



MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA POR UNIDADES DE PAISAGEM EM MARICÁ (RJ)

Beatriz Mourão Lopes¹
Phillipe Valente Cardoso²
Vinicius da Silva Seabra³

RESUMO

A análise das mudanças de uso e cobertura da terra por unidades de paisagem é fundamental para compreender as transformações ambientais ao longo do tempo. Em áreas onde essas mudanças são mais dinâmicas, impulsionadas pelo crescimento urbano, torna-se indispensável investigar como essas alterações se distribuem no espaço e no tempo. Isso porque toda mudança de uso e cobertura da terra prevê o crescimento de uma classe em detrimento da supressão das outras. Este estudo analisa as mudanças no uso e cobertura da terra em diversas unidades de paisagem no município de Maricá, Rio de Janeiro, entre 1985 e 2024. A análise das mudanças por tipologia de paisagens é crucial para compreender como diferentes áreas da paisagem respondem a pressões ambientais e antrópicas. Nesse sentido, a delimitação de unidades de paisagem é um processo complexo, dada a interação entre elementos naturais e humanos, resultando em unidades com características distintas. Cada tipologia de paisagem possui características únicas de relevo, clima, solo e vegetação, que influenciam diretamente nos padrões de uso da terra e na intensidade das mudanças. Os resultados indicaram que as tipologias de paisagem em planícies fluvio-lagunares foram as unidades com maior mudança (83,22 km²), representando 46,10% do total, caracterizadas pela conversão de coberturas naturais de áreas úmidas em usos urbano rarefeito (16,57 km²), urbano médio (16,38 km²) e em pastagens (13 km²). As unidades de paisagem em planícies costeiras apresentaram 47,31 km² de mudanças (26,21%), impulsionadas pela conversão de coberturas naturais de áreas úmidas em usos urbano rarefeito (5,65 km²) e urbano médio (16,82 km²). As tipologias de paisagem contidas nos compartimentos de relevo dos maciços costeiros e domínios colinosos mostraram mudanças similares, com conversão de coberturas naturais de florestas e áreas úmidas em uso de pastagens. Assim, a análise das mudanças revela transformações significativas, com impactos ambientais relevantes. A análise por tipologia de paisagens permite identificar áreas mais vulneráveis a transformações, auxilia no planejamento da paisagem e na implementação de ações de conservação mais eficazes e otimizadas.

INTRODUÇÃO

A compreensão das mudanças de uso e cobertura da terra (UCT) é essencial para analisar os impactos das ações humanas sobre o meio físico, especialmente em regiões onde a expansão urbana e outras pressões antrópicas alteram de forma acelerada as paisagens. Essas transformações refletem processos socioeconômicos e ambientais que

¹ Mestre pelo Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Faculdade de Formação de Professores -RJ, betrizmourao1998@gmail.com;

² Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ, valentephc@gmail.com;

³ Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ, vinigeobr@yahoo.com.br;



ocorrem de forma diferenciada no espaço e no tempo, provocando a substituição de coberturas naturais por usos urbanos e agropecuários. O entendimento dessas dinâmicas é fundamental, uma vez que as alterações no uso e cobertura da terra podem estar diretamente associadas à degradação ambiental, à perda de biodiversidade e ao aumento da vulnerabilidade socioambiental.

Nesse contexto, uma forma eficiente de interpretar essas dinâmicas é por meio da análise integrada com as unidades de paisagem, que representam recortes dos geossistemas baseados em características naturais e na influência histórica das ações humanas (Amorim; Oliveira, 2008).

Ao mapear e estabelecer categorias claras de unidades de paisagem, torna-se possível detectar alterações na cobertura vegetal, no uso do solo, nas atividades econômicas e na ocupação urbana, de forma mais sistêmica e organizada (Rodriguez, 2022). Isso é especialmente útil para ações de planejamento e gestão ambiental, ajudando a identificar áreas vulneráveis, a definir prioridades de conservação e a orientar políticas públicas, principalmente em áreas com grande crescimento urbano como a área e estudo desta pesquisa.

Assim, este estudo tem como objetivo analisar as mudanças de uso e cobertura da terra por unidades de paisagem no município de Maricá (RJ), entre os anos de 1985 e 2024. A pesquisa adota uma abordagem bitemporal baseada em imagens de satélite processadas na plataforma Google Earth Engine (GEE), com uso do algoritmo Random Forest para a classificação supervisionada das classes de uso. As tipologias de paisagem foram delimitadas com base em critérios geomorfológicos e ambientais, permitindo identificar padrões espaciais diferenciados de transformação.

METODOLOGIA

Martinelli e Pedrotti (2001), caracterizam as unidades de paisagem como conjuntos espaciais dotados de atributos próprios, resultantes da combinação entre fatores geomorfológicos, climáticos, biológicos e antrópicos, cuja organização integrada pode ser representada cartograficamente.

Nesse contexto, o procedimento sintético de representação da paisagem desempenha um papel fundamental, pois permite compreender a paisagem não de forma



fragmentada, mas como um todo coeso e interdependente, no qual cada unidade se distingue, ao mesmo tempo em que revela sua subordinação hierárquica (Rodríguez, 2022).

O processo inclui três níveis: primeiro, a classificação de grandes agrupamentos naturais, semirruais e artificiais; segundo, a definição de grandes complexos geomorfológicos baseados em origens estruturais coesas; por fim, a individualização das unidades específicas de paisagem, descritas com epítetos concisos que evidenciam suas principais características (Martinelli; Pedrotti, 2001).

Paralelamente a isso, é importante destacar o papel que as ferramentas de Geotecnologias, em especial o Sistema de Informações Geográficas (SIG), desempenham nesse processo de análise e representação da paisagem. O SIG permite integrar, manipular e analisar grandes volumes de dados espaciais e temáticos, possibilitando uma abordagem mais precisa, dinâmica e detalhada da delimitação e caracterização das unidades de paisagem (Rodríguez, 2022). Como também, contribui para gerar informações relevantes para utilizar os recursos naturais de forma mais racional e planejada.

Nesse sentido, a presente pesquisa adotou como recorte metodológico a representação das unidades de paisagem do município de Maricá, buscando compreender as transformações espaciais associadas às mudanças no uso e cobertura da terra ao longo das últimas décadas. Para isso, foram definidas duas datas de análise: 1985 e 2024, permitindo uma abordagem espaço-temporal capaz de evidenciar as dinâmicas socioambientais ocorridas na paisagem.

A área de estudo compreende o município de Maricá (RJ), situado na região litorânea do estado do Rio de Janeiro, caracterizado por uma diversidade de formações geomorfológicas, como planícies flúvio-lagunares, planícies costeiras, domínios colinosos e maciços costeiros. A delimitação das unidades de paisagem considerou no ArcGis a combinação de elementos naturais e critérios interpretativos baseados na literatura científica e em dados cartográficos, resultando em recortes espaciais com características físicas homogêneas.

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra, foram utilizadas imagens de satélite disponibilizadas pela plataforma Google Earth Engine (GEE), com destaque para as séries Landsat conforme a disponibilidade e qualidade das imagens em cada período analisado (1985 e 2024). As imagens foram previamente filtradas para conter



índice de cobertura de nuvens inferior a 5%, com o objetivo de garantir maior qualidade e nitidez nos dados utilizados para a composição, em seguida, foram submetidas a uma classificação com o algoritmo Random Forest, amplamente reconhecido por sua precisão em tarefas de classificação de dados geoespaciais.

As classes de uso e cobertura da terra adotadas foram Formação Florestal, Áreas úmidas, Pastagem, Dunas e Cordões Arenosos, Restinga, Urbano Rarefeito, Urbano Médio, Afloramento Rochoso e Água. Nos anos de 1985 e 2024, foram coletadas amostras para diversas classes de uso e cobertura da terra. Em 1985, a Formação Florestal (100), a Areia (100), a Pastagem (100) e a Água (100) contaram com cem amostras cada. A Restinga teve 50 amostras (50), enquanto o Afloramento Rochoso registrou 24 (24). A Área Úmida apresentou 84 (84) amostras, o Urbano Rarefeito 15 (15) e o Urbano Médio não teve amostras coletadas (0). Já em 2024, as classes Formação Florestal (100), Areia (100), Pastagem (100) e Água (100) mantiveram cem amostras cada, a Restinga continuou com 50 (50), o Afloramento Rochoso aumentou para 40 (40), a Área Úmida reduziu para 41 (41), o Urbano Rarefeito subiu para 30 (30) e o Urbano Médio teve um aumento significativo, alcançando 83 (83) amostras.

Após a classificação de cada período, as áreas de mudança foram quantificadas por meio de cruzamentos espaciais (interseções) entre os mapas temporais, permitindo identificar as transições de classes em cada unidade de paisagem. A análise espacial foi conduzida de forma a destacar os padrões de transformação e suas intensidades relativas dentro de cada Unidade de Paisagem, possibilitando uma leitura diferenciada da dinâmica territorial ao longo do tempo.

Após a realização da classificação das imagens, foi avaliado o desempenho do classificador por meio da matriz de confusão e do cálculo da acurácia global, aplicados tanto ao conjunto de treinamento quanto ao conjunto de teste. Para isso, foi utilizado um código adaptado da obra de Bengtsson et al. (2021), que analisa aplicações do Google Earth Engine no processamento e validação de classificações multiespectrais.

Dentre os índices empregados, destaca-se o índice Kappa, que se mostra fundamental na avaliação da confiabilidade dos modelos de classificação. Proposto por Landis e Koch (1977), o índice Kappa permite mensurar estatisticamente o grau de concordância entre a classificação obtida e os dados de referência, corrigindo o efeito do acaso. A avaliação do desempenho da classificação se deu por meio dos indicadores de



Acurácia Global e do Índice Kappa. Para os dados de treinamento, a acurácia global foi de 96,59% e o índice Kappa atingiu 0,95, indicando uma excelente concordância entre os dados classificados e os dados de referência. Já na etapa de validação, a acurácia global obtida foi de 88,65%, e o índice Kappa foi de 0,84 o que também indica um alto grau de confiabilidade da classificação supervisionada realizada para o ano de 1985.

O modelo treinado para o mapeamento de 2024 apresentou uma acurácia geral de 98,90% durante o treinamento, com um índice Kappa de 0,986, indicando uma excelente concordância entre as classificações previstas e observadas. Na validação, a acurácia geral foi de 84,54%, com um índice Kappa de 0,788, demonstrando boa precisão e confiabilidade na classificação dos dados do mapeamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados entre 1985 e 2024 evidencia que o processo de urbanização no município de Maricá tem ocorrido de forma intensa e seletiva, impactando principalmente as unidades de paisagem mais frágeis do ponto de vista ambiental. Esse processo está relacionado ao crescimento populacional expressivo observado nas últimas décadas, impulsionado, sobretudo, por fluxos migratórios provenientes dos municípios do Rio de Janeiro e Niterói, especialmente a partir das décadas de 1980 e 1990 (Guichard, 2001). De acordo com o Censo Demográfico do IBGE (2023), Maricá alcançou a marca de 197.784 habitantes, representando um aumento de aproximadamente 65% em relação ao ano 2000, quando o município contava com cerca de 120 mil habitantes.

Nesse contexto, a pressão gerada por esse crescimento populacional resultou em uma expansão urbana significativa, especialmente sobre áreas de planícies costeiras e flúvio-lagunares. Conforme mostra a Figura 1, que apresenta a distribuição percentual das transformações por unidades de paisagem, as planícies flúvio-lagunares concentraram 46,1% do total de mudanças de uso e cobertura da terra no período analisado, sendo a tipologia mais impactada. Essa concentração está associada à localização estratégica dessas áreas, próximas à faixa litorânea, aos sistemas lagunares e às principais vias de acesso ao município.

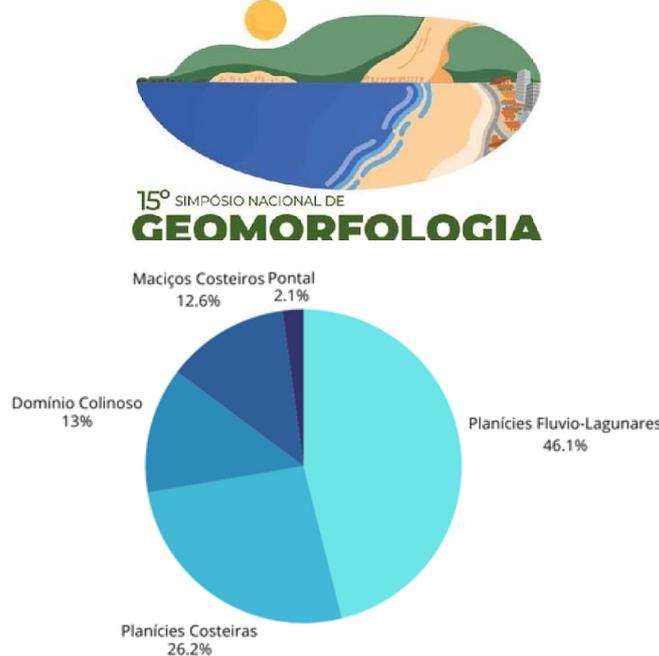


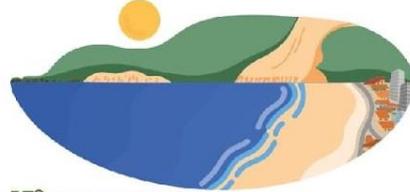
Figura 1: Distribuição das transformações por Unidades de Paisagem (%)

Fonte: os autores, 2025.

A análise da distribuição das transformações por unidades de paisagem em termos absolutos (km²), permite detalhar os tipos de conversão ocorridos. Nas planícies flúvio-lagunares, observou-se a conversão de 16,57 km² de áreas úmidas em urbano rarefeito e de 16,38 km² em urbano médio, o que evidencia um processo de ocupação que desconsidera a alta suscetibilidade a inundações e a importância geossistêmica dessas regiões. Além disso, houve a substituição de áreas úmidas por pastagens (13,06 km²), o que indica o avanço das pastagens e de loteamentos precários, comumente associados à urbanização informal.

As planícies costeiras, segunda tipologia mais afetada (26,2% das mudanças), também apresentaram conversões significativas. Destaca-se a transformação de áreas úmidas em urbano médio, que totalizou 16,82 km². Esse dado reflete o processo de valorização imobiliária da zona costeira e o crescimento da ocupação por segundas residências, especialmente a partir dos anos 2000, impulsionado pela melhoria das vias de acesso ao município e pela intensificação da especulação fundiária.

No domínio colinoso, que concentrou 13% das mudanças, observou-se a urbanização de setores anteriormente ocupados por pastagens. Houve, ainda, a conversão de 3,11 km² de áreas úmidas em urbano rarefeito e de 3,01 km² em pastagens, além da reconversão de 2,98 km² de pastagens em urbano rarefeito. Esses dados apontam para a expansão da urbanização em áreas de relevo suavemente ondulado, muitas vezes desprovidas de infraestrutura básica, o que contribui para a fragmentação da mancha urbana e para a ampliação da urbanização dispersa.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

Nos maciços costeiros, embora com menor participação relativa (12,6% das mudanças), foram identificadas transformações relevantes, como a conversão de formações florestais em pastagem (4,35 km²) e de áreas úmidas em pastagem (3,61 km²), indicando a abertura de clareiras e o avanço de usos antrópicos menos compatíveis com a estabilidade ecológica dessas unidades. O Pontal foi a unidade de paisagem com menor alteração, correspondendo a apenas 2,1% das mudanças mapeadas. Essa baixa transformação pode estar relacionada à sua pequena extensão territorial, bem como à existência de restrições ambientais e institucionais ao uso do solo.

A magnitude dessas mudanças pode ser visualizada na comparação entre os mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 1985 e 2024. A Figura 2 mostra o cenário de 1985, com predomínio de áreas de formação florestal e áreas úmidas, enquanto a Figura 3 evidencia a expansão das manchas urbanas, especialmente das classes urbano rarefeito e urbano médio, em direção às planícies costeiras, flúvio-lagunares e áreas anteriormente ocupadas por vegetação natural. Essa comparação revela um padrão de urbanização dispersa, pouco articulado à malha urbana consolidada.

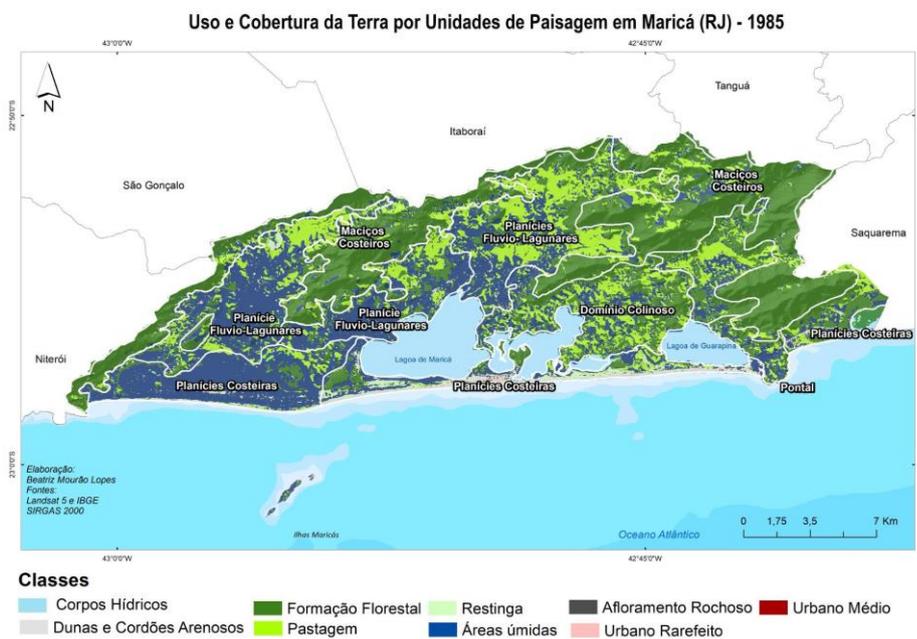
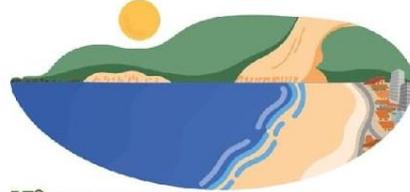


Figura 2: Uso e Cobertura da Terra por Unidades de Paisagem em Maricá (RJ) - 1985

Fonte: os autores, 2025.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

Uso e Cobertura da Terra por Unidades de Paisagem em Maricá (RJ) - 2024

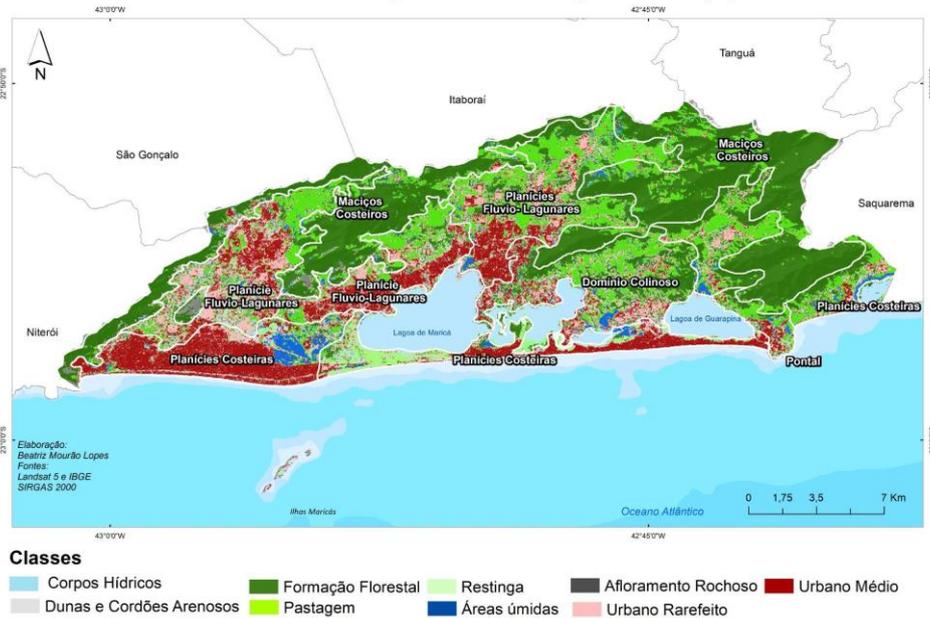


Figura 3: Uso e Cobertura da Terra por Unidades de Paisagem em Maricá (RJ) - 2024

A Figura 4 apresenta a distribuição das alterações segundo as unidades de paisagem mapeadas no município. Nota-se que os processos de mudança concentram-se principalmente nas planícies costeiras e nas planícies flúvio-lagunares, áreas historicamente mais suscetíveis à ocupação urbana em função da topografia plana e da proximidade com os principais eixos viários e centros urbanos.

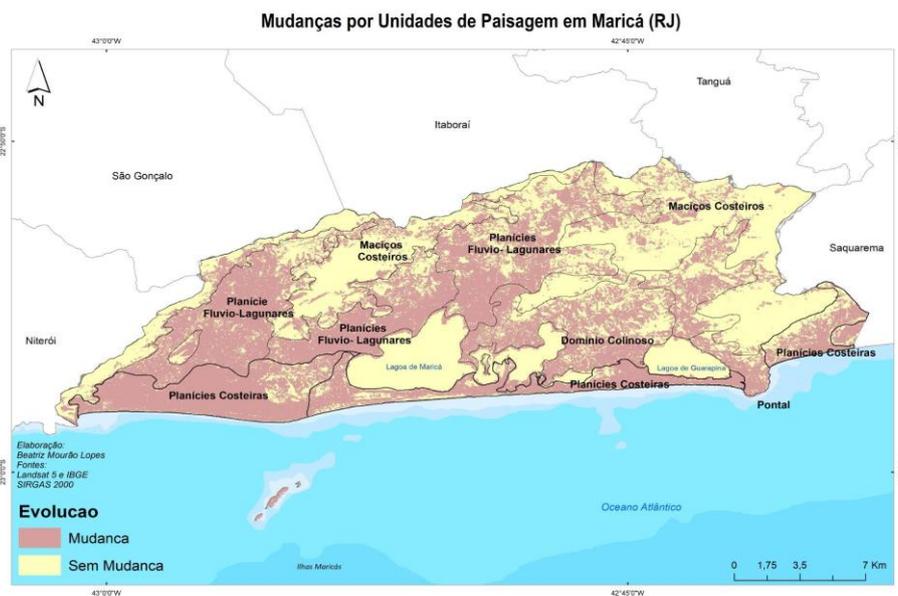


Figura 4: Mudanças por Unidades de Paisagem em Maricá entre 1985-2024

Fonte: os autores, 2025.



De modo geral, os resultados demonstram que a urbanização em Maricá não ocorreu de forma homogênea. Pelo contrário, priorizou áreas com características atrativas do ponto de vista da ocupação humana, como as zonas planas e úmidas. Essa lógica de expansão, frequentemente desvinculada de diretrizes de ordenamento, intensifica os processos de degradação ambiental, favorece a ocupação de áreas de risco e amplia a demanda por infraestrutura e serviços. A partir disso, reforça-se a necessidade de políticas públicas voltadas à gestão territorial, à conservação das unidades de paisagem mais sensíveis e à promoção de formas sustentáveis de uso e ocupação do solo no município de Maricá.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

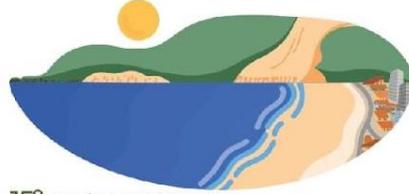
O estudo demonstrou que Maricá passou por intensas transformações no uso e cobertura da terra entre 1985 e 2024, com destaque para a conversão de áreas naturais em zonas urbanas e pastagens, sobretudo nas planícies flúvio-lagunares e costeiras. A análise por unidades de paisagem permitiu compreender como diferentes compartimentos respondem às pressões antrópicas. O uso de ferramentas de sensoriamento remoto e classificação supervisionada mostrou-se eficaz na identificação dessas mudanças. Os resultados reforçam a importância de integrar critérios físicos no planejamento territorial, contribuindo para um uso mais eficiente e sustentável. Além de direcionar informações necessárias para a utilização racional dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e planejamento urbano.

Palavras-chave: Unidades de Paisagem, Maricá, Mudanças de Uso e Cobertura da Terra.

REFERÊNCIAS

AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. D. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. *Sociedade e Natureza*, v. 20, p. 177-198, 2008.

BENGTSSON, Z.; BEAUDRY, B.; TORRES-PÉREZ, J.; MCCULLUM, A. Using Google Earth Engine for Land Monitoring Applications. *NASA Applied Remote Sensing Training Program (ARSET)*, 2021. Disponível em: <https://appliedsciences.nasa.gov/mission/training/english/arset-using-google-earth-engine-land-monitoring-applications>. Acesso em: 26 jun. 2024.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

GUICHARD, D. O lugar das classes médias em Maricá. 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Demográfico 2022: Panorama - Maricá (RJ)*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 22 jul. 2025.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. An Application of Hierarchical Kappa-Type Statistics in the Assessment of Majority Agreement among Multiple Observers. *Biometrics*, v. 33, p. 363–374, 1977. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2529786>.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 14, p. 39-46, 2001.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: Editora UFC, 2022.

