

DETECÇÃO DE MUDANÇAS DO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE CANAÃ DOS CARAJÁS, PARÁ

DETECTION OF CHANGES IN LAND USE AND COVERAGE IN THE MUNICIPALITY OF CANAÃ DOS CARAJÁS, PARÁ

DETECCIÓN DE CAMBIOS EN EL USO Y COBERTURA DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE CANAÃ DOS CARAJÁS, PARÁ

Layse Gomes Furtado¹ <https://orcid.org/0000-0002-2442-0945>

Carla Braga Pereira² <https://orcid.org/0000-0002-1550-4637>

Davi Farias da Silva³ <https://orcid.org/0000-0002-4746-4123>

Leoni de Souza Belato⁴ <https://orcid.org/0000-0002-9230-2246>

Bruno Wendell de Freitas Pereira⁵ <https://orcid.org/0000-0002-3823-6292>

RESUMO

Na região Amazônica as alterações da cobertura vegetal estão associadas, principalmente, a exploração madeireira, extração mineral e agropecuária. Essa conversão da floresta em solo exposto é recorrente em municípios paraenses, como Canaã dos Carajás. Diante disso, o artigo buscou analisar a dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura do solo desse município durante 30 anos, mapeando, classificando e quantificando as classes encontradas na superfície por meio de geotecnologias. Assim, elaborou-se uma série histórica de mapas de uso e cobertura da terra e gráficos estatísticos que exibem dados sobre a matriz de conversão, análise de persistência e processo de transição das classes. Os resultados evidenciaram a transformação da formação floresta em pastagem, mineração e infraestrutura urbana, estas ocupando atualmente mais de 50% do município; a atividade pecuária tem maior destaque na mudança de paisagem na região e a atividade mineraria serviu de catalizador para a expansão urbana na sede municipal.

Palavras-chave: Cobertura Vegetal. Solo Exposto. Geotecnologias.

ABSTRACT

In the Amazon region, changes in vegetation cover are mainly associated with logging, mineral extraction and agriculture. This conversion of the forest into exposed soil is very recurrent in

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail: layse.furtadog@gmail.com

² Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail: carlabpereira10@gmail.com

³ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail: davifarias.rug@gmail.com

⁴ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail: leonibelato@gmail.com

⁵ Doutor em Ciências Agrárias - UFRA, Professor Efetivo Adjunto da Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA. E-mail: brunowendell@yahoo.com.br

municipalities in Pará, such as Canaã dos Carajás. Therefore, the article sought to analyze the spatial-temporal dynamics of land use and land cover in this municipality for 30 years, mapping, classifying and quantifying the classes found on the surface, through geotechnologies. Thus, a historical series of land use and land cover maps and statistical graphs that show data on the conversion matrix, persistence analysis and class transition process were elaborated. The results evidenced the transformation of the forest formation into pasture, mining and urban infrastructure classes, these currently occupying more than 50% of the municipality; the livestock activity has greater prominence in the change of landscape in the region and the mining activity served as a catalyst for urban expansion in the municipal headquarters.

Keywords: Vegetation Cover. Exposed Soil. Geotechnologies.

RESUMEN

En la región amazónica, los cambios en la cobertura vegetal están asociados principalmente con la tala de árboles, la extracción de minerales y la agricultura. Esta conversión de bosque en suelo expuesto es muy recurrente en municipios de Pará, como Canaã dos Carajás. Por lo tanto, el artículo buscó analizar la dinámica espacio-temporal del uso y cobertura del suelo en este municipio a lo largo de 30 años, mapeando, clasificando y cuantificando las clases que se encuentran en la superficie, a través de geotecnologías. Así, se elaboró una serie histórica de mapas de uso y cobertura del suelo y gráficos estadísticos que muestran datos sobre la matriz de conversión, análisis de persistencia y proceso de transición de clases. Los resultados mostraron la transformación de la formación boscosa en clases de pasto, minería e infraestructura urbana, que actualmente ocupan más del 50% del municipio; la actividad ganadera es más destacada en el cambio paisajístico de la región y la actividad minera sirvió como catalizador de la expansión urbana en la cabecera municipal.

Palabras clave: Cobertura Vegetal, Suelo Expuesto. Geotecnologías.

INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas ocasionam as mudanças ocorridas na paisagem por meio da expansão das áreas produtivas, o aumento dos aglomerados urbanos, a exploração dos recursos naturais, as atividades de mineração entre outras, uma vez que visam suprir as necessidades humano somado ao desenvolvimento contínuo e mal planejado, culminando em diversos impactos ambientais e socioeconômicos (SANTOS *et al.*, 2017). Analisar essas alterações espaço-temporal do uso e cobertura da terra no âmbito social, ambiental e econômico, fornece base científica para compreensão das transformações espaciais e também para o desenvolvimento de políticas direcionadas ao monitoramento do desflorestamento, condicionado por condições naturais e/ou influências antrópicas, além do planejamento territorial o qual permite analisar o vetor da expansão urbana (PAIXÃO *et al.*, 2020; TAURA *et al.*, 2011).

O processo de remoção da floresta na região amazônica se intensificou na década de 80, a partir do fluxo migratório populacional impulsionado por políticas públicas desenvolvimentistas e de ocupação territorial (CARMO e COSTA, 2016). Nesse viés, as mudanças na cobertura e uso da terra na região referem-se, majoritariamente, as questões econômicas traduzidas pela exploração madeireira, extração mineral e agropecuária. A região amazônica ocupa o terceiro lugar na produção mineral brasileira, todavia, resulta na vulnerabilidade ambiental condicionada a muitos impactos na remoção desses recursos (CORDANI e JULIANI, 2019). Incluída nessa conjuntura, o estado do Pará comporta o maior número de conflitos de impactos socioeconômicos e de reordenamento do território em virtude da exploração de recursos naturais (LIMA e SILVA, 2015).

O município de Canaã dos Carajás é um exemplo de região com conflitos gerados pela disputa de território, principalmente, pela grande atividade exploratória de recursos minerais e ao avanço da agropecuária (LOPES *et al.*, 2018). Nessa região o abastecimento de infraestrutura para apoio logístico de dinâmicas globais (mineração, pecuária, monocultura) gerou uma nova articulação entre cidades médias e pequenas com vilas e tipologias de uso e ocupação do solo de apoio a tais atividades (companytowns, distritos industriais, alojamentos e centros logísticos). Nesse processo de mudança de uso da terra gerou conversão massiva de terras rurais em urbanas, visto que a terra urbanizada pode obter maior remuneração e a tendência de conectar a terra ao sistema financeiro (CARDOSO *et al.*, 2018).

Nesse contexto, o presente artigo visa analisar a dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura do solo no município de Canaã dos Carajás entre os anos de 1989 a 2019, mapeando, classificando e quantificando os objetos encontrados na superfície, através de geotecnologias, mais especificamente técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. O uso dessas ferramentas tem sido muito eficiente na investigação de mudanças no uso e cobertura da terra, incluindo as alterações acarretadas nas paisagens em um determinado local e escala temporal, além do monitoramento orbital, possibilitando diagnosticar alterações antrópicas e naturais na paisagem.

MATERIAIS E MÉTODOS

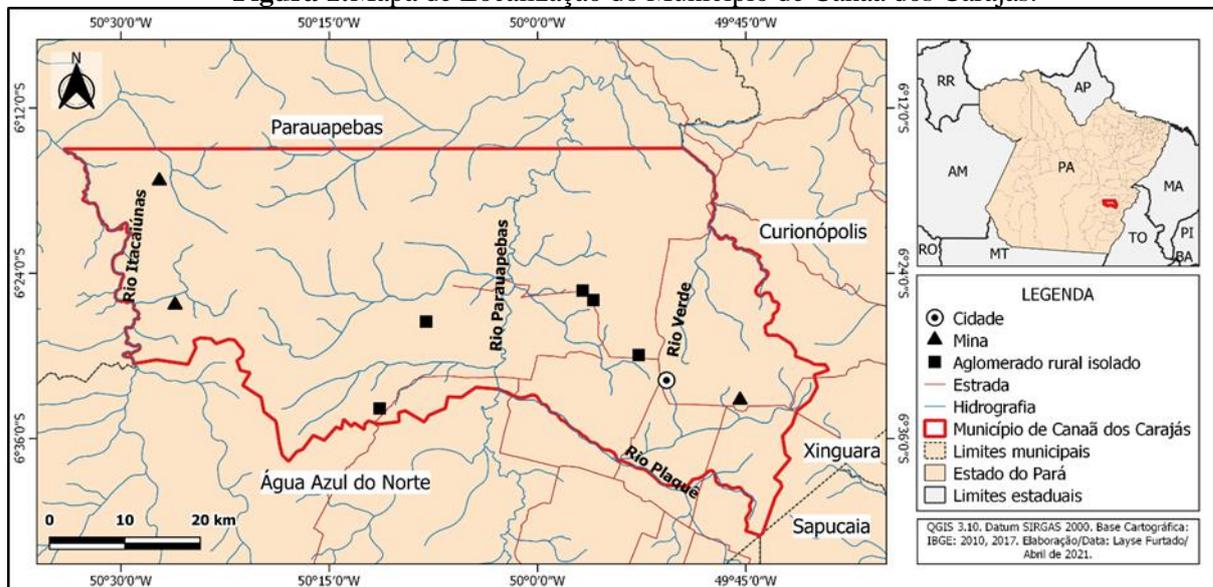
Para a elaboração deste artigo foi realizado o levantamento bibliográfico sobre o histórico da área e temática do artigo. Além disso, foi feita a coleta de dados cartográficos por meio de base de dados de órgãos oficiais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e, especificamente, do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do

Brasil (MapBiomas). Os procedimentos realizados para cada base de dados, será descrita posteriormente nos próximos tópicos.

ÁREA DE ESTUDO

Canaã dos Carajás é um município que está localizado no Estado do Pará, possui aproximadamente 38.103 habitantes distribuídos em seus 3.146,821 km² e está inserido na Região Geográfica Intermediária de Marabá e Imediata de Parauapebas (IBGE, 2010). Sua localização geográfica encontra-se a 06°29'51" ao Sul da Linha do Equador e 49°52'42" a Oeste do Meridiano de Greenwich (fig. 1).

Figura 1: Mapa de Localização do Município de Canaã dos Carajás.



Fonte: autoria própria (2021).

A economia municipal é composta, principalmente, por atividades de exploração mineral, tendo como a mineradora Vale a principal responsável por promover o desenvolvimento econômico do município. Porém, na região também há uma forte presença de atividade pecuária, seguida de agricultura, apicultura, artesanato, serviços imobiliários e informais (CARDOSO *et al*, 2018).

Em aspectos climatológicos, de acordo com Koppen e Geiger (KOPPEN e GEIGER, 1928), o município apresenta um clima tropical de savana e temperatura média anual de 25,4°C. A pluviosidade média anual do município é de 1.766mm, destacando os meses de julho e março como períodos mais secos (18mm) e mais chuvosos (290mm), respectivamente (CLIMATE, 2011).

Já o solo da região é predominantemente classificado em Argissolos vermelho-amarelos distróficos, e de forma mais abrangente, estão presentes o Latossolos vermelho-amarelos distróficos e o Neossoloslitólicos distróficos (ICMBIO, 2016). Sua estrutura geológica é bastante complexa, marcada por uma variação acentuada de rochas de idade pré-cambriana, introduzidas no Complexo Xingu (FEIO *et al.*, DALL'AGNOL, 2012).

Em seus aspectos vegetais, em maior representatividade, tem-se a Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta e Campo Rupestre Ferruginoso, onde 10% de sua área de floresta está inserida na região da Floresta Nacional de Carajás (ICMBIO, 2017).

MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DO SOLO

Para realização desta etapa, utilizou-se os dados matriciais (Geotiff) do MapBiomas. Este projeto é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, sensoriamento remoto, usos da terra, sistema de informação geográfica e ciência da computação que faz uso do processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma Google Earth Engine (GEE), com intuito de gerar uma série histórica de mapas anuais de uso e cobertura da terra de todo o país (MALHEIRO, 2015).

Esses mapas são produzidos com base na classificação pixel a pixel de imagens do satélite Landsat (30m de resolução espacial) com escala de 1:100.000. Todo o processo é feito com algoritmos de aprendizagem de máquina (machinelearning) pela plataforma GEE. Para este artigo, utilizou-se a Coleção 5 que compreende aos 1985 a 2019, com recorte para o Bioma Amazônia. As imagens disponíveis foram usadas para a geração de mosaicos, em seguida foi realizada a classificação supervisionada com amostras coletadas e ajustadas, posterior a isso são aplicados os filtros temporais e espaciais para realizar a integração dos mapas. O detalhamento da metodologia empregada está disponível no Documento de Base Teórico do Algoritmo (ATBD) e seus apêndices (MAPBIOMAS, 2019).

Após realizado o download das imagens do mapeamento do uso e cobertura do solo referente ao ano de 1989, 1999, 2009, 2019, fez-se o recorte para área de estudo, município de Canaã dos Carajás, aplicando a classificação com base nos códigos das classes da legenda e paleta de cores utilizadas na Coleção 5 disponibilizadas em planilha Excel no site MapBiomas, com pequenas adaptações.

As operações de geoprocessamento, para classificar e quantificar as áreas das classes de uso e cobertura do solo, assim como a delimitação da área de estudo foram realizadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS 3.10. O sistema de referência adotado para a confecção dos mapas de uso e cobertura do solo foi o SIRGAS 2000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região de Canaã de Carajás passou por várias alterações no âmbito de uso e ocupação do solo, conforme pontua os autores Palheta *et al.*, 2015; Berino; Palheta, 2022. Em função da peculiaridade dessa transformação territorial associada com o estudo espaço-temporal do presente artigo, julgou-se importante realizar uma análise histórica desse contexto.

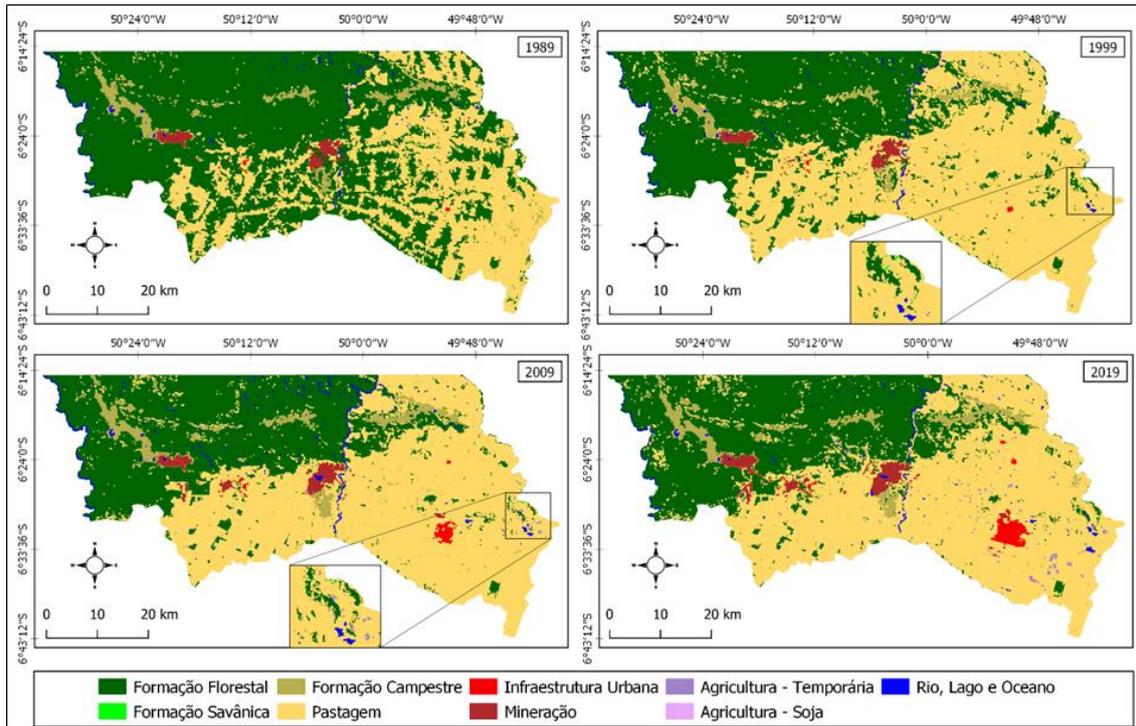
Primeiramente, vale destacar que até o ano de 1994, Canaã dos Carajás fazia parte do município de Parauapebas, a emancipação ocorreu por meio da realização de um plebiscito local (IBGE, 2014), portanto o texto seguirá com informações datadas de antes de se tornar município até os dias atuais.

As transformações do uso e cobertura do solo no município de Canaã dos Carajás, nos últimos 30, observados pontualmente em imagens dentro um intervalo de 10 anos (1989, 1999, 2009 e 2019), pode ser analisado na figura 2.

Por meio das classes de uso e cobertura da terra, nomeadas, como: formação florestal, em sua maioria correspondente a Floresta Nacional de Carajás e ao Parque Nacional dos Campos Ferrugionosos; formação savânica; formação campestre; pastagem; infraestrutura urbana, mineração, englobando a Mina e o Reservatório de Rejeito de Cobre do Sossego e a Mina e Usina do Projeto Ferro S11D da Vale; agricultura temporária; agricultura de soja, rio, lago e oceano, equivalente, principalmente, aos rios Itacaúnas e Parauapebas, permite verificar a heterogeneidade da paisagem na região.

Assim, foi possível constatar uma progressiva diminuição da formação florestal e um gradual aumento, principalmente, das áreas de pastagem, infraestrutura urbana e mineração.

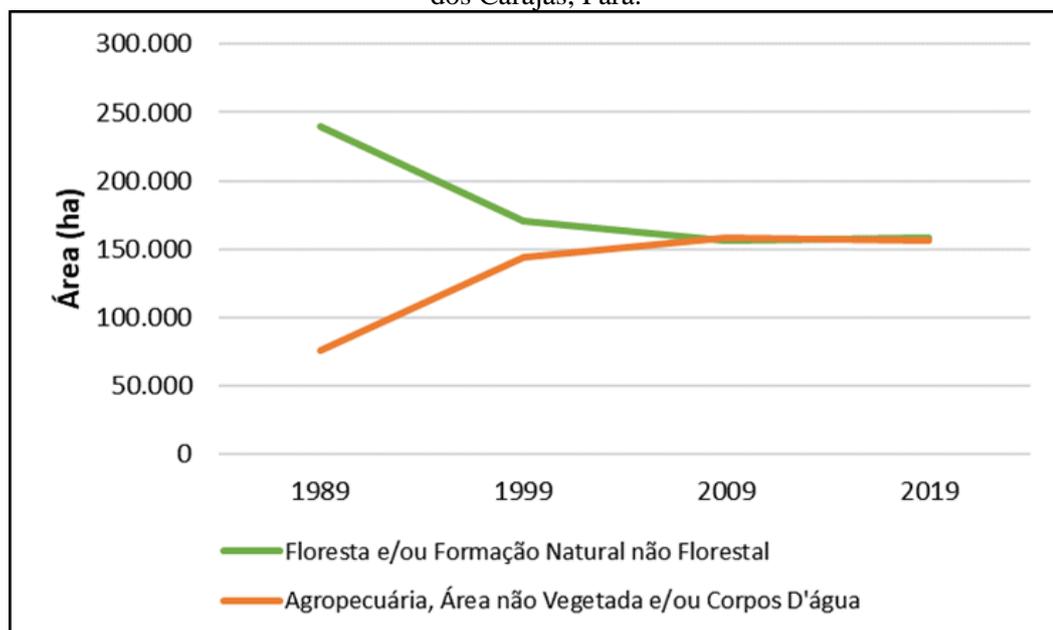
Figura 2: Mapa de uso e cobertura do solo no Município de Canaã dos Carajás nos anos 1989, 1999, 2009 e 2019.



Fonte: autoria própria (2021).

Ao avaliar o processo de transição, ao passo que ocorre a supressão vegetal florestal e natural do município, as áreas de pastagem, infraestrutura urbana, mineração e agricultura tendem a crescer, relação inversamente proporcional, destacando-se uma evolução acentuada de áreas sem formação florestal e/ou natural entre os anos de 1989 a 1999, onde a partir de 2009 essa categoria (agropecuária, área não vegetada e/ou corpos d'água) já estava presente em, aproximadamente, 50% do território do município (fig. 3).

Figura 3: Comportamento de áreas com e sem vegetação ao longo de 30 anos no município de Canaã dos Carajás, Pará.



Fonte: autoria própria (2021).

No início do ano de 1990, Canaã vivenciou diversas frentes de expansão, norteadas pela exploração de diamante, borracha, castanha, pecuária e minérios, tais atividades ocorreram em períodos diferentes ou simultâneos (PETIT, 2003; VELHO, 1981).

A descoberta da província mineral data na metade da década de 1960, culminando no processo de ocupação da região. Durante a década de 1970 várias famílias ocuparam a região em busca de moradia, demarcando pequenas propriedades rurais, dando origem a diversas vilas, entre essas destaca-se a vila Mozartópolis, mais conhecida como Racha Placa. Adicionalmente várias madeiras se instalaram, motivada pela remoção de madeiras nobres e abertura de estradas. Concomitantemente havia a formação de médias e grandes fazendas, estabelecendo a pecuária para criação de gado (EXPRESSÃO, 2013).

A ocupação territorial se efetivou em 1980 a partir do Programa Grande Carajás, cuja finalidade era de geração de divisas para a economia nacional através das exportações minerais e sidero-metalúrgicas produzidas na Amazônia Oriental (COELHO *et al.*, 2010).

Na década de 90, em 1996, 4% dos estabelecimentos detinham 74% da área do município, simbolizada por grandes fazendas e latifúndios empresariais (com mais de 5.000 ha). Por outro lado, 92% dos estabelecimentos (com até 200 ha) detinham apenas 20,5% da área, refletindo um intenso processo de concentração fundiária no município.

No final dos anos 1990, 25% do subsolo de Canaã, equivalente a 791 mil ha, estavam sobrecarregados pela mineração, destinados da seguinte forma: 616 mil ha requerimentos de pesquisa, 150 mil ha autorizações de pesquisa, 15 mil ha requerimentos de lavra e 10 mil ha para concessão de lavra (CABRAL *et al.*, 2011).

Ao observar a figura 2, entre o período de 1989 a 1999 é perceptível a conversão da formação florestal e natural não florestal em pastagem. Esta classe aumentou significativamente cerca de 44,94%, em 1999, principalmente, na porção sudeste e sudoeste do município (Tabela 1). É justamente nesse período que o modo de produção camponês começou a ser convertido moderadamente e a coexistir à criação de gado, ao passar do tempo notaram que a pecuária se mostrou mais vantajosa para o camponês devido a criação de gado exigir menos trabalho que a agricultura, preços de venda mais rentáveis, projetos e financiamentos mais facilmente concedidos pelos bancos em relação a atividade da agricultura.

Desse modo, a criação de gado se tornou a atividade predominante no município, pois abrangia grande dos produtos consumidos pela sociedade local como produção de leite, de carne, influenciando costumes, vestimentas, música e evidentemente as relações comerciais (CRUZ e CONGILIO, 2017).

Tabela 1: Quantificação das classes de uso e cobertura do solo no município de Canaã dos Carajás.

CLASSE	1989 (ha)	%	1999 (ha)	%	2009 (ha)	%	2019 (ha)	%
Formação Florestal	233.214,35	74,11	163.639,05	52,00	148.965,93	47,34	150.917,56	47,96
Formação Savânica	6,48	0,00	6,57	0,00	4	0,00	4,46	0,00
Formação Campestre	6.012,72	1,91	6.915,80	2,20	7.770,16	2,47	7.183,40	2,28
Pastagem	73.095,38	23,23	141.440,83	44,94	153.463,76	48,77	149.439,84	47,49
Infraestrutura Urbana	77,61	0,02	108,24	0,03	806,10	0,26	2.387,42	0,76
Mineração	1.950,65	0,62	2.147,25	0,68	2.705,38	0,86	3.672,16	1,17
Rio, Lago e Oceano	343,24	0,11	438,26	0,14	938,62	0,30	709,97	0,23
Agricultura - Soja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,00
Agricultura - Temporária	0,00	0,00	4,43	0,00	46,48	0,01	384,96	0,12
Total	314.700,43	100,00	314.700,43	100,00	314.700,43	100,00	314.700,43	100,00

Fonte: autoria própria (2021).

Em 1997 noticia-se a descoberta de reservas colossais de minério de cobre no subsolo da região, cuja economia estava, até então, baseada na pecuária e na agricultura de subsistência. De acordo com o relato anterior conclui-se que o uso e ocupação da terra nesse período estava condicionado à agricultura e agropecuária, mudando boa parte da caracterização natural da paisagem, por meio da supressão vegetal, alterando assim a fisionomia do espaço geográfico da região (CRUZ e CONGILIO, 2017).

LOPES *et al.*, 2018 relatam que a partir do ano de 2000 o recente município começou a passar por uma transformação territorial significativa em função da atividade minerária, regida pela empresa Vale em decorrência da implantação de projetos para exploração de cobre e níquel. Conseqüentemente, iniciam-se as transformações na vida dos camponeses, onde muitos proprietários tiveram suas terras expropriadas ou as venderam para a referida empresa, tornando improdutivas. Nesse viés, a mineração imprimiu outro ritmo para o município, norteadas inicialmente pela implantação do Projeto Sossego, em 2002, operando no ano de 2004. Desde então o município experimenta uma intensa transformação socioeconômica e territorial (CABRAL *et al.*, 2011).

Em termo econômico esse projeto foi responsável em colocar Canaã dos Carajás na posição de 4º maior exportador do Pará, superado apenas por Parauapebas, Barcarena e Marabá no ano de 2012. O minério da mina do Sossego é exportado para Alemanha, Bulgária, Índia e Espanha. No mesmo ano de 2004, angariando 381 milhões de reais em operação com o minério de cobre. Sob outra perspectiva, vários impactos negativos surgiram a partir do empreendimento como alagamentos, danos causados por explosões na mina, isolamento de

famílias em estradas vicinais desativadas, apropriação e opressão, poluições diversas e aumento da criminalidade (CRUZ e CONGILIO, 2017).

Considerando os impactos negativos que a mineração traz, têm-se o empobrecimento do solo, deixando-o com poucos nutrientes para o desenvolvimento de uma agricultura acessível, assim recorrendo a técnicas de correção do solo, encarecendo o processo de cultivo. Então, além do reflorestamento dessas áreas, também pode-se utilizar outras maneiras de recuperação e restauração das áreas degradadas, como urbanização, áreas de lazer, piscicultura e entre outras (ESTADUAL, 1995).

Diante disso, ao analisar as mudanças ocorridas ao longo dos 30 anos no município, percebeu-se que a diminuição da classe de mineração, possivelmente está associada a aquisição de 10,3ha de infraestrutura urbana, sendo que a maioria das áreas alteradas em torno de 35,5ha teve sua conversão em pastagem, quando comparado ao uso agrícola o custo é menor, e 2,22ha em formação campestre (campinarana), fator associado ao abandono das mesmas depois de utilizadas (Tabela 2).

Tabela 1: Quantificação das classes de uso e cobertura do solo no município de Canaã dos Carajás.

1989 \ 2019	Formação Florestal	Formação Savânica	Formação Campestre	Pastagem	Infraestrutura Urbana	Mineração	Rio ou Lago	Agri. Soja	Agri. Temp.	Total Geral 2019
Florestal	144.527,68	0,00	1.334,13	84.776,74	984,85	1.206,14	281,77	0,00	103,01	233.214,35
Savânica	0,00	3,20	0,27	3,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,48
Campestre	50,00	0,00	5.645,62	131,96	12,79	154,86	4,17	0,00	13,32	6.012,72
Pastagem	6.246,40	1,42	182,32	64.478,22	1.313,86	415,66	189,24	0,62	267,63	73.095,38
Infraestrutura Urbana	0,09	0,00	0,00	0,18	65,62	11,72	0,00	0,00	0,00	77,61
Mineração	0,44	0,00	2,22	32,5	10,3	1.883,87	20,34	0,00	0,98	1.950,65
Rio e/ou Lago	92,19	0,00	18,74	15,99	0,00	1,86	214,46	0,00	0,00	343,24
Agri. Soja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agri. Temp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Geral 1989	150.916,81	4,62	7.183,29	149.438,63	2.387,42	3.674,12	709,98	0,62	384,94	314.700,43

Fonte: autoria própria (2021).

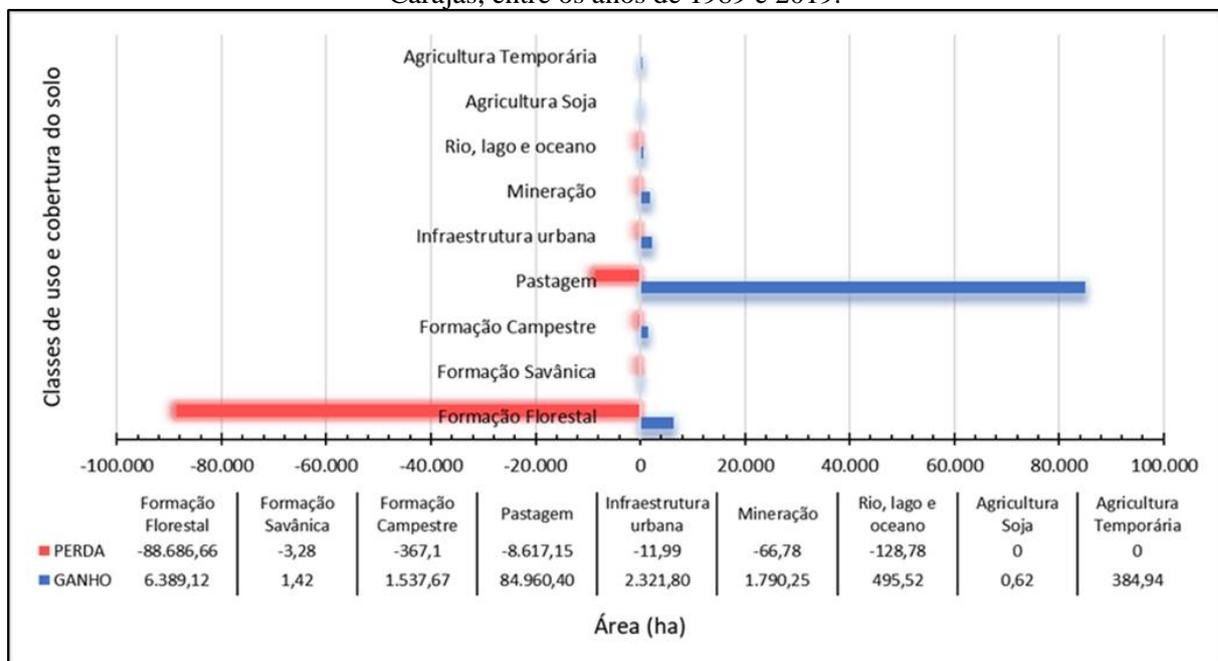
Em 2017, outro programa minerário que modificou a percepção do uso da terra em Canaã do Carajás foi o Projeto Ferro Carajás S11D, extração inicial de 90 milhões de toneladas de minério de ferro por ano. A licença de instalação nº 947/2013, concedida pelo IBAMA, saiu no dia 03 de julho de 2013. No caso de Canaã dos Carajás, as expropriações têm ocorrido com frequência na implantação dos projetos de mineração. À vista disso, a região se insere nesse universo de conflitos gerados pela disputa do Território e Territorialidades, que imergem no cotidiano de alguns municípios paraenses (MALHEIRO, 2015).

De acordo com os dados do MapBiomass, em 2019, as ações antrópicas interferiram no solo de Canaã, conduzidas pelas atividades de pastagem, em torno de 149.439,84 ha, mineração perfazendo o valor de 3.672,16 ha e urbanização contabilizando 2.387,42 ha (Tabela 1).

Ao analisar o alto valor da persistência líquida da classe de Formação Florestal (144.527,68 ha), pode-se inferir a fragilidade e suscetibilidade da classe em perder áreas para outras classes como a Pastagem, a Formação Campestre e a Mineração tendo como destino estabelecido para as principais atividades econômicas desenvolvidas no município (Tabela 2).

De acordo com a figura 4, pode-se perceber que a Formação Florestal ao longo dos 30 anos teve uma perda acumulativa de 88.686,66 ha, sendo o mesmo distribuído ao longo das classes de Pastagem, Infraestrutura Urbana, Mineração e Formação Campestre tendo essas áreas maior tendência a se expandir em detrimento às outras classes que persistem, considerando o valor positivo de ganho acumulado de 84.960,40 ha, 2.321,80 ha, 1.790,25 e 1.537,67 ha, respectivamente, não apresentando tendência a perder área para outros tipos de classe.

Figura 4: Análise de persistência das classes de uso e cobertura do solo no município de Canaã dos Carajás, entre os anos de 1989 e 2019.



Fonte: autoria própria (2021).

O potencial de ganho abrange as classes de Infraestrutura Urbana e Mineração, ambas crescem simultaneamente, ou seja, junto ao avanço do processo de exploração mineral está também o crescimento populacional do município, onde teve um pico do seu crescimento, entre 2005 a 2010, apresentando 98,6% de sua população total, que passou de 13.421

habitantes para 26.716 habitantes. Nesse período, além da mina do Sossego (fig. 2 – porção central) que já estava instalada no município, houve uma grande repercussão com a divulgação sobre a instalação de uma nova mina na região, a S11D (fig. 2 – porção sudoeste) da empresa Vale. A ideia da geração de novos empregos na região atraiu várias pessoas em busca de melhoria de vida e trabalho (NUNES, 2019).

Dessa forma, despreende-se que a expansão urbana e a evolução demográfica do município foram fortemente impactadas devido as condicionantes econômicas da mineração e as políticas públicas de incentivo a essa atividade.

A classe de Pastagem durante os 30 anos analisados, apresentou um ganho de 84.960,40 ha, (fig. 4) correspondente a, aproximadamente 47,5 % do território de Canaã dos Carajás (Tabela 1). Ao analisar essa afirmação por meio de dados do Produto Interno Bruto (PIB) correspondente ao setor agropecuária, este perfazia em 2002 mais da metade do valor total arrecadado, R\$ 20.830.000,00, tornando-se majoritária em termos de arrecadação monetária.

Esse rendimento quase dobrou em 2013 totalizando em R\$ 37.428.000,00, valor expressivo ao considerar uma das principais atividades do setor primária. Entretanto, ao considerar a evolução temporal econômica, as categorias da indústria (principalmente mineração) e serviços tiveram seus valores acrescidos exponencialmente na somatória total do PIB municipal, validado pelos valores de R\$ 2.849.402.000,00 e R\$ 652.738.000,00, respectivamente, quando observado o mesmo ano de 2013 (DOS CARAJÁS, 2016).

Por esse ângulo, a interpretação dos dados ratifica a mudança das atividades que todos percebem no cotidiano do município, ou seja, que o setor rural, apesar de ter seu valor nominal ampliado ao longo dos anos cedeu muito espaço no comparativo com os outros dois setores – indústria a serviços. Em 2002 a agropecuária era responsável por 51,7% da riqueza gerada, entretanto em 2013 a mesma representa pouco mais que 1%. Em contrapartida, o setor industrial contribuía apenas 8,3% da riqueza local, em 2002, já ocupa em 2013 um percentual de 80,5%. Destaca-se que a indústria já chegou a representar em 2012, 84,7% do PIB municipal (DOS CARAJÁS, 2016).

Apesar de menos expressivo, a classe de Agricultura de Soja e Agricultura Temporária, é visualmente perceptível na porção sudeste do município a partir de 1999 permanecendo até os dias atuais (fig. 2). A Agricultura Temporária, composta por arroz, milho, mandioca, feijão, abacaxi e melancia, durante os últimos 20 anos (1999 – 2019) apresentou um ganho acumulativo de 384,94 ha, evidenciando uma tendência de crescimento (fig. 4).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas a partir dos mapas de uso e cobertura do solo, das quantificações das classes utilizadas no mapeamento e da matriz de conversão das mesmas permitem um conhecimento mais detalhado das diversas transformações ocorridas nos últimos 30 anos no município de Canaã dos Carajás. Essas observações são possíveis, devido ao levantamento de estudos bibliográficos, emprego de métodos estatísticos e utilização de geotecnologias, possibilitando a identificação e compreensão de mudanças significativas na área de estudo.

A pesquisa evidencia que até antes da formação do município de Canaã dos Carajás, o território já apresentava uma dinâmica de ocupação diferenciada, voltada aos processos industriais de mineração desenvolvidos na região e arredores. E tal processo, aliado, principalmente a atividade pecuária, transformou a classe dominante, formação florestal, em classes de pastagem, mineração e infraestrutura urbana, estas ocupando atualmente mais de 50% do município.

De acordo com a dinâmica de desenvolvimento da atividade econômica de mineração, é evidente que tal expansão tem como origem o surgimento de novos povoados, aumento das áreas de infraestrutura urbana e áreas de extração “abandonadas”. Embora essa atividade contribua significativamente para o aumento do PIB municipal e estadual, tal crescimento eleva a preocupação dentro do aspecto ambiental e social, como a erosão e poluição do solo, alagamentos, favelização e criminalidade.

Cabe salientar que a pastagem, área destinada a atividade pecuária no município, tem maior destaque na mudança de paisagem na região. Ao observar o mapeamento realizado nesta pesquisa é notório que esta classe só não se faz presente na porção norte e noroeste do município, justamente nas áreas que correspondem a Floresta Nacional de Carajás e do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos, evidenciando o cumprimento da legislação ambiental vigente nessas áreas.

Este trabalho, aliado a outros estudos realizados no município, agregam informação e fundamento a cerca dos processos antrópicos ocorridos ao longo do tempo e realçam que o uso de geotecnologias, como o sensoriamento remoto e geoprocessamento podem contribuir em pesquisas relacionadas a planejamento, ordenamento e gestão territorial, tanto do próprio município de Canaã dos Carajás, quanto de outros municípios com características análogas a este.

REFERÊNCIAS

BERINO, M. de O.; PALHETA, J. M. Ordenamento Territorial e Uso da Água na Indústria de Mineração, no Pará. **Estudos Geográficos e Cartografias va Amazônia Oriental**, p. 281, 2022.

CABRAL, E. R.; ENRÍQUEZ, M. A.; SANTOS, D. V. **Canaã dos Carajás – do leite ao cobre transformações estruturais do município após a implantação de uma grande mina**. CETEM/MCTI, 2011.

CARMO, M. B. S.; COSTA, S. M. F. D. The paradoxes between different urban spaces in the municipality of Barcarena, Pará state, Brazil. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 76, n. 3, p. 291-305. 2016.

CARDOSO, A. C. D.; CÂNDIDO, L. S.; MELO, A. C. C. Canaã dos Carajás: um laboratório sobre as circunstâncias da urbanização, na periferia global e no alvorecer do século XXI. **Rev. Bras. Estud. Urbanos Reg. (online)**, São Paulo, v. 20, n.1, p. 121-140, jan-abr. 2018.

COELHO, M. C. N.; MIRANDA, E.; WANDERLEI, L. J.; GARCIA, T. C. Questão energética na Amazônia: disputa em torno de um novo padrão de desenvolvimento econômico e social. **Novos Cadernos (NAEA)**. V.13, p. 83-102, dez. 2010. Disponível em: <<<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/viewFile/475/739>>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

CORDANI, U. G.; JULIANI, C. Potencial mineral de laamazonia: problemas y desafíos. **Revista de Estudios Brasileños**, v.6, n.11, p. 91-108, 2019.

CUNHA, J. E. de B. L.; RUFINO, I. A. A.; SILVA, B. B.; CHAVES, I. de B. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 539-548, 2012.

CLIMATE-DATA. **Histórico Climático Canaã dos Carajás**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 11 abr. 2021.

CRUZ, T. M.; CONGILIO, C. R. Mineração e campesinato em Canã dos Carajás: o avanço cruel do capital no sudeste paraense. **Confronteiras**, v. 1, n. 1, 2017.

DOS CARAJÁS, C. **DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE CANAÃ DOS CARAJÁS, ESTADO DO PARÁ**. Prefeitura Municipal de Canaã dos Carajás. Canaã dos Carajás – Pará, janeiro/2016

ESTADUAL, PARÁ Governo. Plano Diretor de Mineração em Áreas Urbanas. **Projeto de estudo do meio ambiente em sítios de extração de materiais de construção na região de Belém–Região metropolitana de Belém**. Belém, 1995.

EXPRESSÃO. Edição Especial - Cidades do Sul do Pará, ano 09, edição 16, julho/agosto de 2013.

FEIO, G.R.L.; DALL'AGNOL, R. **Geochemistry and petrogenesis of the Mesoproterozoic granites from the Canaã dos Carajás area, Carajás Province, Brazil: Implications for the origin of Archean granites**. Lithos, v. 154, p. 33–52, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população, ano 2020**. Brasília: IBGE, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE. **Cidades: histórico do município de Carajás**. Disponível em: << <http://cod.ibge.gov.br/1F8D> >>. Acesso 09 mai 2014

IBGE. **Panorama**. Brasília, DF: IBGE, 2010. Disponível em: << <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/canaa-dos-carajas/panorama> >>. Acesso 10 mai 2021

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Pesquisa Geossistemas Ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás**. Brasília: ICMBio, 2017.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de manejo da Floresta Nacional de Carajás (Diagnóstico)**. Brasília: ICMBio, 2016.

KOPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: **Verlag Justus Perthes**, 1928.

LIMA, J. B.; SILVA, J. M. P. Dinâmicas econômicas e ordenamentos territoriais dos grandes projetos de mineração no estado do Pará (2009 - 2014): o caso de Paragominas. **Revista de Estudos Geoducacionais**, v. 6, n. 3, p. 402-416, 2015.

LOPES, R. R.; SANTOS, M. M.; CRUZ, T. M. Mineração e conflitos pela posse da terra em Canaã dos Carajás: O caso do acampamento Planalto Serra Dourada. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural**, v. 7, n. 2, p. 117-140, 2018.

MALHEIRO, Bruno. C. P. Territórios e saberes em disputa: Por uma epistemologia da Fronteira. In: **Iguana Reflexão amazônica**. Editora Iguana, N° I, Marabá – Pará, 2015. p.55-79.

MAPBIOMAS, Projeto. **Coleção [versão] da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**, 2021.

MAPBIOMAS, Projeto. **MapBiomass General “Handbook” - Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD)**. p. 42, 2019.

NUNES, D. A. Mineração e crescimento urbano em Canaã dos Carajás-PA. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, 2019.

PAIVA, C. A.; OLIVEIRA, A. P. D. S.; MUNIZ, S. S.; CALIJURI, M. L., DOS SANTOS, V. J.; ALVES, S. D. C. Determination of the spatial susceptibility to Yellow Fever using a multicriteria analysis. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 114, 2019.

PAIXÃO, T. S.; MESQUITA, I. S. B.; COSTA, M. S. S. C.; CARNEIRO, C. D. S. G.; BOTELHO, M. G. L.; FURTADO, L. G. Multitemporalidade do uso e cobertura da terra utilizando a plataforma Google Earth: estudo de caso do Centro Sócio Educacional Fazendinha Esperança, Marituba, Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2874-2884, 2020.

PALHETA, J. M.; SILVA, C. N.; MEDEIROS, G. N.. Territórios com mineração na região sudeste do Pará–Norte do Brasil. **Revista da ANPEGE**, v. 11, n. 15, p. 281-308, 2015.

PETIT, P. **Chão de Promessas: Elites políticas e transformações econômicas no estado do Pará pós-1964**. Belém: Paka-Tatu, 2003.

SANTOS, L. A. C.; BATISTA, A. C.; NEVES, C. O. M.; CARVALHO, E. V.; SANTOS, M. M.; MARCOS, G. Análise multitemporal do uso e cobertura da terra em nove municípios do Sul do Tocantins, utilizando imagens Landsat. **Revista Agroambiente On-line**, v. 11, n. 2, p. 111-118, abri-jun, 2017.

TAURA, T. A.; ALVAREZ, I. A.; SÁ, I. B.; PEREIRA, L. A.; DOS SANTOS, S. M.; Sensoriamento Remoto na Análise da Expansão do Uso e Ocupação do Solo em Petrolina-PE. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, São José dos Campos: INPE, p. 6939, abr-mai, 2011.

VELHO, O. G. **Frentes de Expansão e Estrutura Agrária: Estudo do processo de penetração numa área da Transamazônia**. 2º Ed. Rio de Janeiro: Zahar. Editores, 1981

Artigo recebido em: 16 de janeiro de 2023.

Artigo aceito em: 11 de junho de 2023.

Artigo publicado em: 01 de julho de 2023.