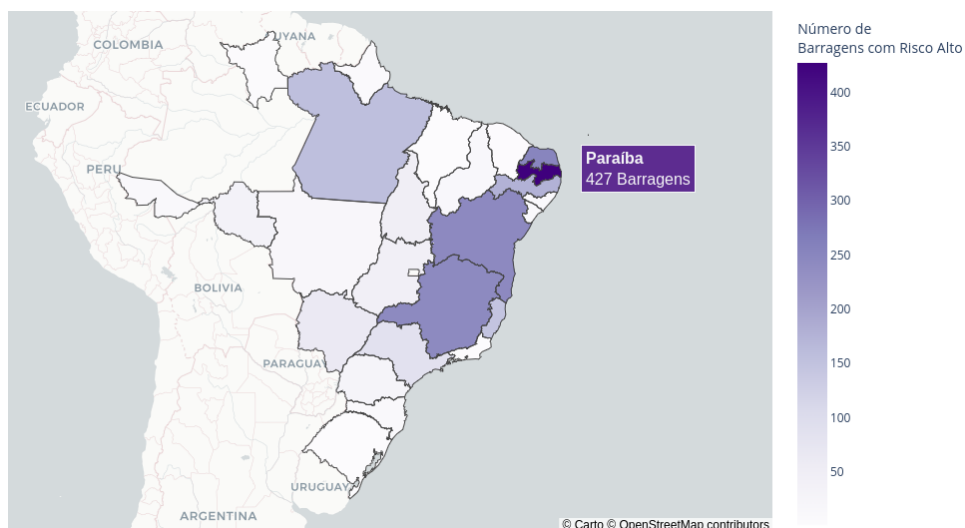


Fig. 3: Quantidade de Barragens com Risco Alto por Estado.

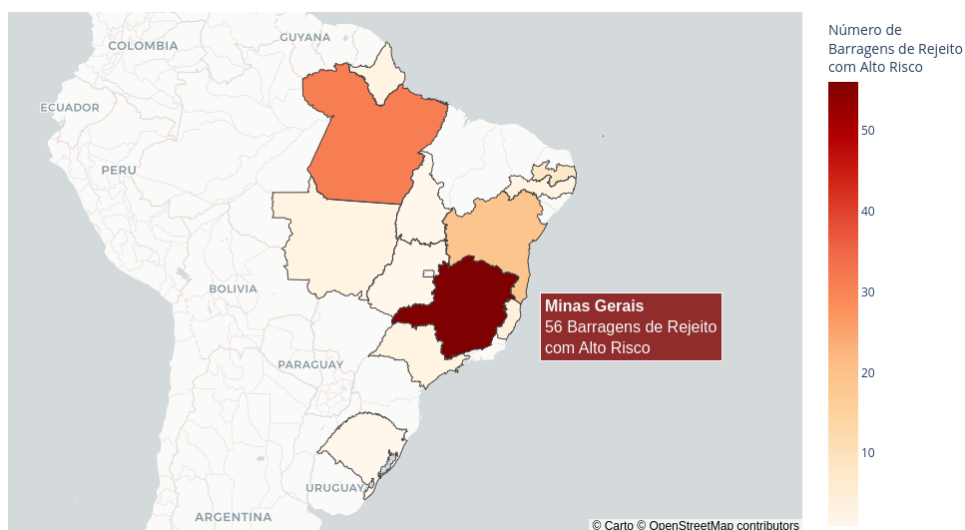


Fig. 4: Quantidade de Barragens de Rejeito com Risco Alto por Estado.

Por outro lado, na Figura 11 estão mostradas as barragens que estão à menos de 3km de algum rio.

4.5. Barragens em Áreas de Conservação Federais

Um último conjunto de visualizações foi produzido para contabilizar barragens em áreas de conservação. Na Figura 12, podemos visualizar as barragens dentro de áreas de conservação, dado que muitas barragens são usadas para abastecimento humano, não é tão preocupante o número que observamos (como por exemplo, uma barragem localizada em Fernando de Noronha). Por outro lado, podemos ver as Barragens de Rejeito, consideravelmente mais perigosas para o meio ambiente, que estão localizadas em áreas de conservação na Figura 13

References

1. A. Pires Duarte, "Classificação das barragens de contenção de rejeitos de mineração e de resíduos industriais no estado de minas gerais em relação ao potencial de risco," Ph.D. thesis, Universidade Federal de Minas Gerais (2008).
2. S. Azam and Q. Li, "Tailings dam failures: a review of the last one hundred years," Geotech. news **28**, 50–54 (2010).

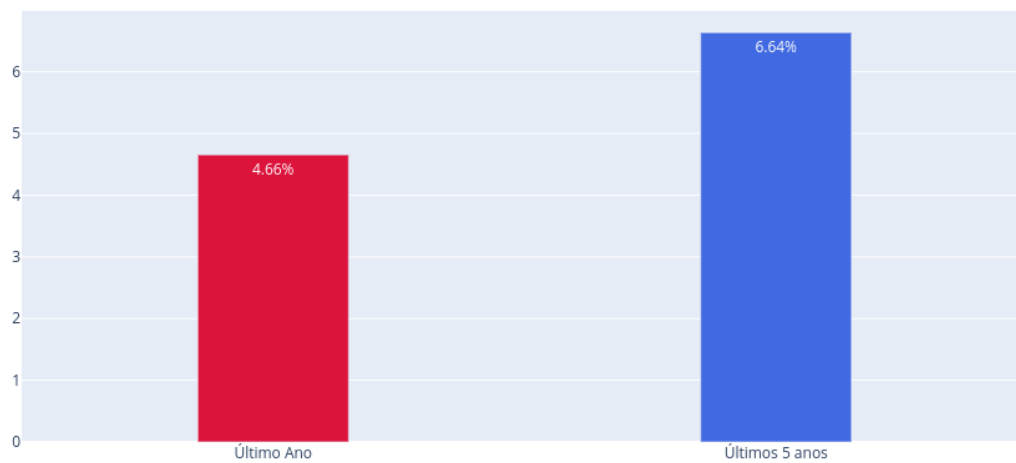


Fig. 5: Porcentagem de barragens fiscalizadas nos últimos anos.

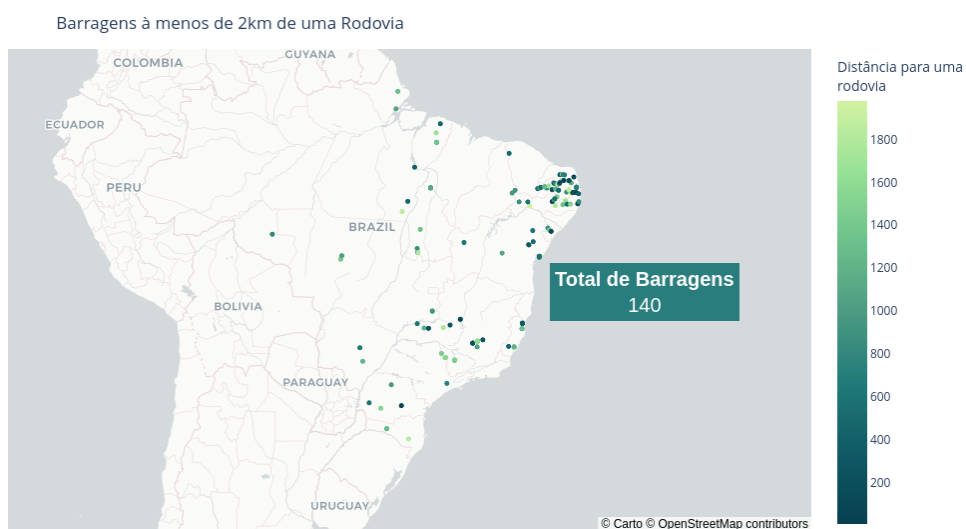


Fig. 6: Barragens com Risco Alto à menos de 2km de uma rodovia.

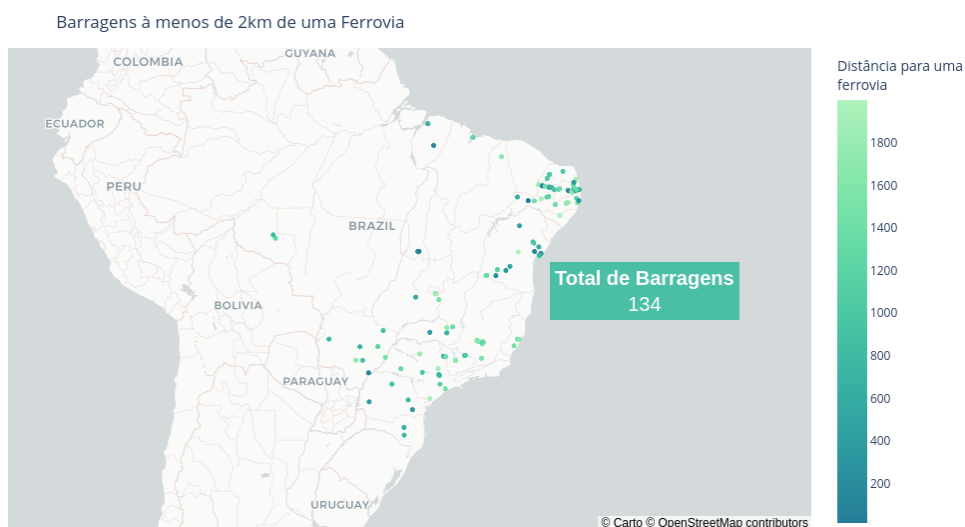


Fig. 7: Barragens com Risco Alto à menos de 2km de uma ferrovia.

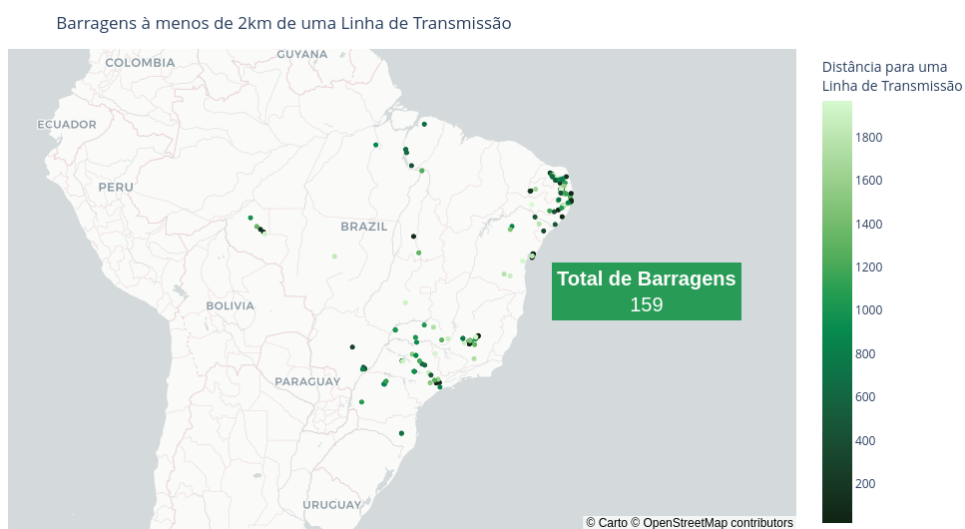


Fig. 8: Barragens com Risco Alto à menos de 2km de uma linha de transmissão.



Fig. 9: Barragens de Rejeito com Risco Alto à menos de 3km de um Ponto de Captação.



Fig. 10: Barragens de Rejeito com Risco Alto à menos de 3km de uma Adutora.

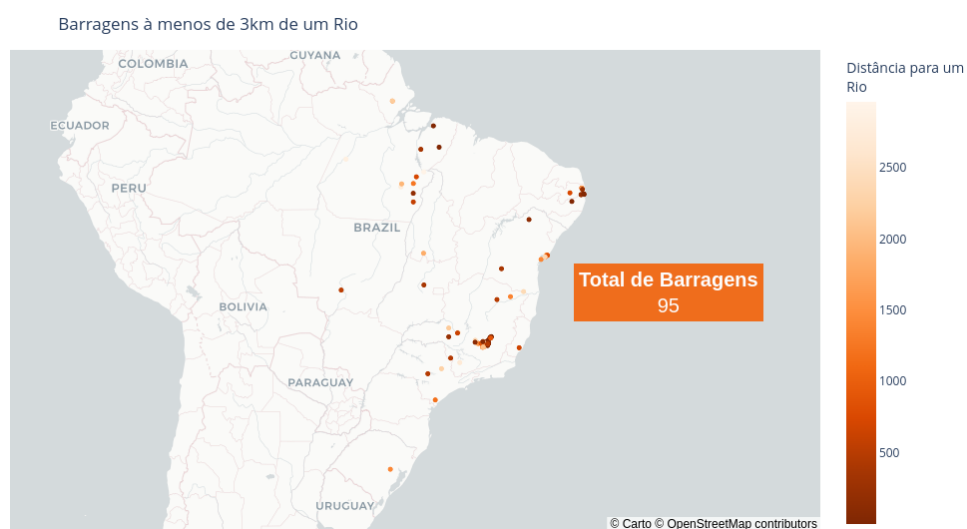


Fig. 11: Barragens de Rejeito com Risco Alto à menos de 3km de um Rio.

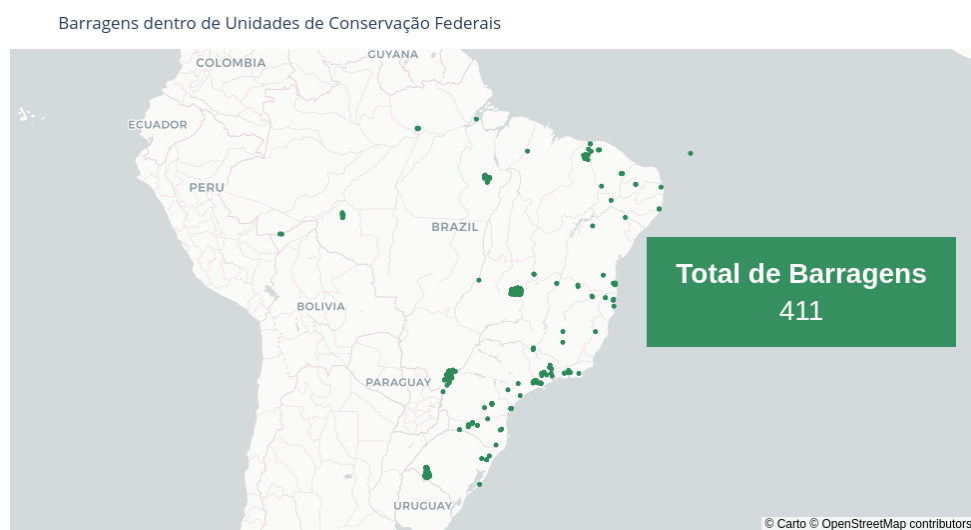


Fig. 12: Barragens localizadas dentro de Áreas de Conservação.

Barragens de Rejeitos dentro de Unidades de Conservação Federais

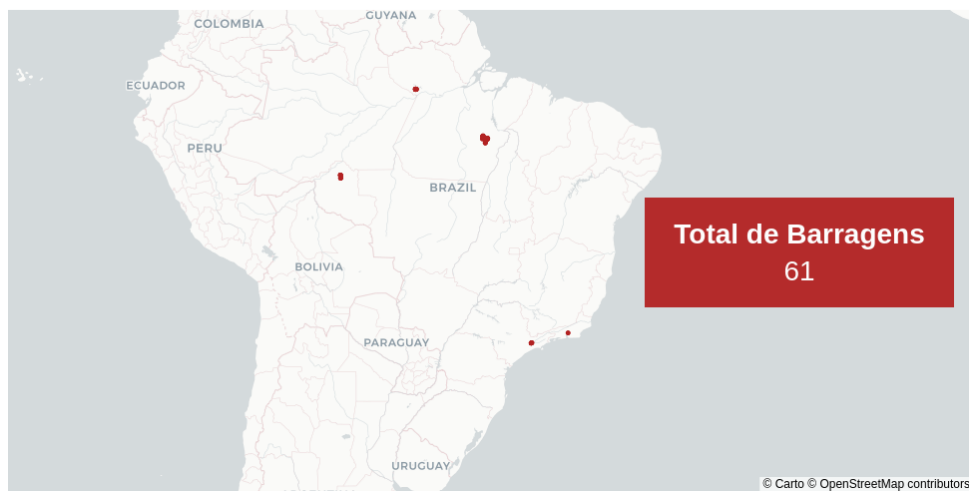


Fig. 13: Barragens de Rejeitos localizadas dentro de Áreas de Conservação.