

ANÁLISE ESPACIAL DOS PROCESSOS MINERÁRIOS DE MINERAIS ESTRATÉGICOS E SUAS INTERSEÇÕES COM ÁREAS ESPECIAIS, UMA INVESTIGAÇÃO A PARTIR DA GEOINFORMAÇÃO

Gael Florença de Pinho Pereira¹

Raphael Rocha dos Reis¹

1. Graduando em Geografia na Universidade Federal Fluminense (gflorenca@id.uff.br; raphaelrdr@id.uff.br)

RESUMO

As geotecnologias desenvolvidas pela sociedade da informação contemporânea são imprescindíveis para uma compreensão mais profunda sobre as espacialidades de atividades econômicas, grupos sociais e áreas ambientais. Nesse sentido, o objetivo desse artigo é traçar uma investigação, pautada na disciplina Geoinformação, acerca das interseções e relações no território brasileiro entre as zonas especiais — que compreendem as áreas das Unidades de Conservação, das reservas indígenas e das comunidades quilombolas presentes no Brasil — e os processos minerários ativos dos considerados, de acordo com o Serviço Geológico do Brasil, “minerais estratégicos do futuro” — sendo eles cobre, manganês e níquel. Assim, a partir de uma metodologia que utilizará o QGIS como principal ferramenta, há a aquisição de dados num primeiro momento, o tratamento dessas informações na plataforma, a análise do panorama produzido e, por fim, cálculos de proporção e quantidade relacionando as camadas de dados para a geração de geoinformação. Espera-se também denunciar uma problemática socioambiental presente no território brasileiro, que, a saber da previsão da demanda desses minerais estratégicos para a próxima década, tende a se tornar cada vez mais alarmante e conflituosa.

Palavras-chave: minerais estratégicos, zonas especiais, geoinformação, QGIS, análise espacial.

ABSTRACT

Geotechnologies designed by the information era of society are essential for a deeper understanding of the spatialities of contemporary society. In this subject, the objective of this work is to set a investigation, based on geoinformation, about the relations in the territory about the special units - which is conservation units, indigenous reserves and special quilombolas in Brazil — and the active mining processes of, according to the Geological Survey of Brazil, the “strategic minerals of the future” — that is copper, manganese and nickel. From the methodology that will use QGIS as the main tool, the data is collected, then put into the platform for analysis and finally is calculate using mainly proportion to create geo informational data. It is also expected to denounce a socio-environmental problem present in Brazil territory, which, knowing the forecast of demand for these strategic minerals for the next decade, it tends to become increasingly alarming and conflicting.

Keywords: spatial analysis, strategic minerals, geoinformation, QGIS, special zones

INTRODUÇÃO

A Geoinformação é um saber geográfico que tem ganhado cada vez mais força diante do uso mais intenso das geotecnologias e de uma sociedade cada vez mais controlada pela informação. A ascensão dessa área de estudo da Geografia está relacionada com o aumento da coleta e produção de dados espaciais juntamente com uma investigação e aplicação geográfica, bem como com o desenvolvimento do corpo tecnológico para tal. Nesse sentido, a geoinformação se faz muito presente nessa análise e denúncia geográfica por ser o próprio núcleo do método e objetivo da pesquisa, pois alia a análise

espacial, o Sistema de informação Geográfica (SIGs) e a dialética entre informações reunidas e informações produzidas. Portanto, “trata-se da percepção de que os sistemas de informações geográficas se transformam cada vez mais em ativos participantes na evolução da chamada sociedade da informação, ou do conhecimento.” (Castiglione, 2009).

É importante apontar que esse trabalho foi proposto e desenvolvido em primeira instância na disciplina de Geoinformação ministrada pela professora Paula Maria Moura de Almeida no curso de graduação de Geografia na UFF. Nessa cadeira, foi possível vislumbrar os debates epistemológicos acerca do tema e evoluir as aplicações de investigação geográfica, tudo isso correlacionando teoria e prática, a segunda realizada em laboratório com o software QGIS. Nesse sentido, visando desempenhar o aprendizado desenvolvido na disciplina, o trabalho final constituiu em um projeto feito pelos próprios alunos na plataforma do QGIS cujo o tema escolhido pelos autores desse trabalho foi o de minerais estratégicos para a indústria, seus processos minerários e suas interseções com zonas especiais no Brasil.

A partir disso então, para explorar o vasto domínio da Geoinformação, é utilizado um recorte da atividade mineradora no Brasil, mais especificamente acerca dos minerais estratégicos previstos segundo o Serviço Geológico do Brasil. No documento Minerais do Futuro: Potencial Brasileiro e Ações do Serviço Geológico do Brasil-CPRM, o órgão prevê que os minérios de níquel, cobre, cobalto e manganês sejam essenciais ao longo dos próximos anos, principalmente para a indústria 4.0 e para a produção de carros elétricos. Com esse recorte geográfico e econômico, pretende-se analisar as áreas com processos minerários ativos desses recursos atuais, que tendem a ser cada vez mais intensas e maiores de acordo com o prognóstico da agência brasileira citado.

Além de espacializar esses processos pelo território brasileiro, é de interesse fazer o mesmo para as áreas de unidade de conservação (UC), reservas indígenas e quilombolas. As UCs, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), compreende territórios e recursos ambientais legalmente definidos e conservados por um regime especial de administração por parte do poder público que objetiva garantir sua proteção. Já as reservas indígenas, segundo o artigo 231 da Constituição, são os espaços demarcados e protegidos pela União para a organização social indígena, garantindo-lhes os direitos originários sobre as terras e sua reprodução social e cultural; enquanto as comunidades quilombolas compreende-se um território reconhecido pelo Estado como propriedade definitiva onde as remanescentes ocupam. Desse modo, esse conjunto de camadas irá formar um mapa bastante proveitoso para interpretar a localização desses espaços e o avanço da fronteira mineradora neles.

Para tornar tudo possível, é imprescindível utilizar o software QGIS, que consiste numa aplicação de Sistema de Informações Geográficas (SIG) em um programa de forma gratuita e de código aberto. Dessa forma, como todo bom SIG, o QGIS nos permitirá visualizar, editar e analisar dados geoespaciais – tanto os coletados quanto os gerados - a partir de diversas ferramentas inclusas na plataforma que serão detalhadas.

O trabalho tem como objetivo final conseguir estabelecer uma proporção da atividade mineradora dentro e fora dessas áreas especiais, bem como dimensionar aquelas que são realizadas em um raio de menos de 10 quilômetros das áreas de UC, reservas indígenas ou comunidades quilombolas. Ademais, busca-se apresentar o estado com maior ocorrência do fenômeno de extração desses minerais e quantificar a população diretamente atingida nesta região. O trabalho, portanto, relaciona todos esses assuntos trabalhados dentro e fora da sala de aula, com a intenção de analisar e produzir informação geográfica de caráter econômico, ambiental, social por meio da geotecnologia do software QGIS.

METODOLOGIA

Para a realização desta investigação, primeiro foram denominadas as etapas que seriam percorridas para alcançar um resultado pertinente e produtivo. Com esse objetivo foi elaborado um fluxograma do presente trabalho. (Figura 1).



Figura 1. Fluxograma de organização das etapas do trabalho (Elaboração própria)

Depois de definido os objetivos gerais e específicos do trabalho para orientar seu planejamento, sua concretude começa com a obtenção de dados de origem secundária, isto é, que já foram coletados por um outro agente. Primeiramente, diante da grande

amplitude da atividade mineradora no território brasileiro, foi definido qual recorte para tratar o processo seria utilizado. Tendo em vista o futuro energético e industrial, foram escolhidos os minerais apontados pelo CPRM em uma apresentação presente sobre “Minerais do Futuro: Potencial Brasileiro e Ações do Serviço Geológico do Brasil-CPRM”. Nesse sentido, os minérios Cobre, Cobalto, Manganês e Níquel ganham destaque ao serem matérias-primas essenciais para a indústria 4.0, em especial a de carros elétricos, que, segundo a Agência Internacional de Energia, chegarão a 250 milhões até 2030. A expectativa então é que a demanda cresça para esses recursos, e por isso é interessante analisar as espacialidades de seus processos minerários no território brasileiro, que tendem a ganhar cada vez mais dimensão.

Os dados acerca dos processos minerários ativos foram obtidos na plataforma SIGMINE - sistema de informação geográfica da mineração mantida e desenvolvida pela Agência Nacional de Mineração (ANM). Contudo, não foi possível encontrar os dados referentes à atividade mineradora de cobalto nesse sistema e nem em outros pesquisados.

Num segundo ponto, o trabalho também pretende abordar a questão socioambiental relacionada às zonas onde ocorrem os processos minerários desses recursos em ascensão. Para isso, foram introduzidas as camadas das áreas de Unidades de Conservação (UCs), Reservas Indígenas e Quilombolas nas terras brasileiras. Os dois primeiros elementos tiveram como fonte o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e seu acervo de dados geográficos, já as unidades de quilombolas presentes no território foram inseridas a partir da disponibilização de dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Vale lembrar que todos os dados estão no sistema de referência geodésico SIRGAS2000.

A investigação desses dados começa ao se indagar sobre o total de área ocupada, inicialmente em hectare, mas depois convertida para quilômetro quadrado, pela camada da atividade mineradora e a das zonas especiais. Para este fim, o melhor método encontrado no QGIS foi o de Dissolver pelo GDAL. GDAL trata-se de um conjunto e complemento de ferramentas da Geospatial Data Abstraction Library (Biblioteca de abstração de dados geoespaciais), que nada mais é do que uma biblioteca de software que oferece ferramentas (linhas de comando) com novas funcionalidades para o gerenciamento dos dados. Assim, tendo em vista que o objetivo é fazer a soma total de uma determinada categoria presente nos dados de processos minerários, que contém em cada processo exibido no QGIS seu tipo, sua área, seu ano entre outras informações, utiliza-se o comando `dissolve` para agregar diversos polígonos em uma só camada, tendo como base determinado valor em comum na tabela de atributos, que nesse caso é a área total dos processos minerários, das UCs, das reservas indígenas e das comunidades quilombolas.

Como todos esses geodados estão no mesmo Sistema de Referência de Coordenadas, é possível relacioná-los e expandir a análise das suas feições visando buscar suas interferências. Nesse sentido, foi usada a operação do QGIS de recortar, que consiste em selecionar apenas uma parte da camada que se tem interesse com base em outra camada já posta no programa. Isso é feito a partir da escolha de uma camada de entrada (a que será recortada) e a camada de sobreposição (a que será a base para a interseção). Desse modo, após botar cada camada de zona especial na entrada e a camada de minerais estratégicos na sobreposição, é obtido as áreas de interseções entre as duas entidades. Em outras palavras, é verificado a ocorrência de atividade mineradora ou de direito para mineração nas zonas que em tese deveriam estar protegidas ou reservadas para outros grupos.

Porém, não é suficiente localizar apenas as inscrições diretas dos processos minerários dos “minérios do futuro” nas zonas especiais, uma vez que o impacto da mineração impacta seu entorno e pode ser ameaça para o ecossistema ambiental e social do local, ainda mais se houver potencial de expansão da área. Nesse sentido, foi apropriado o uso da ferramenta buffer no QGIS para contemplar esse perigo e ir além de uma pura sobreposição de camadas.

Então para essa análise espacial, o procedimento do buffer é o mais adequado e muito usado para estudos ambientais, apoiado na criação de uma área de influência a partir dos pontos da camada dos minerais estratégicos. O parâmetro de distância entre as áreas de mineração e zonas especiais foi no raio de 10 quilômetros tendo em vista a resolução 13/1990 do CONAMA que prevê em seu segundo artigo o licenciamento obrigatório, pelo órgão ambiental competente, de qualquer atividade que possa afetar a biota nesse raio em torno da UC. Vale ressaltar que o mesmo parâmetro de proximidade foi aplicado nas áreas de reservas indígenas e quilombolas, pois também é de suma importância seu entorno ser preservado para garantir o equilíbrio e preservação ecológica dessas comunidades e evitar conflitos entre garimpeiros e indígenas, por exemplo.

Nesse momento, já foram gerados importantes dados sobre as espacialidades e relações das camadas retratadas. A seguir, com o propósito de fazer uma análise mais minuciosa, foi buscado o estado com maior ocorrência da mineração de cobre, níquel e manganês. A unidade federativa com maior área de processos minerários ativos foi o Pará. Para fazer esse levantamento, novamente o comando dissolve foi operado a partir da categoria UF da tabela de atributos da camada de mineração, escolhendo no comando a “área” como atributo a ser feito o somatório. Então, dessa maneira o estado do Pará, considerando também seu tamanho relativo, foi o que apresentou maior área ocupada pela atividade.

Ademais, também foi de interesse, com fins de um maior aprendizado na ferramenta geotecnológica do QGIS junto a uma análise social, quantificar a população diretamente atingida por esses processos minerários no estado do Pará. O método encontrado para produzir esses dados foi, primeiro, a adição do shape de setores censitários do país (cuja fonte de limites e de informações é do Censo 2010) e após isso recortá-lo com apenas os setores do Pará. O mesmo recorte foi feito para a camada de mineração, sobrando assim somente os processos minerários desse estado. Em seguida, foi realizado o comando buffer com raio de 10 quilômetros em torno das regiões de mineração do estado. Após isso, pela função selecionar por feição, foi colocado como camada principal a de setores censitários e a segunda camada como a de buffer na mineração, e a partir disso foi selecionado as feições que se sobrepõem, gerando uma nova camada contendo somente os setores sob influência da mineração.

Logo após isso, foi necessário identificar na tabela de dados do arquivo externo referente ao Censo 2010 qual o código de variável que apresenta a informação da população contida no setor para utilizar a função de adicionar uma nova união e vincular esse código (V002) na camada de setores censitários e depois dissolver com a variável de interesse para o cálculo do somatório da população dos setores censitários atingidos.

RESULTADOS

Depois de todas as adições, dissoluções e recortes de camadas ao projeto no QGIS a partir de suas funções, desenvolvemos uma investigação geográfica com possibilidade de fazer uma análise por cima dos dados produzidos.

No primeiro momento, os shapefiles foram introduzidos no QGIS e o conjunto dessas camadas produz mapas interessantíssimos sobre a distribuição das regiões que pretendem-se abordar (Figuras 2 e 3). Assim, esse é o primeiro nível de geoinformação que se obtêm no trabalho: a reunião de todos esses dados ao longo do Brasil, que dão um retrato espacial sobre esses fenômenos econômicos, ambientais e sociais.

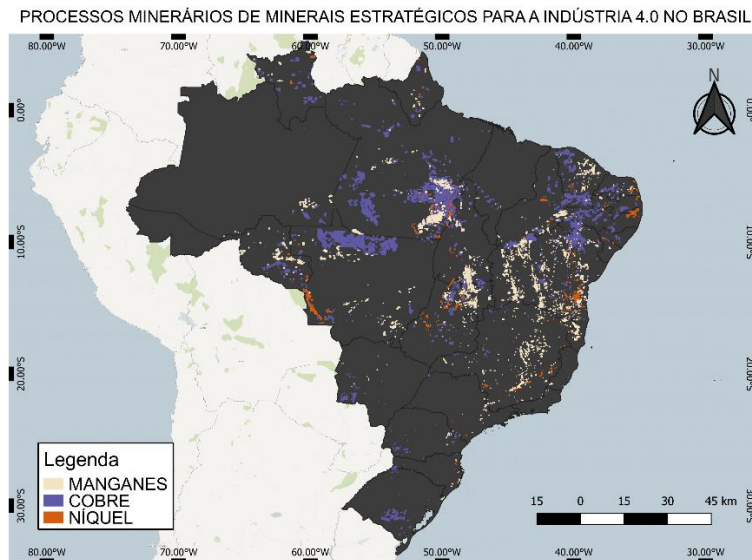


Figura 2. Mapa dos processos minerários ativos dos minerais de interesse (Elaboração própria)

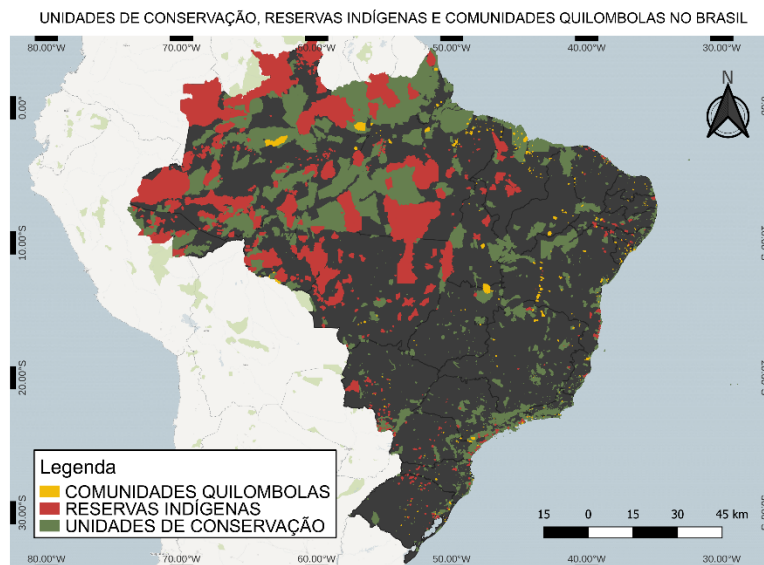


Figura 3. Mapa das áreas especiais. (Elaboração própria)

Observa-se de imediato a forte presença da mineração de cobre, manganês e níquel na região Nordeste (6,25% de seu território é destinado a atividade, a maior proporção de todas as regiões do país) e no Pará, bem como uma concentração de áreas de UCs e Reservas Indígenas na Região Norte do país. Pelo cálculo do somatório da área das regiões com processos minerários ativos desses minérios obtêm-se que representam aproximadamente trezentos e quarenta mil quilômetros quadrados, o que equivale a 4% do território nacional.

Em relação a área das zonas especiais, o total de espaço destinado a Unidades de Conservação (em instância federal, estadual e municipal), por exemplo, equivale a aproximadamente mil e quinhentos quilômetros quadrados, com uma razão de por volta

de 4 pra 1 quando comparado a área de processos minerários de uma pequena parcela de toda atividade de mineração no Brasil.

Em seguida, foi avaliado a interseção entre zonas de mineração de cobre, níquel e manganês e zonas especiais (Figura 4). A quantidade desse fenômeno de invasão às áreas de Unidade de Conservação, teoricamente protegidas, chega a 44.733 quilômetros quadrados, uma dimensão próxima a área total do estado do Rio de Janeiro. Enquanto isso, a soma de hectares de mineração com interseção em reservas indígenas e quilombolas atinge 16.000 quilômetros quadrados, equivalente a mais de 85 mil gramados de futebol do Maracanã.



Figura 4. Mapa de interseção de processos minerários com áreas especiais (Elaboração própria)

Além disso, as análises a partir do comando buffer permitiram encontrar um conjunto total de 51.000 quilômetros quadrados de área de atividade mineradora de cobre, níquel ou manganês próxima a 10 quilômetros ou menos das áreas especiais, apresentando assim regiões que merecem ser mais bem fiscalizadas e avaliadas para evitar riscos socioambientais. No Pará, o estado brasileiro mais afetado (Figura 5), o cruzamento dos dados do Censo 2010 com a área e a sua proximidade atingida pela atividade revelou que a população residente equivale a 822.486 pessoas, o que representa 10,18% a população dessa unidade federativa. O setor de mineração apresenta grande crescimento nas últimas décadas no Pará, gerando ganhos monetários altos, mas também muito impacto socioambiental na região. Atualmente, a unidade federativa responsável por 11% das exportações nacionais de minério passa por intenso processo de transformação do seu território por essa atividade, causando sérias problemáticas ao

meio ambiente e criando conflitos com populações tradicionais pela expansão da sua terra utilizada como mercadoria. A necessidade de lançar luz sobre o tema é importantíssima, pois o estado concentra uma das maiores reservas dos "minérios do futuro" apontados pela pesquisa do Serviço Geológico do Brasil, o que gera um prognóstico de uma intensidade cada vez maior da atividade mineradora na região.

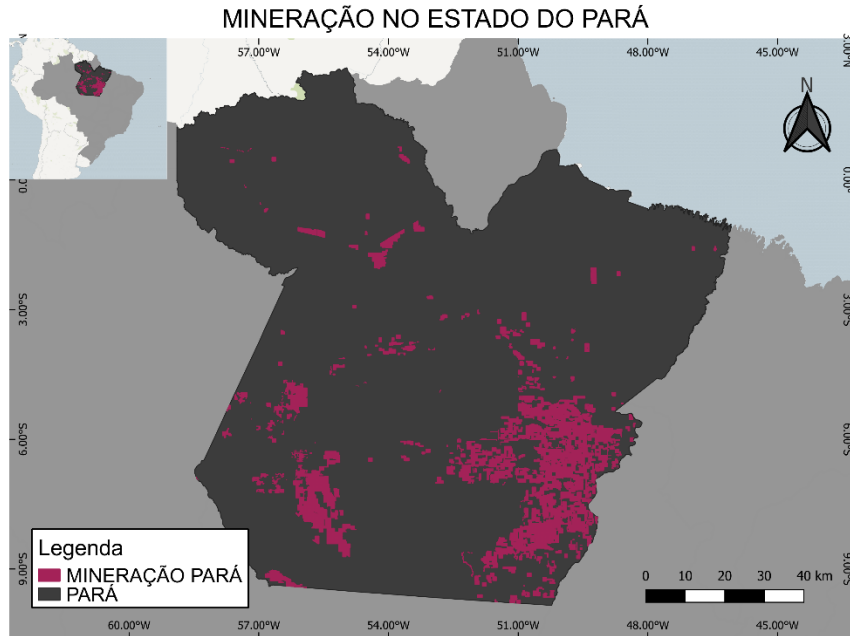


Figura 5. Processos minerários no estado do Pará (Elaboração própria)

Para uma melhor visualização e condensação dos resultados obtidos pela análise espacial, foi confeccionado um infográfico (Figura 6) destacando as principais geoinformações encontradas e produzidas.



Figura 6. Infográfico condensando os resultados obtidos

CONCLUSÕES

Ao fim da investigação e analisando os resultados obtidos, observa-se, em primeiro lugar, a teoria e a prática da geoinformação indo ao encontro. Todo o caráter espacial, temporal e descritivo que a epistemologia da disciplina afirma se faz importante. Com os alicerces fundamentais da geotecnologia, é possível construir na prática um entendimento das espacialidades dos fatores envolvidos nas análises, além de proporcionar a produção, por meio de ferramentas como recortes, dissoluções e união de dados, de novas geoinformações importantíssimas para a compreensão socioespacial.

No âmbito dos aspectos tratados, verifica-se já a forte presença de processos minerários ativos de cobre, manganês e níquel, recursos cotados para maior demanda na próxima década. Tendo em vista sua marca no território, 4%, isto é, quase a cada 20 porções de terras brasileiras, 1 é destinada ao aproveitamento desses minérios, foi urgente avaliar as relações e interseções com as zonas especiais, aqui um conjunto para as unidades de conservação, reservas indígenas e comunidades quilombolas.

A análise investigativa denuncia, portanto, a partir dos princípios e caminhos da geoinformação, um estado preocupante e invasivo das zonas especiais, que pode recrudescer na próxima década. Assim, diante do conjunto de dados georeferenciados e produzidos, torna-se imprescindível um equilíbrio maior entre desenvolvimento econômico e preservação socioambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTIGLIONE, Luiz Henrique Guimarães (2009). Análise Histórico-Crítica: As Transformações das Geoinformações In Epistemologia da Geoinformação: uma análise histórico-crítica. Tese de doutorado, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2009.

COLNAGO, Esteves Pedro (2021). Minerais do Futuro: Potencial Brasileiro e Ações do Serviço Geológico do Brasil-CPRM. Seminário "Mineração, Transição Energética e Clima". Brasília. 2021.

BRASIL. Lei N°9985, DE 18 de julho de 2000. Diário Oficial da União. Brasília. 2000.

O que é o SNUC. Dicionário Ambiental. ((o))eco, Rio de Janeiro, abr. 2014. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28223-o-que-e-o-snuc/>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Malhas territoriais: Unidades da Federação. Rio de Janeiro, RJ, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Malhas territoriais: setores censitários. Rio de Janeiro, RJ, 2021.

SOUZA, Caroline; PRETTO, Nicholas. O que são e onde ficam as unidades de conservação do Brasil. Nexo, 27 jun. 2022. Disponível em: <https://pp.nexojornal.com.br/Dados/2022/06/27/O-que-s%C3%A3o-e-onde-ficam-as-unidades-de-conserva%C3%A7%C3%A3o-do-Brasil>

BESSA, Juliana. Pará soma mais de R\$ 94 bilhões em faturamento no setor mineral e Canaã dos Carajás sobe para 2º lugar em arrecadação nacional. G1, Belém, dez. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2021/12/24/para-soma-mais-de-r-94-bilhoes-em-faturamento-no-setor-mineral-e-canaa-dos-carajas-sobe-para-2o-lugar-em-arrecadacao-nacional.ghtml>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Unidades de Conservação do Brasil. Brasília, mai. 2022. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geonetwork/srv/br/metadata.show?id=1250>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Terras Indígenas. Brasília, 2010. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geonetwork/srv/br/metadata.show?id=238>

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Áreas de Quilombolas. Brasília, mai. 2022. Disponível em: https://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py