

Dinâmica temporal da expansão urbana na mesorregião Noroeste de Minas Gerais: Análise e tendências com o Índice de Expansão Urbana

Arthur Pereira dos Santos

Doutor em Ciências Ambientais, UNESP, Brasil.

arthur.p.santos@unesp.br

ORCID: 0000-0002-1913-3562

Leticia Tondato Arantes

Doutora em Ciências Ambientais, UNESP, Brasil.

leticia.tondato@unesp.br

ORCID: 0000-0002-5541-1304

Mayra Vanessa Lizcano Toledo

Doutoranda em Ciências Ambientais, UNESP, Brasil.

mayra.lizcano@unesp.br

ORCID: 0000-0002-4092-1838

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro

Professora Doutora, UNESP, UB, Brasil.

juliana.heloisa@unesp.br

juliana.pinheiro@ub.edu.br

ORCID: 0000-0001-6252-828X

Darllan Collins da Cunha e Silva

Professor Doutor, UNESP, Brasil.

darllan.collins@unesp.br

ORCID: 0000-0003-3280-0478

Submissão: 10/02/2025

Aceite: 01/04/2025

SANTOS, Arthur Pereira dos; ARANTES, Leticia Tondato; TOLEDO, Mayra Vanessa Lizcano; AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê; SILVA, Darllan Collins da Cunha e. Dinâmica temporal da expansão urbana na mesorregião Noroeste de Minas Gerais: Análise e tendências com o Índice de Expansão Urbana . **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades** , [S. l.], v. 13, n. 88, 2025. DOI: [10.17271/23188472138820255602](https://doi.org/10.17271/23188472138820255602). Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/5602
Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Dinâmica temporal da expansão urbana na mesorregião Noroeste de Minas Gerais: Análise e tendências com o Índice de Expansão Urbana

RESUMO

Objetivo – Investigar a evolução do Índice de Expansão Urbana (IEU) na mesorregião Noroeste de Minas Gerais (MG) entre os anos de 1990 e 2020, utilizando dados de Sensoriamento Remoto (SR) provenientes do projeto MapBiomias.

Metodologia – O IEU foi calculado com base na proporção da área urbanizada em relação às demais classes de uso do solo em cada município. Os valores foram normalizados para possibilitar a comparação temporal e espacial entre os municípios, e posteriormente classificados em cinco categorias de urbanização. A análise espacial foi conduzida por meio da elaboração de mapas temáticos, permitindo visualizar as tendências e variações geoespaciais do crescimento urbano ao longo do período estudado.

Originalidade/relevância – O estudo oferece uma abordagem sistemática para monitorar a expansão urbana em uma escala regional, integrando dados de SR e análises espaciais com foco na gestão territorial. Destaca-se a aplicação de um índice próprio (IEU) e a categorização espacial para interpretação das dinâmicas urbanas.

Resultados – Os resultados revelam variações significativas nos níveis de urbanização dos 19 municípios analisados. Vazante apresentou o IEU mais elevado em 2020, seguido por Paracatu e Unaí, indicando crescimento urbano expressivo. Por outro lado, Formoso e Guarda-Mor mantiveram os menores níveis de urbanização, refletindo menor desenvolvimento urbano. Os dados apontam para a influência de fatores econômicos, como a agropecuária, a mineração e os investimentos em infraestrutura, sobre os padrões de urbanização da região.

Contribuições teóricas/metodológicas – A aplicação do IEU e o uso de dados do projeto MapBiomias demonstram a eficácia do Sensoriamento Remoto na análise da expansão urbana regional. O estudo contribui metodologicamente ao propor uma ferramenta útil para análises comparativas e planejamento territorial.

Contribuições sociais e ambientais – Os resultados reforçam a importância do uso de dados de SR para a formulação de políticas públicas voltadas ao ordenamento urbano e à promoção de um desenvolvimento urbano sustentável, alinhado às especificidades locais da mesorregião Noroeste de Minas Gerais.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Territorial. Sensoriamento Remoto. Desenvolvimento Urbano Sustentável.

Dynamics of Urban Expansion in the Northwest Meso-region of Minas Gerais: Analysis and Trends with the Urban Expansion Index

ABSTRACT

Objective – To investigate the evolution of the Urban Expansion Index (UEI) in the Northwest mesoregion of Minas Gerais (MG), Brazil, between 1990 and 2020, using Remote Sensing (RS) data from the MapBiomias project.

Methodology – The UEI was calculated based on the proportion of urbanized area in relation to other land use classes in each municipality. The values were normalized to enable temporal and spatial comparisons across municipalities and then classified into five urbanization categories. Spatial analysis was conducted through the creation of thematic maps, allowing a detailed visualization of urban growth trends and geospatial variations over time.

Originality/relevance – The study provides a systematic approach to monitoring urban expansion at the regional scale, integrating RS data and spatial analysis with a focus on territorial management. It emphasizes the application of a specific index (UEI) and its spatial categorization to interpret urban dynamics.

Results – The findings reveal significant variations in the level of urbanization among the 19 municipalities analyzed. Vazante recorded the highest UEI in 2020, followed by Paracatu and Unaí, indicating substantial urban growth. In contrast, Formoso and Guarda-Mor maintained the lowest levels of urbanization, reflecting limited urban development. The data suggest that economic factors such as agriculture, mining, and infrastructure investments influence urbanization patterns in the region.

Theoretical/methodological contributions – The application of the UEI and the use of MapBiomass data demonstrate the effectiveness of Remote Sensing in analyzing regional urban expansion. The study contributes methodologically by proposing a useful tool for comparative analysis and territorial planning.

Social and environmental contributions – The results underscore the importance of using RS data to support public policy formulation aimed at urban planning and the promotion of sustainable urban development, tailored to the local characteristics of the Northwest mesoregion of Minas Gerais.

KEYWORDS: Territorial Management. Remote Sensing. Sustainable Urban Development.

Dinámica temporal de la expansión urbana en el mesorregião Noroeste de Minas Gerais: Análisis y tendencias con el Índice de Expansión Urbana

RESUMEN

Objetivo – Investigar la evolución del Índice de Expansión Urbana (IEU) en la mesorregión Noroeste de Minas Gerais (MG) entre los años 1990 y 2020, utilizando datos de Sensoriamento Remoto (SR) del proyecto MapBiomass.

Metodología – El IEU se calculó a partir de la proporción del área urbanizada en relación con las demás clases de uso del suelo en cada municipio. Los valores fueron normalizados para permitir la comparación temporal y espacial entre los municipios, y posteriormente clasificados en cinco categorías de urbanización. Se realizó un análisis espacial mediante la elaboración de mapas temáticos, lo que permitió visualizar tendencias y variaciones geoespaciales del crecimiento urbano durante el período analizado.

Originalidad/relevancia – El estudio ofrece un enfoque sistemático para monitorear la expansión urbana a escala regional, integrando datos de SR y análisis espaciales con un enfoque en la gestión territorial. Destaca la aplicación de un índice específico (IEU) y su categorización espacial para interpretar las dinámicas urbanas.

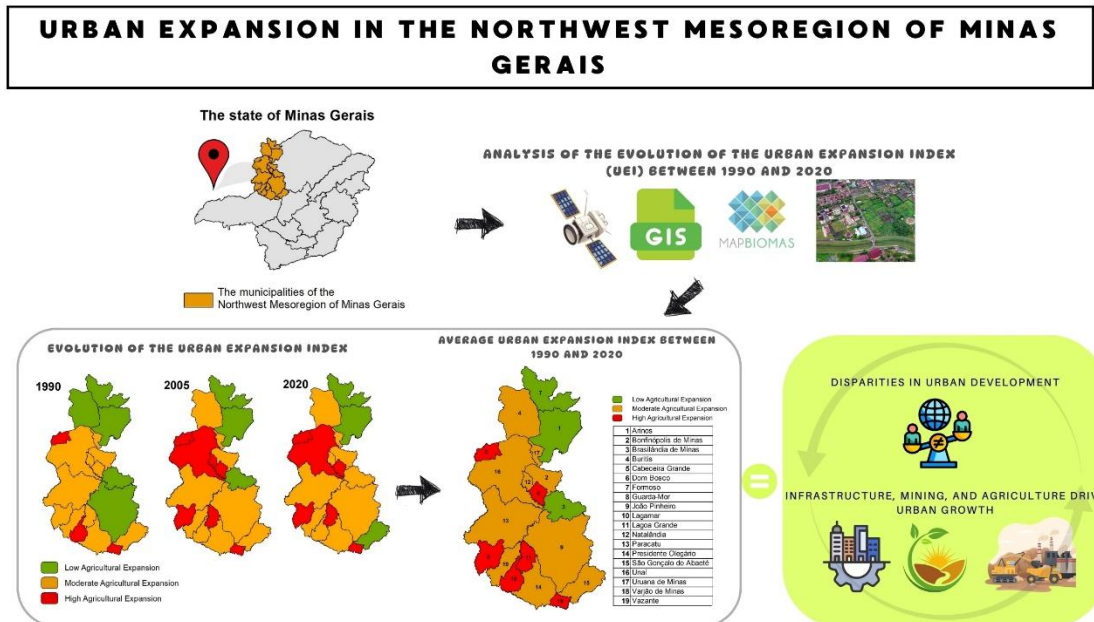
Resultados – Los resultados revelan variaciones significativas en los niveles de urbanización de los 19 municipios analizados. Vazante presentó el IEU más alto en 2020, seguido por Paracatu y Unaí, lo que indica un crecimiento urbano expresivo. En cambio, Formoso y Guarda-Mor mantuvieron los niveles más bajos de urbanización, reflejando un desarrollo urbano limitado. Los datos indican que factores económicos como la agropecuaria, la minería y las inversiones en infraestructura influyen en los patrones de urbanización en la región.

Contribuciones teóricas/metodológicas – La aplicación del IEU y el uso de datos del proyecto MapBiomass demuestran la eficacia del Sensoriamento Remoto para analizar la expansión urbana regional. El estudio aporta metodológicamente al proponer una herramienta útil para análisis comparativos y planificación territorial.

Contribuciones sociales y ambientales – Los resultados refuerzan la importancia del uso de datos de SR para la formulación de políticas públicas orientadas al ordenamiento urbano y la promoción de un desarrollo urbano sostenible, adaptado a las especificidades locales de la mesorregión Noroeste de Minas Gerais.

PALABRAS CLAVE: Gestión Territorial. Detección remota. Desarrollo Urbano Sostenible.

RESUMO GRÁFICO



1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico, intensificado na última década, tem sido crucial para a análise da influência e do monitoramento das mudanças no meio ambiente proveniente das atividades antrópicas, sendo esse progresso alavancado pelas aplicações que envolvem o Sensoriamento Remoto (SR) (Lu *et al.*, 2025), que permite a coleta e análise de dados sobre a superfície terrestre por meio de satélites e sensores, possibilitando uma visão detalhada e abrangente das transformações no uso da terra (Taiwo *et al.*, 2024).

Nessa perspectiva, o uso dos dados de SR para fins de gestão territorial se destaca por permitir não apenas a análise temporal das mudanças no uso da terra, mas também por explorar áreas ainda pouco analisadas, subsidiando as tomadas de decisão de gestores e na formulação de políticas públicas (Cima; Amaral; Massi, 2023), haja vista que, a partir dessa, pode-se, dentre outros, monitorar o microclima (Rizzo; Santos; Silva, 2024; Sola-Caraballo *et al.*, 2025), a degradação ambiental (Santos *et al.*, 2024; Mbalibulha *et al.*, 2025), as transformações do ecossistema (Pastick *et al.*, 2019; Feng *et al.*, 2025) e a expansão urbana (Talema; Nigusie, 2024; Bhailume; Choudhari; Singh, 2025).

Em se tratando dos locais pouco explorados, há de se destacar a mesorregião Noroeste de Minas Gerais (MG), caracterizada por seu significativo potencial agrícola e que tem atraído um número crescente de habitantes devido às oportunidades oferecidas por suas terras férteis (Santos *et al.*, 2024). Contudo, até o momento, o crescimento populacional e as mudanças no uso da terra nesta região foram pouco analisados.

Nesse contexto, o uso dos dados de SR torna-se uma ferramenta essencial para preencher lacunas de conhecimento e analisar detalhadamente as transformações no uso da terra ao longo do tempo, bem como a expansão urbana e seu impacto sobre o meio ambiente (Sonet *et al.*, 2025), pois, ao mapear essas mudanças, os resultados permitem a formulação de medidas que possam mitigar os efeitos negativos dessas transformações (Dhanaraj; Angadi, 2022), contribuindo para um desenvolvimento urbano sustentável (Anthony *et al.*, 2024).

Portanto, o objetivo deste estudo é desenvolver um Índice de Expansão Urbana (IEU) para a mesorregião Noroeste de MG, abrangendo os anos de 1990, 2005 e 2020, bem como avaliar as tendências temporais desse crescimento em escala municipal e regional.

Vale ressaltar que este trabalho preenche uma lacuna importante na pesquisa sobre o uso da terra na região em questão, e a análise do IEU fornecerá subsídios para a gestão dos recursos naturais e para o planejamento estratégico, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e na formulação de políticas públicas.

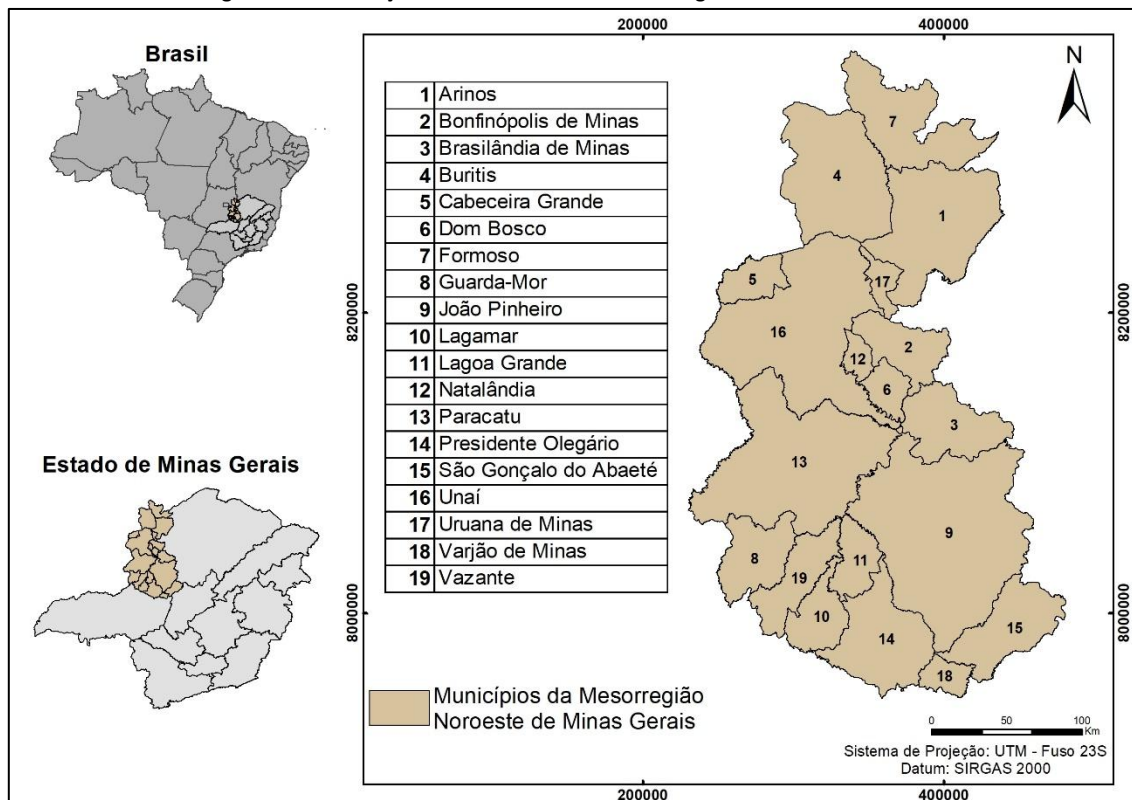
2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A mesorregião Noroeste de MG, situada integralmente no bioma Cerrado, abrange 19 municípios em uma área territorial de aproximadamente 62.412 km². A população regional, estimada em 370.786 habitantes, apresenta distribuição heterogênea entre áreas urbanas e rurais, com predominância atual nas cidades (IBGE, 2024).

Os municípios que compõe a área de estudo são: Arinos, Bonfinópolis de Minas, Brasilândia de Minas, Buritis, Cabeceira Grande, Dom Bosco, Formoso, Guarda-Mor, João Pinheiro, Lagamar, Lagoa Grande, Natalândia, Paracatu, Presidente Olegário, São Gonçalo do Abaeté, Unaí, Uruana de Minas, Varjão de Minas e Vazante (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo: mesorregião do Noroeste de MG.



Fonte: Os autores (2025).

Paracatu, Unaí e João Pinheiro destacam-se entre os municípios da mesorregião, concentrando aproximadamente 54% da população e da infraestrutura urbana, além de desempenharem um papel central na economia e na organização territorial, atuando como importantes polos de serviços, comércio e produção agrícola (Santos *et al.*, 2024; Santos *et al.*, 2021).

Além disso, a infraestrutura mais avançada desses locais atrai fluxos migratórios internos, aumentando a urbanização e a densidade populacional nessas cidades (FIEMG, 2017), fato que reforça a importância desses municípios no dinamismo econômico e social da mesorregião, consolidando-os como centros regionais de desenvolvimento.

O desenvolvimento econômico da mesorregião é impulsionado e, atualmente, dependente das atividades agropecuárias (Santos *et al.*, 2024) e da mineração, com destaque para a extração de ouro, que é predominantemente realizada no município de Paracatu, onde se localizada uma das maiores minas de ouro a céu aberto do mundo (Santos *et al.*, 2022).

Além do ouro, o Noroeste mineiro possui reservas de outros minerais, como fosfato, zinco e calcário, que são explorados em menor escala, mas que também contribuem para a diversificação econômica da área, principalmente no município de Vazante (Santos *et al.*, 2022; Santos *et al.*, 2024).

A mesorregião passou por um crescimento populacional e econômico significativo ao longo do século XX, impulsionado pela expansão agrícola e pela atração de investimentos em infraestrutura. Ademais, o desenvolvimento de rodovias e a melhoria no acesso à educação e saúde contribuíram para a fixação da população, que acarreta no aumento da migração rural-urbana, especialmente para municípios que oferecem melhores oportunidades de emprego e serviços (Santos *et al.*, 2024).

O clima da área de estudo é típico do Cerrado, com duas estações bem definidas: um período quente e chuvoso e outro seco. A temperatura média anual oscila entre 20°C e 26°C, com os meses mais quentes centralizados entre outubro e março (INMET, 2024; Jardim; Silva, 2017). A precipitação média anual está entre 1.200 e 1.600 mm, concentrada principalmente no período de verão. Tal padrão climático favorece a agricultura, permitindo uma boa distribuição das chuvas durante o ciclo produtivo das principais culturas presentes na região (INMET, 2024; Jardim; Silva, 2017).

A produção de grãos no Noroeste mineiro é impulsionada pela fertilidade dos Latossolos e pela modernização das técnicas agrícolas, incluindo a adoção de práticas de irrigação e da Agricultura de Precisão (AP), que melhoram a eficiência produtiva e, consequentemente, estimulam o crescimento agropecuário, o que contribui também para a urbanização da região, refletindo na expansão das áreas urbanas e no aumento da densidade populacional (Santos *et al.*, 2024).

2.2 Procedimentos metodológicos

Nesta etapa, foram utilizados os dados de análise temporal das classes de uso e cobertura da terra do estudo de Santos *et al.* (2024), que elaboraram, a partir dos dados validados do projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, do MapBiomas, um índice capaz de avaliar a expansão agropecuária nos municípios que compõe a mesorregião objeto deste estudo.

Em relação ao IEU, o índice foi calculado pela razão entre a área urbanizada no ano específico e a extensão territorial das demais classes de uso da terra, conforme descrito na Equação 1 e recomendado por Santos *et al.* (2024).

$$IEU = \frac{AU}{ATM} * 100 \quad (1)$$

Sendo:

IEU: Índice de Expansão Urbana;

AU: Área urbanizada (km²);

ATM: Área destinada aos demais usos da terra (km²).

Na análise desses dados, constatou-se que a porcentagem de áreas urbanizadas é significativamente menor em relação a outros percentuais de uso dos municípios estudados. Portanto, para assegurar comparações consistentes entre diferentes anos e municípios, foi realizada a normalização dos dados.

Para isso, utilizou-se a técnica de normalização min-max para a classe de área urbanizada, convertendo os valores percentuais originais para uma escala de 0 a 1, conforme especificado na Equação 2.

$$IEUn = \frac{\text{Porcentagem Urbanização} - \text{Valor Mínimo}}{\text{Valor Máximo} - \text{Valor Mínimo}} \quad (2)$$

Sendo:

IEUn: Índice de Expansão Urbana normalizado;

Porcentagem Urbanização: o valor original da porcentagem de área urbanizada;
Valor Mínimo: o menor valor de urbanização encontrado considerando os três anos da série temporal (1990, 2005 e 2020);

Valor Máximo: o maior valor de urbanização encontrado considerando os três anos da série temporal (1990, 2005 e 2020).

Após a normalização, os valores foram categorizados em cinco classes para facilitar a interpretação e a classificação dos dados. A Tabela 1 apresenta a classificação dos valores, refletindo o grau de expansão das áreas urbanizadas nos 19 municípios ao longo de 30 anos.

Tabela 1 - Classificação do Índice de Expansão Urbana (IEU)

IEU	Classificação do IEU
≤ 0,20	Muito Baixo
0,21 – 0,40	Baixo
0,41 – 0,60	Moderado
0,61 – 0,8	Alto
>0,8	Muito Alto

Fonte: Os autores (2025).

As áreas classificadas como “Muito Baixo” possuem um IEU de ≤ 0,20, indicando um crescimento urbano mínimo. A classe “Baixo” (IEU de 0,21 a 0,40) reflete um aumento moderado na urbanização, enquanto as categorias “Moderado” (IEU de 0,41 a 0,60) e “Alto” (IEU de 0,61 a 0,80) correspondem a um crescimento equilibrado e significativo, respectivamente. Por fim, o IEU superior a 0,80 é classificado como “Muito Alto”, evidenciando um aumento substancial na urbanização.

Por último, os dados foram espacializados e analisados utilizando o *software* ArcGIS, em sua versão 10.6 (ESRI, 2017), obtendo-se mapas temáticos que ilustram a distribuição e a evolução da urbanização na mesorregião Noroeste de MG ao longo de 30 anos, além de destacarem os municípios com maior aumento na urbanização ao longo do período analisado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta o IEU de cada município da mesorregião Noroeste de MG para os anos de 1990, 2005 e 2020 e a Figura 2 ilustra o IEU calculado para cada município nos anos de 1990, 2005 e 2020, proporcionando uma análise comparativa ao longo de 30 anos.

Os resultados obtidos do IEU para a área de estudo revelam tendências distintas na urbanização ao longo dos anos dos 30 anos analisados. De forma inicial, é válido destacar que, em 1990, grande parte dos municípios apresentava classe urbanização “Muito Baixo”, e apenas Paracatu se destacava com índice que indicava uma urbanização moderada ou mais avançada para a época.

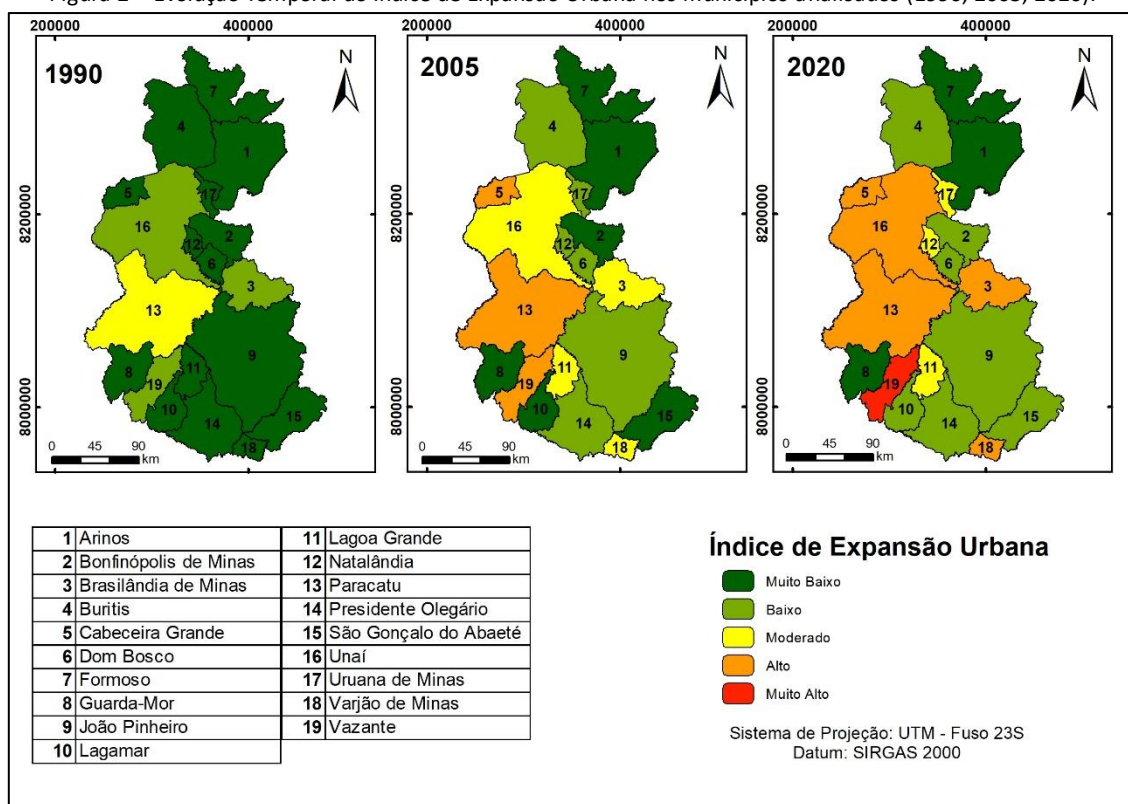
Todavia, a predominância de atividades agropecuárias com técnicas ainda rudimentares e a falta de infraestrutura urbana avançada limitaram o crescimento de algumas dessas áreas urbanas. Além disso, os investimentos em infraestrutura e serviços urbanos eram, ainda, limitados, conforme destacado por Sousa *et al.* (2011).

Tabela 2- Índice de Expansão Urbana dos municípios da mesorregião Noroeste de MG para os anos 1990, 2005 e 2020.

Município	1990	2005	2020
Varjão de Minas	0,15	0,42	0,67
Uruana de Minas	0,09	0,37	0,43
Unaí	0,25	0,56	0,71
São Gonçalo do Abaeté	0,06	0,19	0,24
Presidente Olegário	0,17	0,24	0,34
Paracatu	0,44	0,62	0,78
Natalândia	0,01	0,29	0,41
Lagoa Grande	0,13	0,46	0,59
Lagamar	0,06	0,18	0,25
João Pinheiro	0,13	0,21	0,31
Guarda-Mor	0,06	0,11	0,15
Formoso	0,02	0,11	0,15
Dom Bosco	0,04	0,28	0,37
Buritit	0,11	0,25	0,32
Brasilândia de Minas	0,25	0,56	0,67
Bonfinópolis	0,08	0,19	0,21
Arinos	0,04	0,15	0,17
Cabeceira Grande	0,14	0,73	0,80
Vazante	0,39	0,74	1,00

Fonte: Os autores (2025).

Figura 2 – Evolução Temporal do Índice de Expansão Urbana nos municípios analisados (1990, 2005, 2020).



Fonte: Os autores (2025).

Estudo correlato de Santos *et al.* (2022) destaca que Paracatu, por sua vez, apresentavam características distintas dos demais municípios da região, com localização estratégica em relação à capital do país e maior desenvolvimento econômico local, potencializados pela mineração, o que, de fato, favoreceu uma urbanização mais avançada em comparação com os demais.

Já para o ano de 2005, observou-se um aumento geral no IEU em muitos municípios da mesorregião. Vazante, Cabeceira Grande e Paracatu, entretanto, tornaram-se, para o período, líderes em termos de urbanização, com índices de 0,74, 0,73 e 0,62, respectivamente, refletindo uma expansão significativa em relação ao período de 1990 e resultando em classificação de “Alto” grau de urbanização para 2005.

Municípios como Unai e Brasilândia de Minas também mostraram progressos de urbanização, com índices de 0,56, indicando uma urbanização moderada. Contudo, muitos municípios ainda apresentavam níveis de urbanização baixos, como Guarda-Mor e Formoso, que permaneceram na categoria de IEU “Muito Baixo”.

O aumento no IEU observado entre 1990 e 2005 pode ser atribuído aos fatores de desenvolvimento regional. O crescimento significativo em Paracatu e Vazante foram impulsionados por investimentos em infraestrutura e serviços públicos, além da atração de investimentos comerciais e industriais, que facilitaram uma expansão urbana mais acentuada (Silva *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2022).

Tendo como base o estudo de Silva *et al.* (2017), em relação ao progresso de Unaí e Brasilândia de Minas, por exemplo, pode-se correlacionar às melhorias na infraestrutura, de transporte e nos serviços básicos, que apoiaram uma urbanização moderada para aquele período. No entanto, municípios com níveis de desenvolvimento similares a Guarda-Mor e Formoso, a saber, enfrentaram limitações em termos de investimentos e aprimoramento de infraestrutura, acarretando níveis de urbanização baixos, conforme abordado por Pereira *et al.* (2011).

Para o ano de 2020, o padrão de urbanização apresentou uma tendência de expansão, com destaque para Vazante, com um IEU classificado como “Muito Alto” e indicando um crescimento urbano substancial. Paracatu e Unaí, com índices de 0,78 e 0,71, respectivamente, mantiveram suas posições como centros de urbanização avançada.

Além disso, municípios como Cabeceira Grande e Brasilândia de Minas evoluíram para as categorias de “Alto” ou “Moderado”, refletindo um aumento contínuo na urbanização. No entanto, áreas como Guarda-Mor e Formoso continuaram com índices baixos, permanecendo em categorias como “Muito Baixo”.

O crescimento urbano acentuado em Vazante, Paracatu e Unaí até 2020 pode ser atribuído a investimentos significativos em infraestrutura, expansão de atividades comerciais e melhoria nos serviços públicos (Silva *et al.*, 2017), que estimularam a urbanização. Acredita-se que Vazante, em particular, beneficiou-se de sua localização estratégica e de projetos regionais de desenvolvimento, potencializados pela mineração.

Por outro lado, municípios como Guarda-Mor e Formoso enfrentaram limitações devido à falta de investimentos e desenvolvimento econômico, o que impediu avanços significativos na urbanização e perpetuou seus baixos índices. Logo, a disparidade no crescimento urbano entre Vazante, Paracatu e Unaí em comparação com os demais municípios destaca a importância de uma gestão pública eficiente que aproveite as potencialidades naturais e econômicas de cada local.

O crescimento urbano de Unaí, em especial, que evoluiu de “Baixo” em 1990 para “Moderado” em 2005 e “Alto” em 2020, pode ser atribuído à intensificação da atividade agrícola e ao desenvolvimento do agronegócio na região, alavancado pelas práticas de irrigação, que geraram novas oportunidades econômicas e atraíram migração interna, conforme destacado por Santos *et al.* (2024).

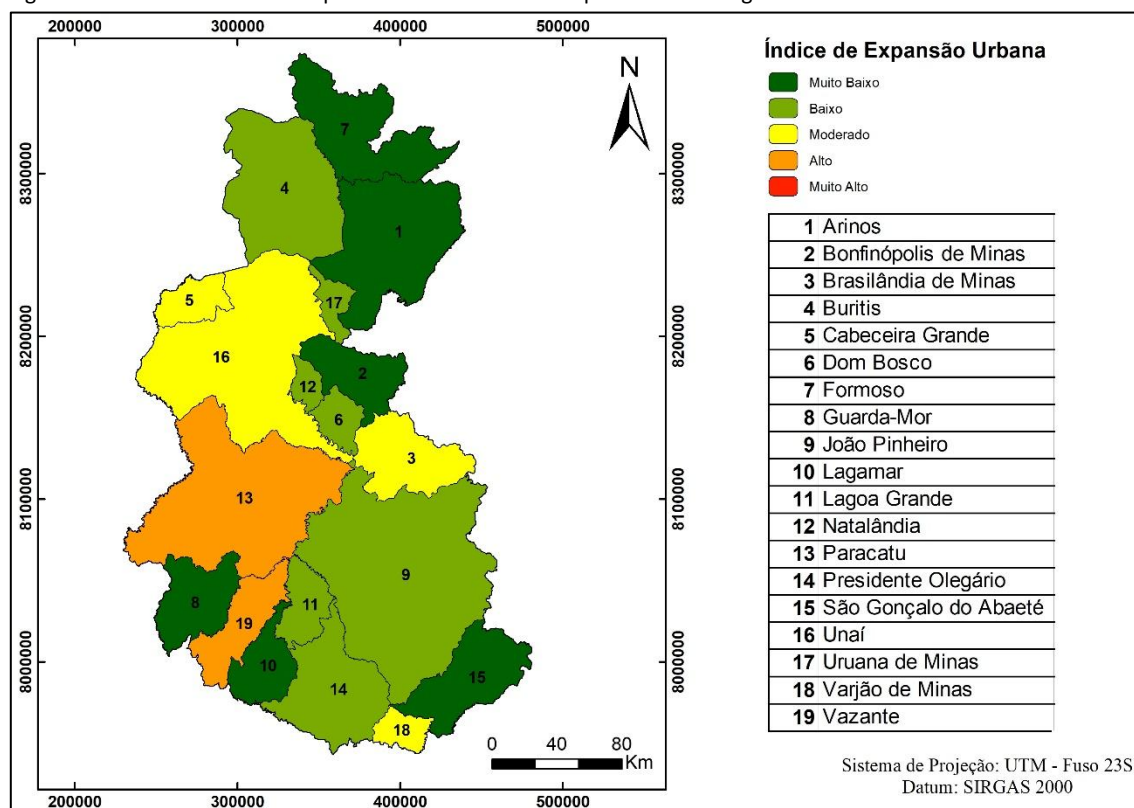
Vazante e Paracatu, todavia, com suas economias impulsionadas pela mineração e pelo terceiro setor, conseguiram expandir sua infraestrutura e serviços urbanos, refletindo um aumento substancial na urbanização, conforme abordado por estudos correlatos Silva *et al.* (2017) e Santos; Simionatto (2023).

Em contraste, acredita-se que demais municípios, apesar de suas populações relativamente pequenas, não conseguiram avançar na urbanização devido a uma gestão menos eficaz e à falta de investimentos direcionados (Sun *et al.*, 2020; Pereira *et al.*, 2011).

Tal cenário, portanto, evidencia que o tamanho populacional não é o único determinante para a urbanização, mas sim a capacidade de alavancar recursos e desenvolver políticas públicas que promovam um crescimento equilibrado e sustentável, conforme

apontado por Oliveira, Cardoso, Piffer (2024). Nessa perspectiva, a Figura 3 apresenta a média do IEU de cada município para a série temporal de 30 anos.

Figura 3 – Média do Índice de Expansão Urbana dos municípios da mesorregião Noroeste de MG entre 1990 e 2020.



Fonte: Os autores (2025).

A análise dos dados revela que a urbanização na mesorregião Noroeste de MG é desigual, com algumas áreas experimentando crescimento urbano substancial enquanto outras mantêm níveis baixos de urbanização, conforme apresentado em estudo correlato de Pereira *et al.* (2011).

A evolução do IEU também demonstra um padrão de urbanização crescente, com alguns municípios alcançando níveis avançados de desenvolvimento urbano, enquanto outros ainda estão em estágios iniciais, corroborando as conclusões de Sun *et al.* (2024) acerca dos padrões de urbanização global nas últimas décadas.

Os resultados revelam também uma variação significativa nos IEU entre os municípios da mesorregião Noroeste de MG, haja vista que a média do índice para a região indica uma predominância de níveis baixos à moderada de urbanização, com uma concentração notável nas categorias de “Muito Baixo” e “Baixo”.

A média de urbanização dos municípios da região mostra que a capacidade de crescimento urbano é influenciada pela gestão pública e pelos investimentos direcionados, evidenciando que políticas eficazes e estratégias de desenvolvimento são cruciais para fomentar a expansão urbana. Além do mais, esses resultados destacam a necessidade de uma

abordagem mais equilibrada para promover o desenvolvimento urbano de maneira sustentável em toda a mesorregião.

4. CONCLUSÃO

Os resultados temporais de IEU para a mesorregião Noroeste de MG revela variações significativas do grau de urbanização entre os municípios. A média do IEU dos municípios analisados situa-se na faixa de baixo grau de urbanização, apontando para o fato de que, embora algumas cidades tenham alcançado níveis significativos de crescimento, a maior parte da mesorregião ainda apresenta índices baixos. Logo, a discrepância entre os graus de urbanização destaca a necessidade de uma abordagem estratégica para promover um desenvolvimento urbano mais equilibrado e sustentável no Noroeste mineiro.

Nosso estudo ratifica a importância de se utilizar dados de SR para diagnosticar a gestão territorial, permitindo avaliar áreas ainda pouco exploradas e identificando potenciais de crescimento. Ademais, a eficácia da metodologia aplicada pelo estudo demonstra, ainda, como ferramentas modernas podem orientar intervenções urbanísticas e fomentar o desenvolvimento em regiões de crescimento urbano exponencial.

Os resultados obtidos assim como a metodologia proposta contribuem para que se possam atingir as metas do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 tornando as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ANTHONY, T. et al. Spatial analysis of land cover changes for detecting environmental degradation and promoting sustainability. *Kuwait Journal of Science*, v. 51, n. 2, p. 100197, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2024.100197>.
- BHAILUME, S.; CHOUDHARI, P. P.; SINGH, S. K. Monitoring and modeling urban growth dynamics. In: PETROPOULOS, G. P. et al. (Orgs.). *Earth Observation for Monitoring and Modeling Land Use*. Elsevier, 2025. p. 45-82. ISBN 9780323951937.
- CIMA, I. S.; AMARAL, S.; MASSI, K. G. Mapping Cerrado remnants in an anthropized landscape in southeast Brazil. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 32, p. 101032, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101032>.
- DHANARAJ, K.; ANGADI, D. P. Land use land cover mapping and monitoring urban growth using remote sensing and GIS techniques in Mangaluru, India. *GeoJournal*, v. 87, p. 1133–1159, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10708-020-10302-4>.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE – ESRI. *ArcGIS 10.6*. Redlands, 2017.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS – FIEMG. *Perspectivas de desenvolvimento socioeconômico do Alto Paranaíba e Noroeste de Minas Gerais*. 2017. Disponível em: <https://patosdeminas.mg.gov.br/fiemg-lanca-o-plano-de-perspectivas-de-desenvolvimento-socioeconomico-do-alto-paranaiba-e-noroeste-de-minas/>.

FENG, L. et al. Exploring rangeland dynamics in Punjab, Pakistan: integrating LULC, LST, and remote sensing for ecosystem analysis (2000–2020). **Rangeland Ecology & Management**, v. 98, p. 377-388, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rama.2024.09.008>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2024/estimativa_dou_2024.pdf. Acesso em: 15 jan. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Dados históricos**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/servicos/bdmep-dados-hist%C3%B3ricos>.

JARDIM, C. H.; SILVA, A. A. F. Aplicação de técnicas de preenchimento de falhas de dados de pluviosidade mensal e anual para o Noroeste do estado de Minas Gerais – Brasil. **Revista Geografias**, v. 13, n. 2, p. 83-106, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.35699/2237-549X.2017.16058>.

LU, D. et al. Patterns and drivers of terrace abandonment in China: monitoring based on multi-source remote sensing data. **Land Use Policy**, v. 148, p. 107388, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107388>.

MBALIBULHA, E. et al. Coupling Geographic Information Systems and remote sensing to evaluate riverbank erosion and accretion in an arid environment: a blueprint for sustainable transformation. **Sustainable Water Resources Management**, v. 11, n. 8, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40899-024-01177-1>.

OLIVEIRA, J.; CARDOSO, A. A.; PIFFER, M. Dinâmica econômica municipal em Mato Grosso: um enfoque setorial de 2005 a 2020. **Geosul**, v. 39, n. 90, p. 347, 2024. DOI: 10.5007/2177-5230.2024.e99497. Disponível em: <https://geosul.ufsc.br>.

PASTICK, N. J. et al. Spatiotemporal remote sensing of ecosystem change and causation across Alaska. **Global Change Biology**, v. 25, n. 3, p. 1171-1189, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.1427>.

PEREIRA, J. R. et al. Gestão social dos territórios da cidadania: o zoneamento ecológico-econômico como instrumento de gestão do território noroeste de Minas Gerais. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 9, p. 724-747, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-39512011000300004>.

RIZZO, F. A.; SANTOS, A. P.; SILVA, D. C. C. Técnicas de geoprocessamento aplicadas para análise temporal do microclima na bacia hidrográfica do córrego do Pequião, Maranhão. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 44, n. 1, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/bgg.v44i1.78032>.

SANTOS, A. et al. Utilização da lógica Fuzzy como suporte ao zoneamento ambiental: um estudo de caso em Paracatu – MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 4, p. 2352–2368, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p2352-2368>.

SANTOS, A. P.; SIMIONATTO, H. H. Methodological proposal for evaluating the transformation of urban microclimate in medium-sized cities: a case study in the urban mesh of the municipality of Paracatu, Minas Gerais. **RAEGA – O Espaço Geográfico em Análise**, v. 57, p. 46-65, set. 2023. ISSN 2177-2738. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v57i0.88156>.

SANTOS, A. P. et al. Avaliação da expansão agropecuária como forma de indicador de degradação ambiental na mesorregião Noroeste do estado de Minas Gerais, Brasil. **GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica**, n. 33, p. 7-26, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.21138/GF.839>.

SANTOS, A. P. et al. The influence of urban and mineral expansion on surface temperature variation. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 45, n. 1, p. e60114, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v45i1.60117>.

SILVA, H. et al. Agropecuária e urbanização: uma análise multivariada para Minas Gerais, 1995-2000. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 39, n. 2, p. 285–305, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.61673/ren.2008.459>.

SOLA-CARABALLO, J. et al. Multi-criteria assessment of urban thermal hotspots: a GIS-based remote sensing approach in a Mediterranean climate city. **Remote Sensing**, v. 17, n. 2, p. 231, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs17020231>.

SONET, M. S. et al. Spatiotemporal analysis of urban expansion, land use dynamics, and thermal characteristics in a rapidly growing megacity using remote sensing and machine learning techniques. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 156, p. 79, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00704-024-05264-3>.

SOUSA, D. N. et al. A dinamização dos assentamentos rurais para o desenvolvimento econômico do Noroeste de Minas Gerais. **Revista de Ciências Humanas**, v. 11, n. 1, p. 1-22, jan. 2011. Disponível em: <http://www.cch.ufv.br/revista/sumario.php?id=20>.

SUN, Y. et al. Recognizing urban shrinkage and growth patterns from a global perspective. **Applied Geography**, v. 166, p. 103247, maio 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2024.103247>.

SUN, L. et al. Urbanização desigual dramática de grandes cidades em todo o mundo nas últimas décadas. **Nature Communications**, v. 11, p. 5366, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19158-1>.

TAIWO, B. E. et al. Monitoring and predicting the influences of land use/land cover change on cropland characteristics and drought severity using remote sensing techniques. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 18, p. 100248, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100248>.

TALEMA, A. H.; NIGUSIE, W. B. Spatio-temporal analysis of urban expansion using remote sensing data and GIS for the sustainable management of urban land: the case of Burayu, Ethiopia. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 35, n. 5, p. 1096-1117, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/MEQ-07-2023-0196>.