

IMPACTOS DA MINERAÇÃO NA MUDANÇA DA PAISAGEM NA AGROVILA NOVA JERUSALÉM - CANAÃ DOS CARAJÁS

MINING IMPACTS ON LANDSCAPE CHANGE IN THE NOVA JERUSALÉM RURAL SETTLEMENT – CANAÃ DOS CARAJÁS

Camila Novaes Costa¹
Josiel de Oliveira Batista²
Andréa Hentz de Mello³
Victor Silva Souza⁴
Laynara Andrade Rego⁵
Letícia Silva Sales⁶
Wenderson da Silva Falleiros⁷

Área Temática 05: Meio ambiente, Mudanças climáticas e Sustentabilidade
Modalidade: Artigo Científico

Resumo

O avanço na utilização de recursos naturais a partir da ampliação da indústria, da agricultura, do extrativismo mineral e da expansão urbana é uma realidade e são setores chaves para compreender a dinâmica de paisagem de modo global. Em vista disso, esse trabalho apresenta o seguinte problema de pesquisa: como a mineração pode impactar na mudança de paisagem da agrovila Nova Jerusalém, em Canaã dos Carajás? Como objetivo geral elencou-se: fazer um mapeamento cronológico do uso do solo na Agrovila Nova Jerusalém, identificando por que está ocorrendo um grande aumento populacional na zona rural de Canaã dos Carajás, nos últimos 40 anos. O estudo foi realizado com base em revisões da literatura, utilizando trabalhos técnicos-científicos e a utilização de imagens de satélite de *Google Earth*. Para esse trabalho foi confeccionado um mosaico de fotos, buscando reunir elementos que ajudassem a perceber a mudança na paisagem na agrovila Nova Jerusalém, ao longo dos últimos 40 anos. Os resultados da análise aeroespacial apontam que a mineração gera grandes impactos socioambientais ao chegar numa região, desestruturando a produção e a estruturação social dos agricultores familiares, caracterizando a desterritorialização local. Esse fenômeno é observado no município de Canaã dos Carajás, mais especificamente na agrovila Nova Jerusalém, porém de maneira inversa. Neste caso, a dinâmica da mineração interfere diretamente no aumento no custo de vida no município, proporcionando um fenômeno inverso, que caracterizamos como êxodo urbano, definido pela migração das pessoas da cidade para o campo, em busca de melhores condições de vida e de locais acessíveis para estabelecerem moradia.

Palavras-Chave: Impactos da mineração, Mudança na paisagem, Geoprocessamento, Agricultura familiar.

¹ Instituição: Graduada na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa); e-mail: camilanovaes@unifesspa.edu.br

² Instituição: Docente na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa); e-mail: josieloliveira@unifesspa.edu.br

³ Instituição: Docente na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa); e-mail: andreahtenz@unifesspa.edu.br

⁴ Instituição: Graduando na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa); e-mail: victorsouza@unifesspa.edu.br

⁵ Instituição: Graduando na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa); e-mail: laynara.andrade@unifesspa.edu.br

⁶ Instituição: Mestranda na Universidade federal da grande Dourados/PPG em zootecnia: produção animal; e-mail: salesleticia2807@gmail.com

⁷ Instituição: Graduando na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa); e-mail: wendersonfalleiros@unifesspa.edu.br

Abstract

The expansion in the use of natural resources through the growth of industry, agriculture, mineral extraction, and urban expansion is a current reality and represents key sectors for understanding global landscape dynamics. In view of this, the present study raises the following research question: How can mining impact landscape change in the rural settlement of Nova Jerusalém, in Canaã dos Carajás? The general objective is to conduct a chronological mapping of land use in Nova Jerusalém, identifying the causes behind the significant population growth in the rural zone of Canaã dos Carajás over the past 40 years. The study was based on literature review, using technical-scientific research and satellite imagery from Google Earth. A photo mosaic was created for this work, seeking to gather visual elements that highlight landscape changes in Nova Jerusalém throughout the last four decades. The results from the aerospace analysis indicate that mining generates major socio-environmental impacts upon reaching a region, disrupting the production and social organization of family farmers, thereby characterizing local deterritorialization. This phenomenon is observed in the municipality of Canaã dos Carajás, more specifically in Nova Jerusalém, but in a reversed manner. In this case, the dynamics of mining directly affect the rise in the cost of living in the municipality, triggering a reverse phenomenon we identify as urban exodus, defined by the migration of people from the city to the countryside in search of better living conditions and more affordable places to settle.

Key words: Mining impacts, Landscape change, Geoprocessing, Family farming.

1. Introdução

O avanço na utilização de recursos naturais a partir da ampliação da indústria, da agricultura, do extrativismo mineral e da expansão urbana é uma realidade e são setores chaves para compreender a dinâmica de paisagem de modo global (Ganzala, 2018). No entanto, muitas vezes essas atividades econômicas tomam posse desordenadamente de áreas que são compostas por florestas e corpo d'água, utilizando desses e de outros recursos naturais, tornando mínima a regeneração destas áreas, tendo necessidade de intervenção humana mesmo que de forma parcial.

O Brasil possui uma grande carência de informações apropriadas para tomadas de decisões que envolvem os aspectos problemáticos na área urbana, rural e, sobretudo ambiental. Em um país de dimensões continentais, o geoprocessamento visa potencializar as ações de tomadas de decisão, baseado em tecnologias relativamente de baixo custo (Câmara, Davis, 2001). Através das métricas de paisagem aplicadas aos dados de uso e cobertura da terra, tornar-se possível analisar espacialmente a distribuição dos fragmentos de floresta e suas conectividades, possibilitando avaliar a eficiência da Zona de Amortecimento (ZA) na salvaguarda das Unidades de Conservação (UC) por meio da quantificação dos fragmentos em determinado período (Moraes *et.al.*, 2015).

Sabemos que a geotecnologia abrange tecnologias de processamento e armazenamento de dados geoespaciais por meio dos sistemas de SIG, tornando possível fazer uma avaliação mais ágil e objetiva, possibilitando o cruzamento de diferentes planos de informações que geram mapas valiosos na avaliação de propriedades rurais. Segundo Reghini e Cavichioli (2020), durante muito tempo a agricultura tradicional lidou com o manejo de culturas de modo desgastante. Foi apenas a partir da utilização de novas tecnologias, como os dados georreferenciados, junto ao armazenamento de informações em bancos de dados, que se tornou possível realizar comparações precisas com dados anteriores e com o histórico da área analisadas.

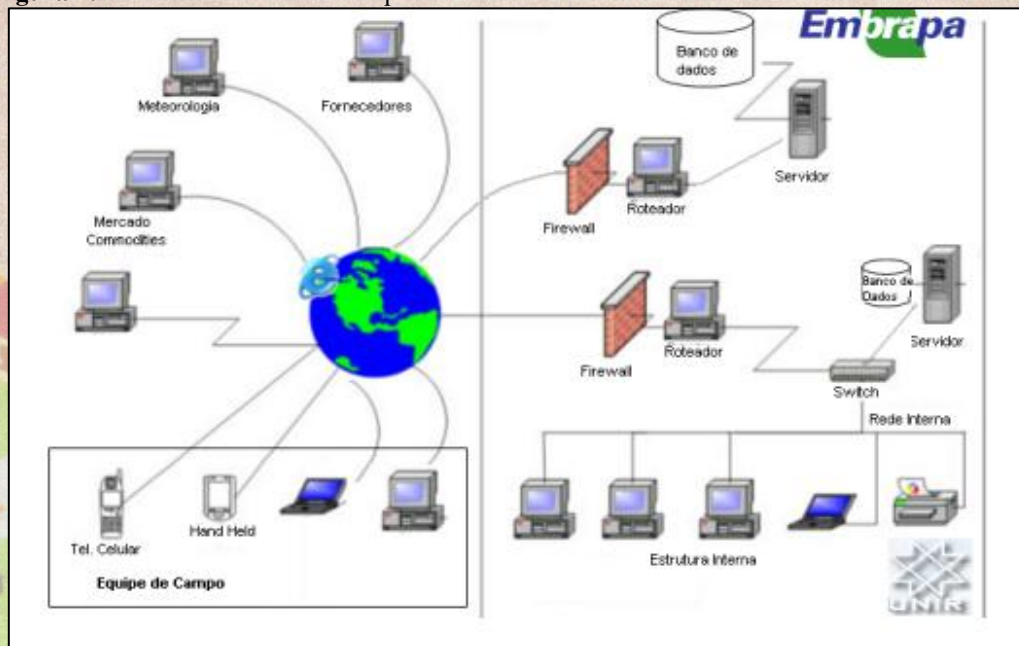
A maneira com que os dados são armazenados em um banco de dados facilita a organização, a consulta e a atualização das informações. Para fazer esta estruturação é preciso que se realize a modelagem de dados, para que as atividades específicas necessárias tenham um conjunto de aplicações estruturais ao armazenamento de dados corretos, reduzindo assim, espaço e esforço de programação.

Segundo Souza Filho (2008), a modelagem de dados é a atividade de especificação das estruturas de dados e regras necessárias que consigam suportar uma área de negócios específicos, sendo a representação de um conjunto de requerimentos de informações. Assim, como em qualquer aplicação padrão, o conceito de uma aplicação geográfica deve decorrer pelos estágios de análise, projetos e implementação da fase de análise concreta, sobretudo na modelagem de dados e de processos.

Definido a modelo de banco de dados (figura 1), é possível planejar uma forma de integrar estas informações com outras bases de dados e/ou sistemas, como o da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), onde existem produtos disponíveis como: base de dados da pesquisa agropecuária, *software* de recuperação de informação, e ferramentas para acesso a base de dados via *web*.

Portanto, a maneira com que os dados são armazenados em um banco de dados facilita a organização, a consulta e a atualização das informações. Assim, qualquer informação disponibilizada ao sistema será devidamente reconhecida, possibilitando obter uma análise completa do uso de solo de cada propriedade.

Figura 1: Possível estrutura de rede para visualizar as conexões com o servidor de banco de dados.



Fonte: Souza Filho (2008).

Considerando que a utilização de técnicas de geoprocessamento para o diagnóstico espacial de territórios e as análises de satélite proporcionadas pelo geoprocessamento, podem ser muito úteis na avaliação de sustentabilidade dos sistemas agrícolas de produção, por possibilitar a localização das áreas de cultivos, das estradas, bem como áreas degradadas pela mineração e o agronegócio, perguntamos: como a mineração pode impactar na mudança de paisagem da agrovila Nova Jerusalém, em Canaã dos Carajás? Em busca dessas respostas, este trabalho tem por objetivo fazer um mapeamento cronológico do uso do solo na Agrovila Nova Jerusalém, identificando por que está ocorrendo um grande aumento populacional na zona rural de Canaã dos Carajás, nos últimos 40 anos.

2. Sistema de informação Geográfica (SIG)

No ambiente de agronegócio, os dados de desmatamento, clima, análise e tratamento de solo, cultivo, colheita e de pecuária são dependentes de dados geográficos. Para abordar estes dados, existem os SIG, que são sistemas computacionais amplamente utilizados, capazes de captar, armazenar, consultar, manipular dados, analisar e imprimir dados referenciados espacialmente à superfície terrestre.

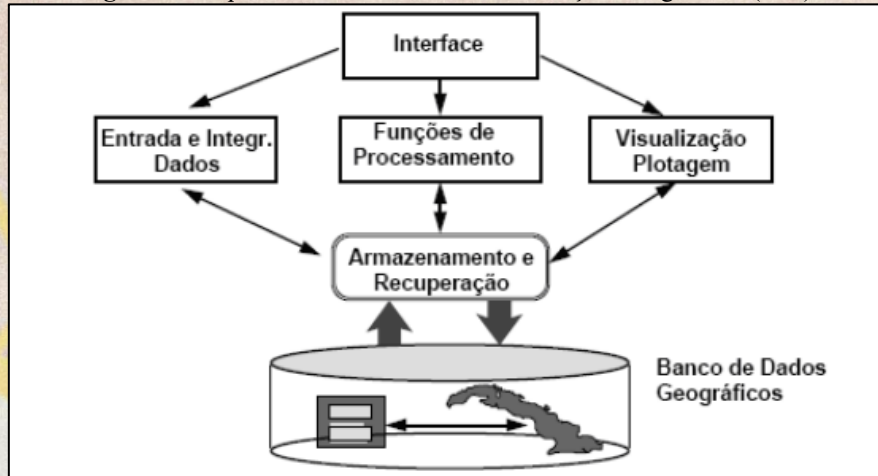
Entretanto, esta tecnologia tem influenciado de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. Nos países de grande dimensão continental como o Brasil, e com carência de informações adequadas para tomada de decisões sobre problemas urbanos e ambientais, o geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento é adquirido localmente (Câmara; Medeiros, 2003, p.3).

Um SIG é constituído por um aparato de ferramentas definidas por “um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados” (Aronoff, 1989, p. 20). Uma característica simples e geral num SIG é a capacidade de tratar as relações espaciais entre os objetos geográficos, além de sua capacidade de tratar as diversas projeções cartográficas.

Burrough (1986) o define como um “conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real” (p. 7). Cowen (1988) define como “um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas” (p. 10). Já Smith *et. al.* (1987), define como “um banco de dados indexados espacialmente sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais” (p.14). A partir desses conceitos, é possível indicar as principais características de SIG, integrar em uma única base de dados as informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, além de imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno.

Oferecer mecanismos para combinar as várias informações através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados é um dos maiores propósitos de um SIG. Segundo Câmara e Medeiros (2003), um SIG tem os seguintes componentes (figura 2): o primeiro tipo de interface a ser utilizado nos vários sistemas é a linguagem de comando, que possui grande poder expressivo na medida que aumenta a funcionalidade do sistema, cresce a complexidade da linguagem e aumenta muito a dificuldade de seu uso; entrada e integração de dados existem de quatro modos principais: digitalização em mesa, digitação ótica, entrada de dados via caderneta de campo e leitura de dados na forma digital.

Figura 2: Arquitetura de Sistemas de Informação Geográficas (SIG).



Fonte – Câmara e Medeiros (2003, p. 9).

Também é possível fazer consulta, análise espacial e processamento de imagens: através dessa ferramenta é possível determinar as evoluções espaciais e temporais de um fenômeno geográfico e as interrelações entre diferentes fenômenos, isso acontecerá no presente trabalho ao analisar uma região para fins de uso e ocupação do solo. Para isso será necessário escolher solo, vegetação e a geomorfologia.

Outro componente importante é a possibilidade de visualização e plotagem: alguns SIG que dispõem de ferramentas para produção de cartas, com recurso muitas vezes sofisticados de apresentações gráficas, permitem a definição interativa de uma área de plotagem, colocar legendas, textos explicativos e notas de crédito. Além de ter uma biblioteca de símbolos, que é também atributo fundamental para um sistema de produção. Por fim, possibilita o armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Contudo, o principal objetivo do geoprocessamento é fornecer ferramentas computacionais, proporcionando que diferentes análises determinem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno. Ao analisar uma região geográfica para fins de mapeamento agrícola é necessário escolher as variáveis explicativas como o solo, a vegetação e a geomorfologia e, por fim, determinar qual a contribuição de cada uma delas a obtenção de um mapa resultante.

Segundo Souza Filho (2008), a disponibilidade de informações confiáveis sobre os tipos de culturas instaladas, áreas plantadas e distribuídas espacialmente dentro de uma determinada região, são fundamentais na tomada de decisões para o planejamento, definição de prioridade e

liberação de financiamento pelos setores públicos ou privados, envolvidos na agricultura. Tais informações podem ser obtidos através de métodos convencionais, envolvendo questionários aplicados diretamente aos produtores, ou através da utilização de dados de sensoriamento remoto que possibilitam a representação vetorial da área a ser trabalhada.

2.1. A tecnologia do geoprocessamento potencializando a agricultura familiar: perspectivas de avanço por meio de projetos futuros

Segundo o site oficial da Conab (Companhia Nacional de Abastecimento), o levantamento de safras, por meio de satélite, começou a ser realizado pelo governo federal em 2004. O projeto GeoSafras, idealizado pela Conab, já realiza levantamentos de várias culturas agrícolas, como café, laranja, milho, cana-de-açúcar, soja e arroz. Participam do projeto órgãos governamentais e da iniciativa privadas. No entanto, a agricultura familiar reúne 4,2 milhões de estabelecimentos rurais e emprega 70% da mão de obra no campo (INCRA, 2000). Esses dados sinalizam a importância do projeto GeoSafras para a agricultura familiar.

Esse projeto tem por finalidade aprimorar o sistema de estimativas das safras agrícolas brasileiras com o apoio de uma rede multiinstitucional. O GeoSafras faz uso de geotecnologias como o sensoriamento remoto, GPS (*Global Positioning System*) e Sistemas de Informações Geográficas no mapeamento e monitoramento das culturas, de aplicação de modelos agrometeorológicos nos prognósticos de rendimento diante das condições climáticas nos períodos cruciais do desenvolvimento da planta e ainda de levantamentos de dados de campo, como apoio nas estimativas de área e de produtividade.

Através do uso desse projeto para a agricultura familiar de Canaã dos Carajás, será proposto que este modelo de organização gere renda, criação de trabalho, preservação da biodiversidade e garantia de certa estabilidade social, tendo em vista que o método dos agricultores está baseado na diversidade de cultivos e explorações ao quais permitem o escalonamento do uso dessa mão de obra e assim, contribuindo na segurança alimentícia e no aumento de sua produção.

Através desse projeto, como um método viável a ser aplicado no município de Canaã dos Carajás-PA, poderia ser constituída uma parceria com a prefeitura municipal, através da Secretária Municipal de Agricultura (SEMPRU), que já vem contribuindo com o

desenvolvimento da agricultura familiar no município através do Programa Municipal de Desenvolvimento do Campo (PROCAMPO)⁸. A ideia inicial é fazer com que essas tecnologias de mapeamento cheguem até os agricultores familiares para que tenham aumento e escalonamento de produção. No entanto, por falta de incentivos e conhecimento, e por não conseguir um financiamento, os pequenos agricultores não conseguem expandir sua produção e, por consequência, não conseguem compradores fixos dessa produção, interferindo diretamente na competitividade com as grandes propriedades.

Com a criação do “Projeto Canaã GeoSafras familiar”, pequenos e médios agricultores teriam acesso a essa tecnologia de forma gratuita, por meio do atendimento por profissionais da área, e teriam controle do zoneamento agrícola de sua propriedade, monitoramento de sua safra, gestão de recursos naturais, planejamento de sistema de irrigação e controle de pragas e doença. Tendo em vista que o município de Canaã dos Carajás tem uma grande aptidão de crescimento e de renda para além da mineração, a implantação do projeto daria mais um passo rumo ao desenvolvimento tecnológico no estado. O projeto seria uma iniciativa voltada para o fortalecimento da agricultura familiar e a promoção de práticas sustentáveis. Este projeto visaria o apoio direto aos agricultores familiares na produção e comercialização de seus produtos, incentivando a adoção de técnicas agroecológicas que preservam o meio ambiente e aumentam a produtividade.

3. Metodologia

O estudo foi realizado com base em revisões da literatura, utilizando trabalhos técnicos-científicos e a utilização de imagens de satélite do *Google Earth*. Isso foi possível acessando o ícone do relógio na barra de ferramentas superior e, posteriormente usando o controle deslizante de tempo no canto superior esquerdo, possibilitando navegar pelas datas disponíveis. Para esse trabalho foi confeccionado um mosaico de fotos, buscando reunir elementos que ajudassem a perceber a mudança na paisagem na agrovila Nova Jerusalém, ao longo dos últimos 40 anos.

⁸ O PROCAMPO é uma ação da SEMPRU e visa apoiar cidadãos canaenses em projetos de bovinocultura leiteira e de corte, fruticultura, avicultura, suinocultura, piscicultura, apicultura, horticultura e produção de grãos. Em 2022, o investimento foi de, aproximadamente, R\$ 25 milhões e compreendeu no fornecimento de apoio técnico, insumos, maquinário, entre outros, aos negócios rurais locais.

As fotos levaram em consideração o ano de 1994, como data de início das nossas investigações, porque contamos com o período de armazenamento de imagens do *Google Earth*. Antes dessa data, não havia imagens disponíveis. Essa data também coincide com o ano de emancipação do município e posterior ocupação devido aos atrativos advindos das atividades de mineração. Em seguida, a seleção de novas imagens levou em consideração mudanças significativas na paisagem. Deste modo, foram coletadas 10 imagens, correspondentes aos anos de 1994, 2001, 2006, 2007, 2013, 2019, 2020, 2021, 2022 e 2024.

As imagens foram retiradas do *Google Earth* de forma gratuita, no formato JPG. Sendo assim, foi consolidada a primeira fase do trabalho com a obtenção das imagens a serem analisadas. Dentro do Qgis 3.32 LIMA foi possível o georreferenciamento destas imagens e suas colocações no Datum de referência WGS 84 (*World Geodetic System*) e no fuso em que se encontra a agrovila analisada. Com as imagens já georreferenciadas, foi possível realizar o processamento da imagem, visualizar e recortar as áreas de interesse a partir de um arquivo no formato *shape file*.

4. Como a mineração pode mudar a paisagem afetando a produção da agricultura familiar na agrovila Nova Jerusalém em Canaã dos Carajás?

A cidade de Canaã dos Carajás, que está localizada no Sudeste do Estado do Pará e serve de exemplo quanto aos impactos da mineração sob as terras agricultáveis, pois nos últimos anos tem testemunhado transformações significativas devido à expansão das atividades de mineração, especialmente a exploração de ferro e cobre pela mineradora Vale, uma das maiores do mundo. “As atividades na região remontam às primeiras pesquisas geológicas efetuadas por funcionários da Companhia Meridional de Mineração (subsidiária da *United States Steel*), em busca de jazidas de manganês” (Bunker, 2003, p.11).

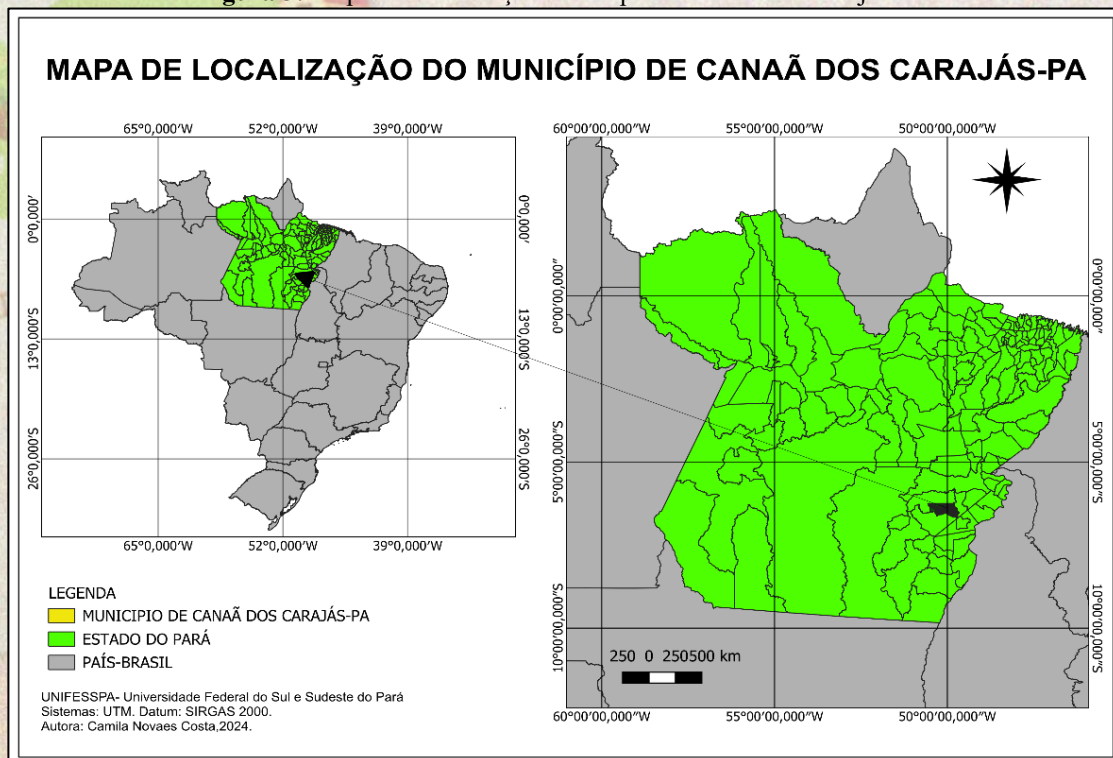
Segundo Monte-Cardoso (2018), os projetos mineradores no estado do Pará foram os que mais concentraram iniciativas governamentais, tendo a necessidade de ocupação do território amazônico, extrapolando as necessidades econômicas governamentais, inscrevendo-se no quadro de disputas geopolíticas em torno de reservas naturais estratégicas, como é o caso das jazidas minerais.

As diretrizes políticas do governo, amparadas na estratégia geopolítica governamental e na doutrina de segurança nacional, impuseram um modo peculiar de intervenção

regional, que promovesse, ao mesmo tempo, a integração econômica nacional e a defesa das regiões fronteiriças (Monteiro e Coelho, 2004, p. 103).

Ainda segundo Monteiro-Cardoso (2018), o município de Canaã dos Carajás surgiu em 1982, a partir de um assentamento agrícola, estabelecido pelo Grupo Executivo das Terras do Araguaia e Tocantins (GETTAT)⁹, que tinha por objetivo atenuar os conflitos agrários na região. Durante três anos foram estabelecidas 1551 famílias na área que ficou conhecida com Centro de Desenvolvimento Regional (CEDERE). Até 1988, ainda não municipalizado, seu território estava sob a jurisdição do município de Marabá, juntamente com Parauapebas que ainda não havia sido emancipado, uma vez que Marabá era um dos poucos municípios estruturados da área. Após a emancipação de Parauapebas, em 1988, Canaã dos Carajás manteve-se atrelado à cidade até 1994, quando obteve sua autonomia, tornando-se emancipado (figura 3).

Figura 3: Mapa de Localização município de Canaã dos Carajás-Pa.



Fonte: Os autores (2025).

⁹ O grupo foi estabelecido para mitigar os conflitos agrários na região, que eram frequentes devido à disputa por terras entre grandes proprietários e pequenos posseiros. Alguns apontam que o processo de regularização foi lento e burocrático, e que nem todos os conflitos foram resolvidos de maneira justa.

Entretanto até 1985, 816 famílias já haviam recebido o título das terras, contudo, naquele mesmo ano, as atividades de assentamentos sem-terra acabaram, mas o GETAT foi extinto apenas em outubro de 1994, através da Lei Estadual N° 5.860 de outubro de 1994.

Art. 1° - Fica criado o Município de Canaã dos Carajás, com área desmembrada do Município de Parauapebas. Art. 2° - O Município de Canaã dos Carajás, criado por esta Lei, terá os seguintes limites: "COM O MUNICÍPIO DE PARAUAPEBAS Começam no rio Itacaiúnas, confronte à foz do rio Pium, seguindo para jusante pelo talvegue do rio Itacaiúnas até encontrar o paralelo geográfico 6° 15' S; daí, seguindo para leste pelo citado paralelo até encontrar o rio Verde (Pará, 1994, p.1).

Canaã dos Carajás ficou conhecida como “Terra Prometida” em virtude da grande quantidade de evangélicos que moravam na cidade, que associaram o nome “Canaã” a origem histórica correspondente ao atual Estado de Israel, no Oriente Médio. Acreditavam que a cidade se refere a história da Bíblia Sagrada, onde Canaã era neto de Noé, que povoou a região logo após o “dilúvio”, sendo Canaã interpretada como a “terra que emana leite e mel”, “terra do ouro, cobre e níquel”. Já “Carajás”, tem relacionamento principalmente com o acidente geográfico e geológico do município e da região Sudeste do Pará, a Serra dos Carajás, reconhecida mundialmente pelas minas de ouro, ferro e manganês, tendo em vista que anteriormente à colonização, o território era povoado pelos povos Karajá e Kaiapó.

A economia do Município na década de 90, se baseava na agropecuária, girando em torno da cultura do arroz, milho, feijão e na cadeia do leite e do gado de corte. Logo, com a descoberta de jazidas minerais de cobre, níquel e ferro, Canaã dos Carajás começou a receber muitos imigrantes de outros estados em busca de emprego e melhor qualidade de vida na implantação das minas e usinas de beneficiamento e processamento do minério.

As operações de instalação e exploração da mina de cobre do “Sossego¹⁰” acabou modificando a dinâmica populacional, econômica e urbana da cidade. Isso se intensificou com o início das operações, em 2016, da mina S11D¹¹, considerada a maior reserva de minério de

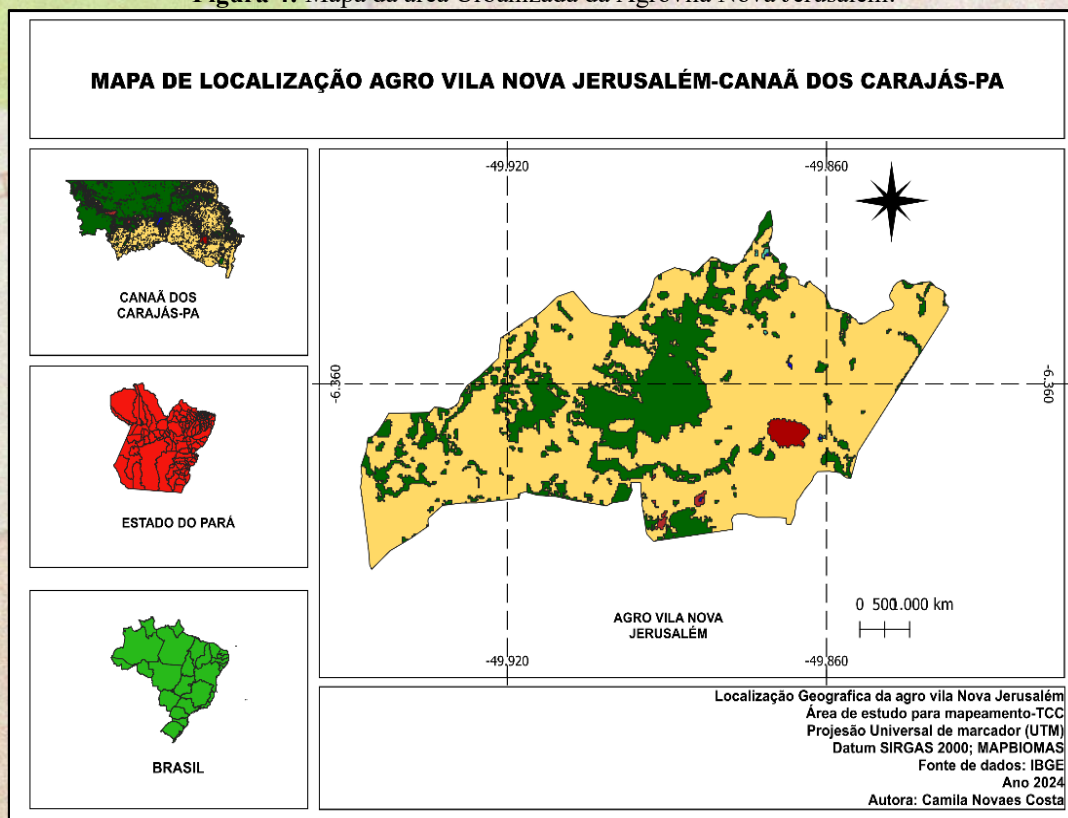
¹⁰ A mina é composta por dois corpos minerais principais, chamados Sossego e Sequeirinho, e a extração de cobre é realizada a céu aberto. Em 2023, a mina produziu cerca de 66.800 toneladas de cobre, sendo a segunda maior produtora de cobre da Vale, atrás apenas da mina de Salobo, também localizada no Pará.

¹¹ Projeto Ferro Carajás S11D, é um dos maiores projetos de mineração de ferro do mundo, localizado na Serra Sul de Carajás, em Canaã dos Carajás- Pará. Operada pela Vale, a mina começou suas operações em 2016 e representa um marco na mineração devido à sua escala e tecnologia avançada.

ferro do mundo. Segundo a Moreira (2017), o empreendimento recebeu este nome a partir da sua localização, tratando-se do bloco D do corpo S11, que fica na serra sul, da grande região de carajás. Com a incorporação da atividade de mineração ao município, a população de Canaã dos Carajás, subiu de 10.922 habitantes em 2000, para 31.062 em 2013, conforme dados do IBGE (Brasil, 2013). Hoje a estimativa populacional do município, segundo o IBGE é de aproximadamente 86.629 habitantes (Brasil, 2024).

A dinâmica da mineração ocasionou o aumento no custo de vida no município, com preço de aluguéis exorbitantes, assustando os moradores imigrantes e locais, proporcionando um fenômeno inverso, chamado de êxodo urbano, caracterizado pela migração das pessoas da cidade para o campo. Mas, como e por que isto está acontecendo? Infere-se que seja por causa do alto custo de vida na cidade, por causa da apropriação de terras na área rural, da venda de recorte dos terrenos já adquiridos pela reforma agrária como, por exemplo, a agrovila Nova Jerusalém (figura 4). Esse é um dos fatores que ajudaria a explicar o processo de alteração da paisagem local.

Figura 4: Mapa da área Urbanizada da Agrovila Nova Jerusalém.



Fonte: Os autores (2025).

A expansão das operações da mineração resultou na desapropriação de vastas áreas que eram tradicionalmente usadas para agricultura familiar, famílias essas que dependiam dessas terras para sustento, no cultivo de alimentos e na criação de animais, sendo forçados a se deslocar, perdendo não apenas suas propriedades, mas também suas fontes de sustento e a ligação com a terra que cultivavam há tempos.

Segundo Sepe e Salvador (2018), “essas peculiaridades associam-se ao termo de rigidez locacional, que expressa à restrição na seleção de áreas que possam gerar menores impactos ambientais na implantação de empreendimentos minerários” (p. 3). Frequentemente, os locais de ocorrência são ambientalmente sensíveis e importantes para a preservação da biodiversidade, sendo de suma importância que seja feito o planejamento das atividades de mineração, fazendo-se necessário a definição e implementação de diretrizes para preservar o meio ambiente e as populações já existentes no local.

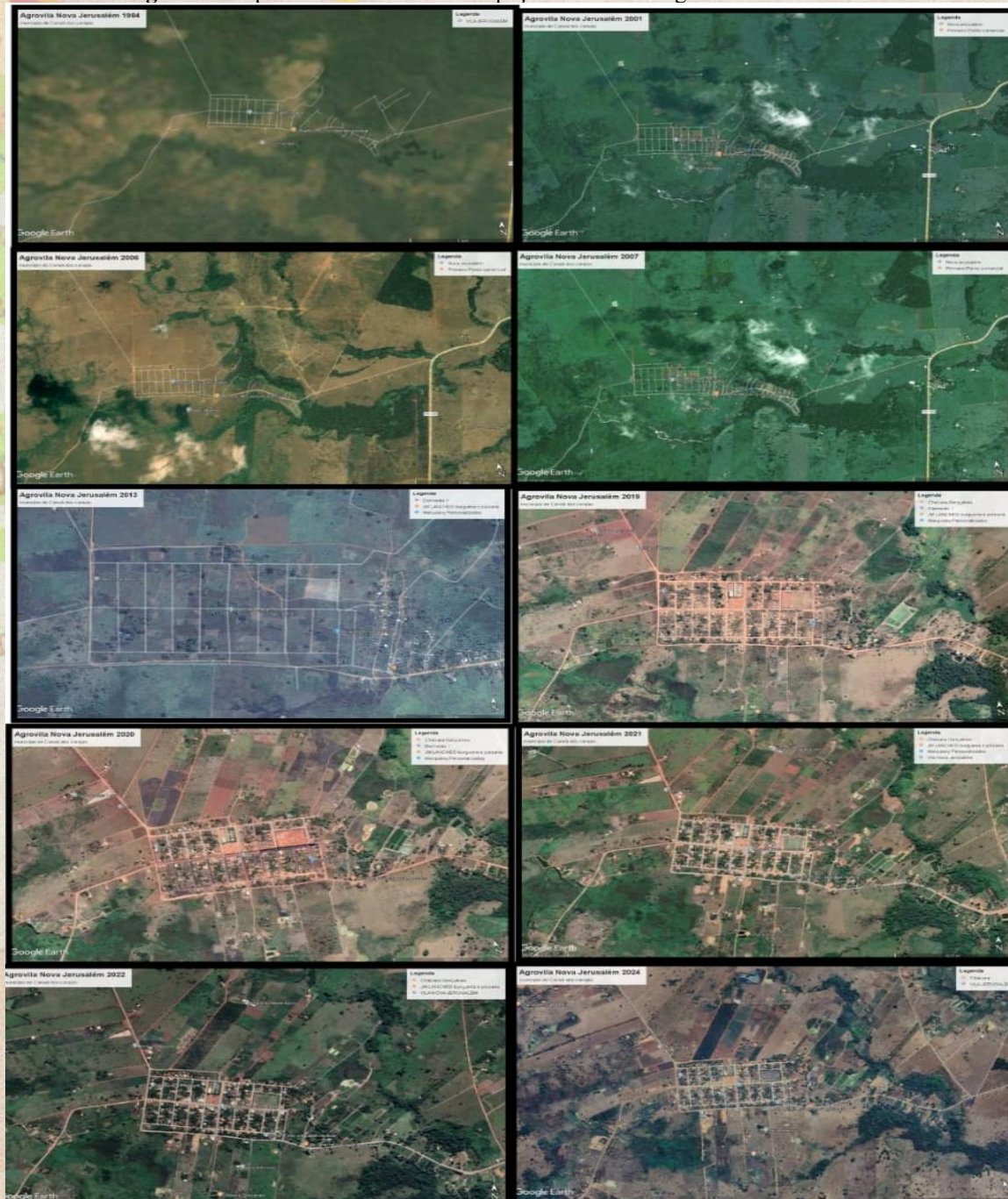
A água é um insumo fundamental para a extração mineral. Apesar das taxas de recirculação serem altas, entre 82% (Vale, 2016) e 90% (Samarco, 2015), o consumo específico pode variar de 1,1 m³/t (Samarco, 2015) até 4 m³/t (MRN, 2015). No entanto, à medida que o lençol é rebaixado, diferentes impactos podem ser gerados como a diminuição no fluxo de água de rios, a perda da qualidade da água superficial ou subterrânea e a redução do volume de água em poços (Elaw, 2010). Também deve-se levar em conta a poluição do solo e da água por resíduos de mineração, como metais pesados e produtos químicos usados nos processamentos dos minerais, causando danos às áreas agrícolas, uma vez que os rios e córregos podem ser contaminados, agravando a situação das famílias agrícolas.

O uso de geoprocessamento pode desempenhar um papel fundamental na gestão e redução dos impactos causados pela mineração através do monitoramento ambiental, usando imagens de satélites e drones na detecção de desmatamento, erosão do solo, bem como da contaminação de corpos d'água e alterações de relevo. Também pode ser utilizado na gestão de terras, empregando ferramentas de mapeamento com intuito de gerenciar o uso da terra, identificando áreas que podem ser preservadas, recuperadas ou reutilizadas após a atividade mineradora.

Outro uso importante do geoprocessamento é na detecção de pontos de fogo, oriundos de queimadas, na maioria das vezes criminosas. Os dados primários da ocorrência fornecem

informações sobre a localização dos pontos de ignição, a extensão das áreas queimadas e as condições ambientais, topográficas e climáticas no momento da ignição. Esses dados são então utilizados para criar dados secundários, como estatísticas de incêndios, que permitem analisar os padrões de ocorrência em diferentes escalas espaciais e conteúdos temáticos (Allgöwer *et. al.*, 2003).

Figura 5: Mapa retroativo de uso e ocupação do solo na Agrovila Nova Jerusalém



Fonte: Os autores (2025).

Do exposto, podemos afirmar que o geoprocessamento oferece um conjunto de ferramentas poderosas para compreender, monitorar e gerenciar as mudanças de paisagem causadas pela mineração em Canaã dos Carajás, conforme observado na figura 5, que mostra o mapa retroativo de uso e ocupação do solo na agrovila Nova Jerusalém ao longo de 40 anos de ocupação.

Uma investigação mais aprofundada possibilitaria a análise detalhada dos impactos ambientais incluindo a avaliação de perda de terras agrícolas, a contaminação de recursos hídricos e os efeitos sobre a biodiversidade. Para Henriques e Porto (2015), poluição, redução de mananciais e da biodiversidade e o desenvolvimento de conflitos, são exemplos de externalidades geradas por empreendimento como os mineradores. Afetadas as formas tradicionais de produção e de sobrevivência, os agricultores acabam sendo tolhidos de sobreviver com seus próprios meios, a partir de suas próprias propriedades e a diminuição ou escassez de água pode significar o fim das formas tradicionais de produção, ligadas ao plantio e a criação de animais.

5. Considerações Finais

A mineração gera grandes impactos socioambientais ao chegar numa região, desestruturando a produção e a estruturação social dos agricultores familiares, caracterizando a desterritorialização local, já que a utilização dos recursos é apropriada por um determinado grupo em detrimento dos usos que outros grupos possam fazer de seu território, assegurando a reprodução do seu modo de vida em detrimento de modos de vida ali existentes. Esse fenômeno é observado no município de Canaã dos Carajás, mais especificamente na agrovila Nova Jerusalém, porém de maneira inversa. Neste caso, a dinâmica da mineração interfere diretamente no aumento no custo de vida no município, proporcionando um fenômeno inverso, que caracterizamos como êxodo urbano, definido pela migração das pessoas da cidade para o campo, em busca de melhores condições de vida e de locais acessíveis para estabelecerem moradia.

Além disso, o aumento do número de moradores na comunidade rural Nova Jerusalém altera significativamente a paisagem desse local. Este crescimento populacional pode levar à urbanização desordenada, à pressão sobre recursos naturais e à mudança nos padrões de uso do

solo, impactando diretamente a prática da agricultura familiar. A coexistência harmoniosa entre o desenvolvimento urbano e rural é essencial para garantir que os agricultores familiares possam prosperar e contribuir para a segurança alimentar e econômica das suas comunidades.

Ferramentas como o geoprocessamento, são essenciais para garantir que o desenvolvimento econômico ocorra de maneira sustentável, minimizando os impactos ambientais e sociais. Com o planejamento e ordenamento territorial é possível realizar um planejamento mais eficiente do uso do solo, assim, garantindo que áreas de mineração sejam devidamente delimitadas e que áreas agrícolas e de preservação ambiental sejam protegidas, minimizando os impactos causados pela expansão minerária.

6. Referências Bibliográficas

ALLGOWER, B.; CARLSON, J. D.; van WAGTENDONK, J. W. Introduction to Fire Danger Rating and Remote Sensing — Will Remote Sensing Enhance Wildland Fire Danger Rating? In: CHUVIECO, Emilio (Ed.). **Wildland Fire Danger Estimation and Mapping: The Role of Remote Sensing Data**. Series in Remote Sensing, Vol. 4. University of Alcalá, Spain., 2003.

ARONOFF, S. **Geographical Information Systems: A Management Perspective**. Ottawa, WDI Publications, 1989.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <ftp.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 jun. 2025.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <ftp.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 jun. 2025.

BUNKER, S. G. (2003). Da castanha-do-pará ao ferro: os múltiplos impactos dos projetos de mineração na Amazônia brasileira. **Novos Cadernos NAEA**, v. 6, n. 2, p. 5-38, dez. 2003.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford, Clarendon Press, 1986. 193 p.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Introdução ao geoprocessamento**. Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE). Fundamentos de Geoprocessamento. São José dos Campos, v. 1, p. 1-5, 2001.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. Princípios Básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D., SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília, Embrapa-SPI; Embrapa-CPAC, 2003. p. 3-11.

COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMF: what are the differences. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 54:1551-4, 1988.

Environmental Law Alliance Worldwide (ELAW). **Guia para Avaliação de Impacto Ambiental de Projetos de Mineração**. Eugene: ELAW, 2010. Disponível em: <https://elaw.org>. Acesso em: 30 jun. 2025.

GANZALA, Gabryelly Godois. A industrialização, impactos ambientais e a necessidade de desenvolvimento de políticas ambientais sustentáveis no século XXI. 2018.

HENRIQUES, A. B.; PORTO, M. F. de S.. Mineração, agricultura familiar e saúde coletiva: um estudo de caso na região de Itamarati de Minas-MG. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 25, p. 1361-1382, 2015.

INCRA. **Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Estatuto da Terra**, 2000. 53p.

MONTE-CARDOSO, D.. Mineração e subdesenvolvimento: impactos da atividade mineradora nos municípios de Canaã dos Carajás, Marabá e Parauapebas (2004 - 2015). 2018. (139 p.) Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, SP.

MONTEIRO, M. de A. e COELHO, M. C. N.. As políticas federais e reconfigurações espaciais na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 7, n. 1, p. 91-122, Jun. 2004.

MORAES, M. C. P. de; DE MELLO, K.; HARTUNG TOPPA, R.. **Análise da paisagem de uma zona de amortecimento como subsídio para o planejamento e gestão de unidades de conservação**. Revista *Árvore*, v. 39, n. 1, 2015. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000100001>

MOREIRA, M. C. A.. **Análise de viabilidade técnica, econômica, ambiental e social do Projeto S11D da Vale SA em Canaã dos Carajás-PA**. 2017

MINERAÇÃO RIO DO NORTE (MRN). **Relatório de Sustentabilidade 2015**. Porto Trombetas: MRN, 2015. Disponível em: <https://www.mrn.com.br>. Acesso em: 30 jun. 2025.

PARÁ. **Lei nº 5.860, de 5 de outubro de 1994**. Cria o Município de Canaã dos Carajás, com área desmembrada do Município de Parauapebas. *Diário Oficial do Estado do Pará*, Belém, 1994.

REGHINI, F. L.; CAVICHIOLI, F. A.. Utilização de geoprocessamento na agricultura de precisão. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 329-339, 2020.

SAMARCO MINERAÇÃO S.A. **Relatório de Sustentabilidade 2015**. Belo Horizonte: Samarco, 2015. Disponível em: <https://www.samarco.com>. Acesso em: 30 jun. 2025.

SEPE, J.; SALVADOR, N. N. B.. Impactos da mineração e conflitos pelo uso da água com as atividades agrícolas de pequeno porte. **VIII Simpósio Reforma agrária e Questões Rurais**, 2018.

SMITH, T.R.; PEUQUET, D. J.; MENON, S.; AGARWAL, P. KBGIS-II: a knowledge-based geographic information system. **International Journal of Geographic Information Systems**, v. 1, n. 2, p. 149-172, 1987.

SOUZA FILHO, T. A. et.al. **Modelagem de banco de dados de geoprocessamento aplicado na agricultura**. 2008.

VALE S.A. **Relatório de Sustentabilidade 2016**. Rio de Janeiro: Vale, 2016. Disponível em: <https://www.vale.com>. Acesso em: 30 jun. 2025.

