



Programa de Pós-Graduação em Geografia | UNESP Rio Claro

doi.org/10.5016/geografia.v51i1.19453

ISSN 1983-8700 | e-19453

Análise da dinâmica da paisagem em áreas de preservação permanente nos anos de 1985, 2001 e 2022, no município de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro

Fábia Antunes Zaloti¹, Gabriel de Oliveira Alves², Fábio da Silva Lima³,
Paulo Márcio Leal de Menezes⁴, Manoel do Couto Fernandes⁵

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1568-4823>

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Rio de Janeiro, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9029-0255>

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2356-5401>

⁴ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7049-7081>

⁵ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento e Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4500-0624>

E-mail correspondente: fabiazaloti@protonmail.com

Destaques:

- Transformações na paisagem em Áreas de Preservação Permanente (APPs) em Angra dos Reis (RJ).
- Análise comparativa da cobertura e uso da terra em três recortes temporais distintos.
- Emprego de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para análise temporal das APPs.
- Identificação da influência da legislação ambiental nas APPs.

Resumo: O monitoramento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) constitui um desafio em países de grandes dimensões territoriais, como o Brasil, exigindo o desenvolvimento de metodologias eficientes para subsidiar ações de gestão e restauração dessas áreas. Nesse panorama, as geotecnologias têm se mostrado fundamentais na geração e análise de informações sobre a cobertura e uso da terra. O presente artigo tem como objetivo analisar a dinâmica da paisagem e as alterações no uso e cobertura da terra em APPs em Angra dos Reis (RJ), em 1985, 2001 e 2022, com base em técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Angra dos Reis apresenta 816,3 km², cerca de 86,14% de cobertura vegetal e elevado número de unidades de conservação, mas sofre crescente pressão antrópica relacionada à expansão populacional. Os resultados evidenciam alterações significativas nas APPs de cursos d'água, relacionadas à implantação das usinas nucleares Angra I e II, que se configuram como importante indicador espacial da dinâmica territorial. Em contrapartida, as APPs em topos de morro apresentaram menor variação, mantendo o predomínio de floresta ombrófila densa ao longo do período analisado.

Palavras-chave: Áreas de preservação permanente; Cobertura e uso da terra; Angra dos Reis; Sensoriamento remoto; Geoprocessamento.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (*Open Access*) sob a licença CC - *Creative Commons Atribuição* 4.0, que permite o uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Como citar este artigo:

ZALOTI, Fábila Antunes; ALVES, Gabriel de Oliveira; LIMA, Fábio da Silva; MENEZES, Paulo Márcio Leal de; FERNANDES, Manoel do Couto. Análise da dinâmica da paisagem em áreas de preservação permanente nos anos de 1985, 2001 e 2022, no município de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro. **Geografia**, Rio Claro-SP, v. 51, e-19453, 2026. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/19453>. DOI: doi.org/10.5016/geografia.v51i1.19453.

An analysis of landscape dynamics in permanent preservation areas in 1985, 2001 and 2022, in the municipality of Angra dos Reis, state of Rio de Janeiro

Abstract: Monitoring Permanent Preservation Areas (APPs) is particularly challenging in large countries such as Brazil, requiring efficient methodologies to support management and restoration. In this scenario, geotechnologies have proven to be fundamental to generate and analyze land use and land cover data. This article aims to examine the landscape dynamics and land use and land cover changes in APPs in Angra dos Reis in 1985, 2001, and 2022, based on geoprocessing and remote sensing techniques. Angra dos Reis has 816.3 km², about 86.14% of vegetation cover, and a high number of conservation units, but suffers increasing anthropogenic pressure related to population expansion. Results indicate significant changes in the APPs of watercourses, a consequence of the installation of Angra I and II nuclear power plants, highlighting shifts in territorial dynamics. On the other hand, the APPs on hilltops showed less variation, maintaining the predominance of dense ombrophilous forest throughout the analyzed period.

Keywords: Permanent Preservation Areas; Land Cover and Land Use; Angra dos Reis; Remote Sensing; Geoprocessing.

Une analyse de la dynamique du paysage dans les zones de préservation permanente au cours des années 1985, 2001 et 2022, dans la municipalité d'Angra dos Reis de l'état de Rio de Janeiro

Résumé: Le suivi des Zones de Préservation Permanente (APPs) est un défi dans les pays à grande dimension territoriale comme le Brésil, nécessitant le développement de méthodologies efficaces pour soutenir les actions de gestion et de restauration. Les géotechnologies sont essentielles pour analyser l'occupation et l'usage du sol. Cette étude examine la dynamique paysagère et les changements d'usage des sols dans les APPs d'Angra dos Reis en 1985, 2001 et 2022, à partir du géotraitement et de la télédétection. Angra dos Reis (816,3 km²) conserve 86,14 % de couverture végétale et de nombreuses unités de conservation, mais subit une pression anthropique croissante liée à l'expansion démographique. Les résultats montrent des changements significatifs dans les APPs des voies navigables, à la mise en œuvre des centrales nucléaires d'Angra I et II, révélant la dynamique territoriale. En revanche, les APPs de sommet de colline ont peu varié, maintenant la prédominance d'une forêt ombrophile dense sur toute la période analysée.

Mot-clé: Zones de préservation permanente; l'occupation et l'usage du sol; Angra dos Reis; Télédétection; Géotraitement.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012, estabelece normas gerais sobre a proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs), principalmente no inciso II, do artigo 3º, que define a APPs como uma: “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade”, e, ainda, tem o objetivo de “facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Brasil, art. 3, inciso II, 2012).

O monitoramento dessas áreas caracteriza-se como um desafio em um país com as dimensões do Brasil, sendo fundamental o desenvolvimento de ferramentas que permitam a gestão e restauração das APPs. Nesse contexto, o avanço das geotecnologias tem assumido um papel fundamental na elaboração e geração de informações sobre a cobertura vegetal. Dentre essas geotecnologias é possível destacar o uso do Sensoriamento Remoto para geração e produção de mapas de cobertura e uso da terra e a ampliação da oferta de satélites desde a década de 1970, com várias bandas do espectro eletromagnético, em diversas resoluções espaciais e temporais, que permitem uma melhor avaliação das APPs.

No contexto brasileiro, as pesquisas sobre a cobertura e uso da terra a partir de imagens de satélites e o uso do Sensoriamento Remoto datam da década de 1970. Desde então, os estudos sobre as transformações espaciais, dos possíveis impactos ambientais, do monitoramento e da gestão de APPs viabilizam ações de preservação e conservação mais eficazes, ou seja, o mapeamento da cobertura e uso da terra tem como objetivo caracterizar as transformações na paisagem resultantes da interação entre processos naturais e atividades humanas (Florenzano, 2011; Jensen, 2009).

A utilização do Geoprocessamento também facilitou as análises da cobertura e uso da terra, uma vez que propicia a espacialização dos tipos de classes que ocorrem em uma paisagem, enquadrando-se como ciência que trata e organiza dados espaciais, e utiliza o Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como principal ferramenta, para a análise detalhada da paisagem,

proporcionando recursos avançados para a visualização, interpretação e gestão dos dados espaciais (Câmara; Davis; Monteiro, 2004).

Diversos estudos foram desenvolvidos sobre o tema em questão utilizando Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para auxiliar na quantificação da cobertura vegetal em APP. Destacam-se, por exemplo, os trabalhos de Santos *et al.* (2021), Andrade *et al.* (2021) e Pagani e Maniesi (2018). Santos *et al.* (2021) analisou as APPs e Reserva Legal (RL) situadas na bacia hidrográfica do rio Buranhém, localizada entre o extremo sul do estado da Bahia e o leste de Minas Gerais, identificando se estas áreas eram cobertas ou não por vegetação, em cumprimento a legislação aplicável. Nesse estudo os resultados revelaram que 74,7% das APPs e 41,8% das RLs não possuem vegetação predominantemente nativa, ilustrando os conflitos de usos e às restrições vigentes na legislação. Andrade *et al.* (2021) investigaram o conflito de uso da terra nas APPs da bacia hidrográfica do rio Marapanim, no nordeste do Estado do Pará, a partir de imagens do satélite Landsat em 1988, 1998, 2008 e 2017. Os resultados apontaram um crescimento das ocupações inadequadas nas APPs com 24,54% em 1988, ampliando para 27,21% em 1998, passando para 33,86% em 2008 e chegando em 35,97% em 2017, ou seja, entre os anos de 1988 e 2017 as ocupações inadequadas nas APPs aumentaram em 46,57%. Pagani e Maniesi (2018) avaliaram as alterações na vegetação nas APPs na área urbana de Jarú, Rondônia, entre os anos de 1975 a 2016, a partir de imagens dos satélites Landsat 2, 3, 5 e 8, da utilização do sensoriamento remoto, do geoprocessamento e por meio da realização de trabalho de campo. Os resultados apontaram que entre 1975 a 1990 ocorreram intensas atividades antrópicas associadas a urbanização e a agropecuária com redução da classe de Floresta em 60,76% nas APPs. Já no período entre 2000 a 2016, os resultados apontaram um acréscimo de 15,86% na classe de Floresta associado a regeneração natural da vegetação e cumprimento do código florestal.

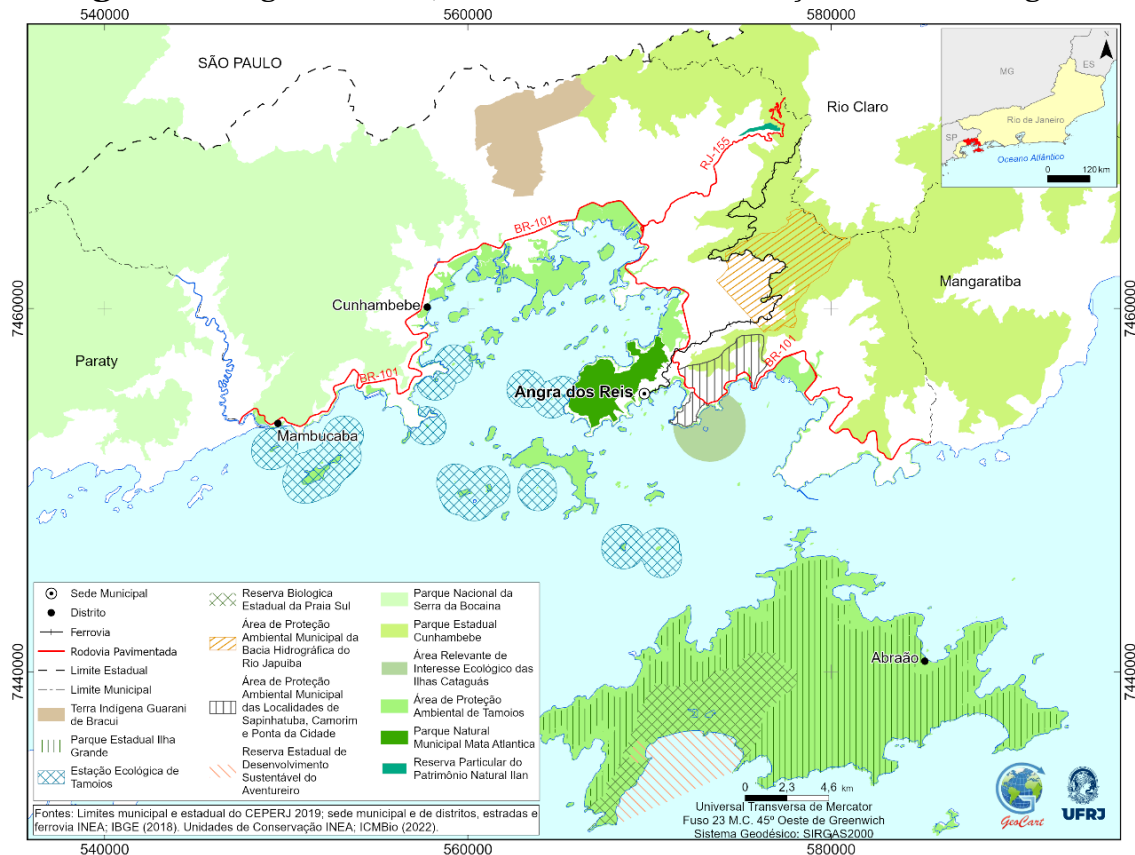
A área de estudo selecionada foi o município de Angra dos Reis, localizado no estado do Rio de Janeiro, com uma extensão territorial de 816,3 km². O município apresenta aproximadamente 86,14% de cobertura vegetal e concentra um expressivo conjunto de unidades de conservação. Contudo, observa-se um

processo contínuo de crescimento populacional, expansão da malha urbana e intensificação das atividades antrópicas, o que reforça a importância do monitoramento da vegetação remanescente. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo analisar a dinâmica da paisagem e a transformação da cobertura e uso da terra nas APPs, no município de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro, por meio da utilização do Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto em 1985, 2001 e 2022.

Área de Estudo

O município de Angra dos Reis está localizado na região da Costa Verde, ao sul do estado do Rio de Janeiro, entre as coordenadas geográficas 44°10'21"O, 22°49'53"S e 44°37'09"O, 23°05'04"S (SIRGAS 2000). O município contempla várias unidades de conservação, são elas: parte do Parque Nacional da Serra da Bocaina, criado pelo Decreto Federal de nº 68.176 de 1971; parte do Parque Estadual Cunhambebe, criado pelo Decreto Estadual nº 41.358 de 2008; o Parque Estadual de Ilha Grande, criado em 1971 pelo Decreto Estadual nº 15.273; várias Estações Ecológicas de Tamoios, criadas a partir do Decreto Federal de nº 98.864, de 1990; Parque Natural Municipal da Mata Atlântica, criado a partir do Decreto Municipal nº 10.760 de 2017; Área de Proteção Ambiental de Tamoios, criada a partir do Decreto Estadual nº 9452 de 1986; Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro, criada pelo Decreto Estadual nº 15.983 de 1990; Reserva Particular do Patrimônio Natural Ilan; Área de Proteção Ambiental das Localidades de Sapinhatuba, Camorim e Ponta da Cidade, criada em 2018 pelo decreto municipal nº 10.776, de 09 de janeiro; Área de Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Japuíba, criada em 2007 Lei Municipal nº 1.888, de 20 de dezembro; e, por fim, Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, criada em 1981 pelo Decreto Estadual nº 4.972, de 02 de dezembro, conforme apresentado na figura 1 (Brasil, 1971; 1990; Rio de Janeiro, 1971; 1981; 1986; 1990; 2008; Angra dos Reis, 2007; 2017; 2018).

Figura 1 - Angra dos Reis, as unidades de conservação e a terra indígena



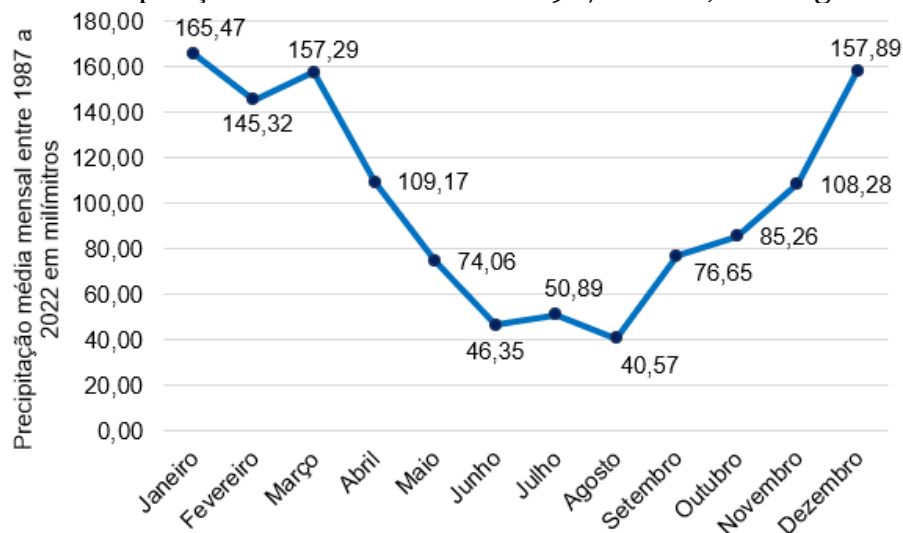
Fonte: Rio de Janeiro (2018; 2022; 2023).

O município de Angra dos Reis abrange em menor proporção as planícies de inundações com área de várzeas, fluviomarinha composta por manguezais e brejos, e planície marinha com restinga, colinas, morros baixos e altos, cristas isoladas e serras baixas. E, em maior proporção, as escarpas de borda de planaltos e domínio serrano com relevo de aspecto montanhoso (Brasil, 2019). A altitude varia de 0 a 1720 metros e a declividade encontra-se entre o relevo plano a escarpado (Brasil, 2019).

A precipitação no Município de Angra dos Reis concentra-se nos meses mais quentes, como primavera, verão e outono, com maior pluviosidade média em dezembro de 157,89 mm e janeiro de 165,47 mm, enquanto os meses de inverno são menos chuvosos com menor precipitação média em agosto de 40,57 mm, entre a série temporal de 1987 a 2022, como ilustrou a figura 2 (Instituto Nacional de Meteorologia, 2025). Este município possui uma área de 816,3 km² e sua população tem 167.434 mil habitantes (IBGE, 2022). A população passou

por uma ampliação de 189% entre 1980 até 2022 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011; 2022).

Figura 2 - Precipitação média mensal entre 1987 a 2022, em Angra dos Reis.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2025).

METODOLOGIA

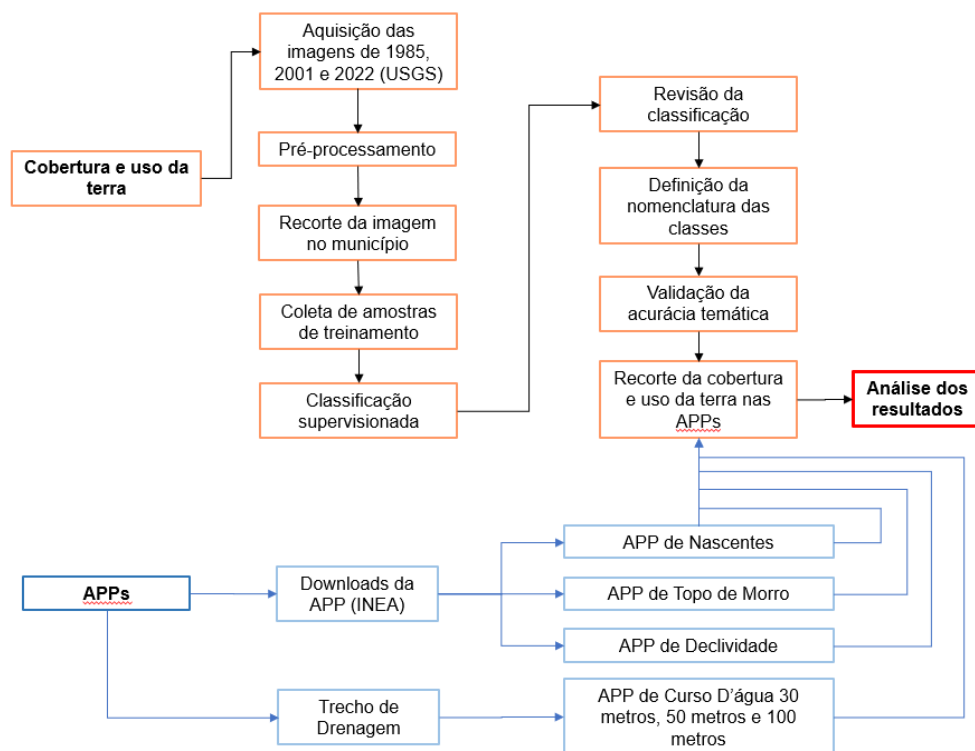
As etapas do desenvolvimento desse estudo foram resumidas no fluxograma na figura 3. Na sequência as etapas serão explicitadas.

A partir das imagens de satélite Landsat foi elaborado o mapeamento da cobertura e uso da terra nos anos de 1985, 2001 e 2022 por meio do processamento digital de Imagens através do Sensoriamento Remoto. As imagens Landsat foram fornecidas pela *United States Geological Survey* (USGS), ortorretificadas e no formato GEOTIF.

As imagens selecionadas foram dos satélites: Landsat TM 5 de 27/07/1985; Landsat ETM+ 7 de 15/07/2001; e Landsat OLI 9 de 23/06/2022. As imagens de 1985 e 2001 foram escolhidas por retratarem os períodos de construção e implantação das usinas nucleares I e II, que movimentaram a vinda de muitos trabalhadores para o município. Antes da utilização das imagens foi necessário o pré-processamento para a conversão de hemisfério, pois as imagens são fornecidas com a projeção configurada no hemisfério norte. Após o pré-processamento, utilizou-se a classificação supervisionada, que consiste na coleta de amostras de treinamento, para cada classe do mapeamento da cobertura e uso

da terra. Essa metodologia tem por objetivo a definição das classes a serem mapeadas *a priori*, através da coleta das amostras das classes do mapeamento pelo analista antes da classificação (Novo, 2010; Florenzano, 2011; Jensen, 2015).

Figura 3 - Fluxograma das etapas do desenvolvimento da pesquisa



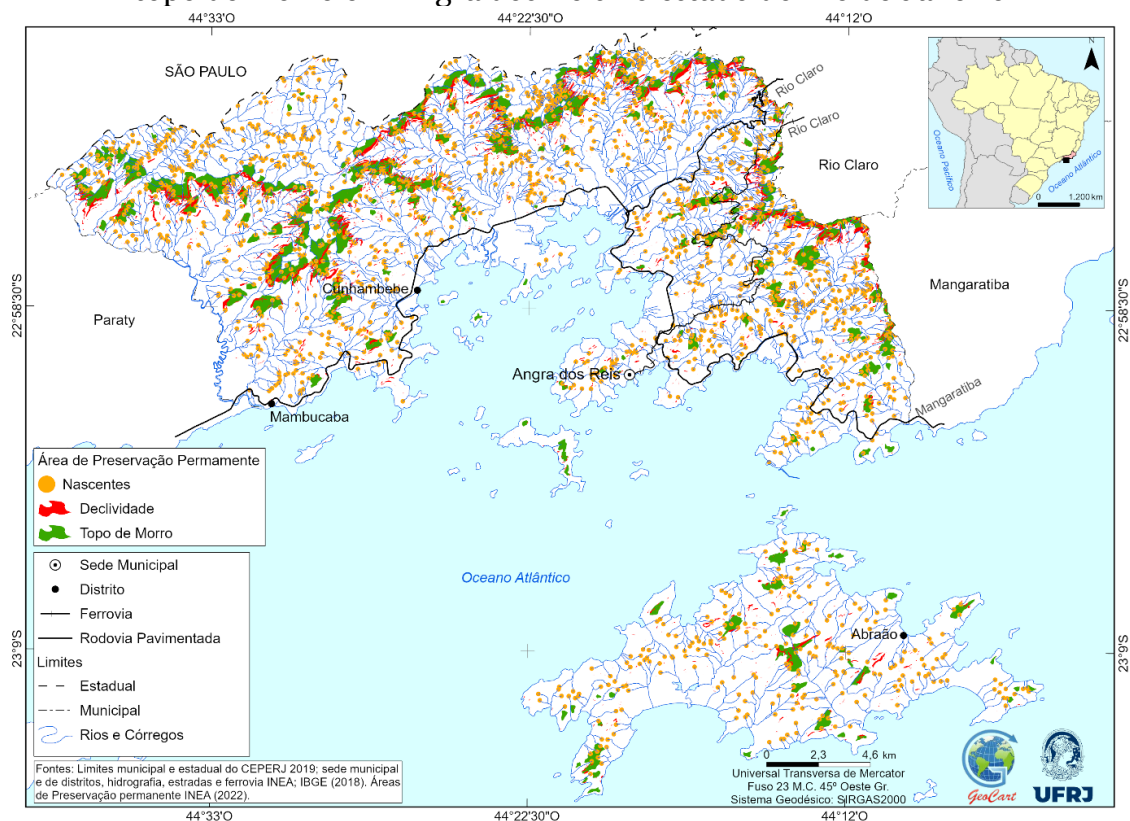
Fonte: o(s) autor(es) (2025).

O classificador adotado foi o SVM (*Support Vector Machine*), que é um algoritmo mais robusto contra ruídos, bandas correlacionadas e desigualdade no número de amostras de treinamento em cada classe (Jensen, 2015). Na etapa posterior à coleta de amostras e da etapa de classificação realizou-se a revisão visual e manual das possíveis confusões no processo de classificação, como exemplo, as áreas de sombra classificadas como água ou as áreas de mineração classificadas como áreas urbanizadas. Com a conclusão da etapa anterior, teve início o processo de definição da nomenclatura da legenda das classes do mapeamento, na qual foram definidos os níveis I e II, de acordo com as referências das seguintes publicações: *Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data* dos autores Anderson *et al.* (1976), o Manual do Uso da Terra e o Manual de Vegetação do Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística (2012; 2013), e Zaloti (2022). A etapa de validação da acurácia temática da classificação, utilizou como referência as imagens do *Google Earth*. Após a validação das imagens, os mapeamentos da cobertura e uso da terra obtiveram acurácia global de 97%, 98% e 96,2%, e índice Kappa de 89,4%, 93% e 88%, em 1985, 2001 e 2022. Utilizou-se aproximadamente 500 pontos de controle para cada ano, com amostras estratificadas aleatórias por classes. Os resultados da verificação de acurácia temática estão coerentes com as referências de qualidade de mapeamento verificadas na literatura (Adami; Moreira; Barros, 2011; Jensen, 2015).

As APPs de nascentes, topo de morro e declividade foram fornecidas pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) do estado do Rio de Janeiro, conforme ilustra a figura 4.

Figura 4 - Área de preservação permanente (APP) de nascentes, declividade e topo de morro em Angra dos Reis no estado do Rio de Janeiro

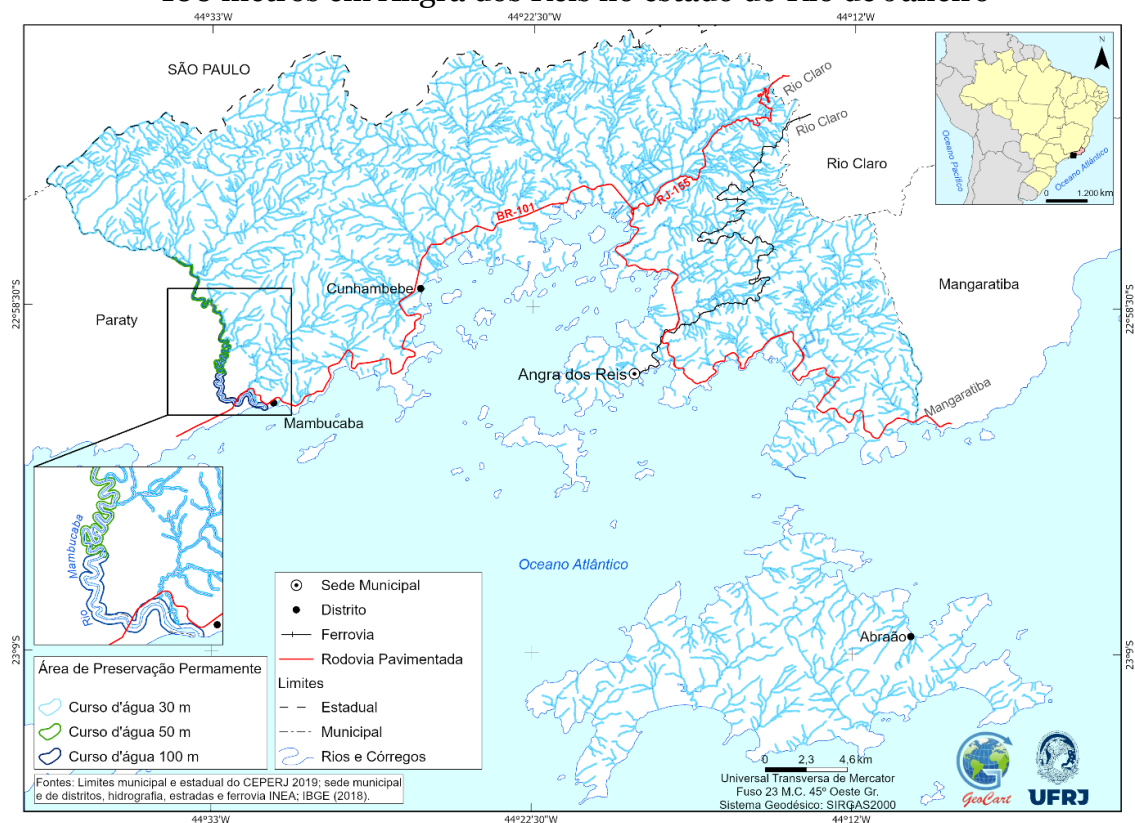


Fonte: Rio de Janeiro (2022).

As APPs de curso d'água 30, 50 e 100 metros foram elaboradas a partir do mapeamento da hidrografia do Projeto RJ 25 com o arquivo denominado BC25 Trecho Drenagem, com a ferramenta *Buffer* (Figura 5). O Rio Mambucaba abrangeu trechos de app de 50 e 100 metros devido a sua largura na escala 1:25.000. Adotou-se a definição de APPs de nascente, de curso d'água, de topo de morro e de declividade de acordo com a Lei nº12.651/2012:

as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente; as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica; as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive; no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação (Brasil, art. 4º, I, IV, V, IX, 2012).

Figura 5 - Área de preservação permanente (APP) de curso d'água de 30, 50 e 100 metros em Angra dos Reis no estado do Rio de Janeiro



Fonte: Rio de Janeiro (2018).

O conceito de nascente é complexo tanto na literatura quanto na legislação, pois depende de diversos fatores. Entre eles, destacam-se a pluviosidade (que pode variar em função do período chuvoso ou do período seco), a capacidade de recarga do lençol freático, a permeabilidade dos solos (na área de estudo predominam os neossolos, que são solos rasos), a forma da encosta (concava ou convexa), a orientação da encosta (maior ou menor incidência de radiação solar), o tipo da vegetação, e a escala de análise e de observação. Na literatura a nascente pode ser definida de diferentes formas: como “qualquer descarga natural de água superficial, grande o suficiente para fluir em um pequeno riacho” (Davis; Roger, 1966); como “o local onde o fluxo de águas subterrâneas é concentrado em zonas mais permeáveis dentro do leito rochoso” iniciando-se por meio da drenagem dando origem a canais (Summerfield, 1991); como “uma descarga (ou saída) de água da terra” (Sharp, 2007); e, ainda, como a “cabeceira de um rio, que geralmente não é um ponto e sim uma zona considerável da superfície terrestre” (Guerra, 1993).

No que diz respeito à legislação, a nascente é definida como “o local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea” também chamada de olho d’água (Brasil, 2002). Adicionalmente, é considerada uma Área de Proteção Permanente (APP), que “corresponde ao afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água” (Brasil, 2012). Em síntese, o conceito de nascente é complexo e apresenta uma dinâmica espacial que impõe limitações cartográficas a definição de seu local exato, uma vez que o ponto inicial de uma linha de drenagem nem sempre corresponde, necessariamente, a uma nascente. Nesse contexto, e considerando-se a escala de análise, o presente trabalho adota a concepção legal segundo a qual a nascente é o afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água, ou seja, será considerada nascente o ponto inicial de uma linha de drenagem.

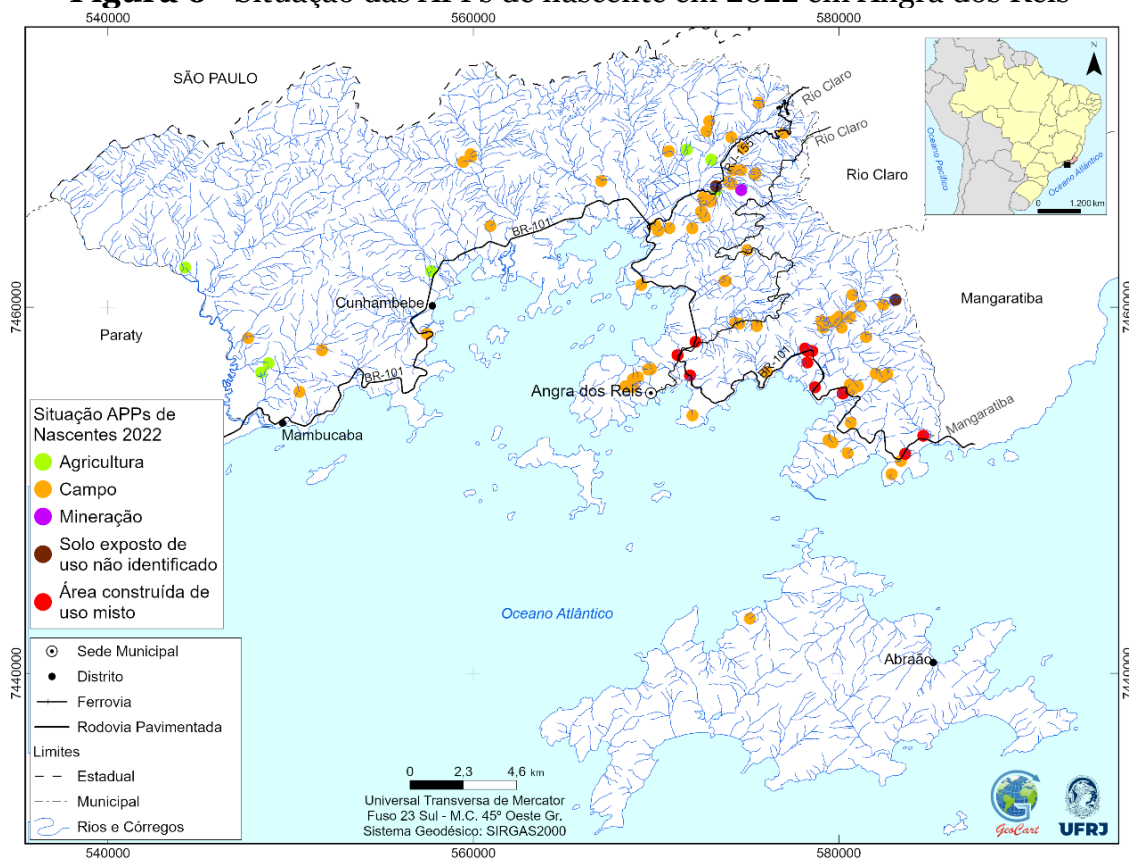
Por fim, o mapeamento da cobertura e uso da terra foi espacialmente recortado para abranger exclusivamente os limites das APPs, com o objetivo de verificar a distribuição da cobertura vegetal e o padrão de uso da terra. Todas as etapas para elaboração da cobertura e uso da terra, para validação da acurácia

temática e análises das APPs foram realizadas no *software ArcGIS Pro 3.4*. Todos os dados geospaciais foram elaborados na projeção Universal Transversa de Mercator fuso 23 Sul e sistema geodésico de referência SIRGAS 2000.

RESULTADOS

Com base nos resultados da análise de cobertura e uso da terra nas APPs, examinou-se a situação de cada APP de nascente para verificar a presença de vegetação remanescente. Foi observado que algumas APPs de nascente não possuíam mais vegetação em 2022, e que há uma predominância de APPs de nascente classificadas como formação campestre ou campo, seguidas pela classe de área construída de uso misto. Em menor proporção, identificaram-se APPs de nascente associadas às classes de mineração, solo exposto e agricultura (Figura 6).

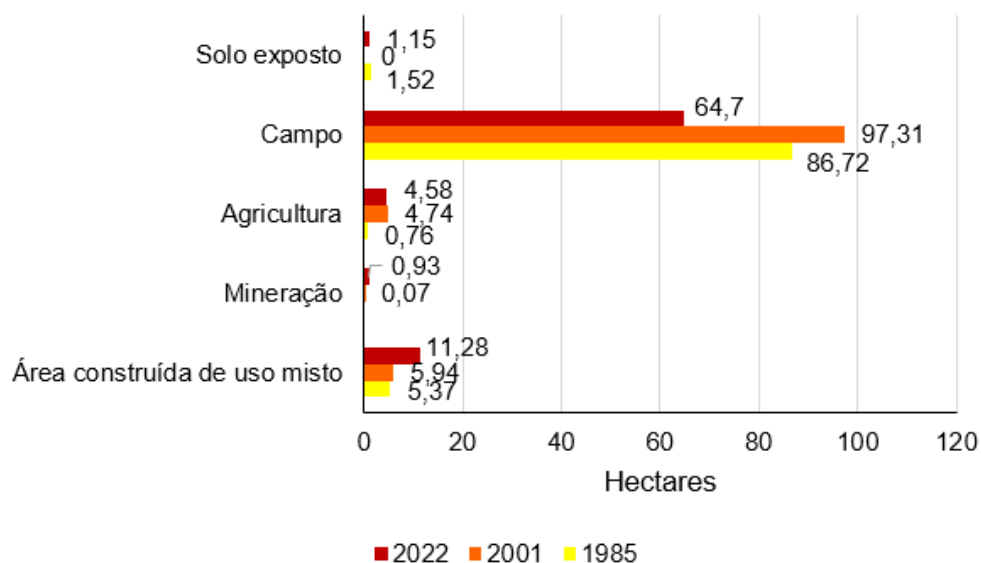
Figura 6 - Situação das APPs de nascente em 2022 em Angra dos Reis



Fonte: o(s) autor(es) (2025).

Na análise da transformação da cobertura e uso da terra nas APPs de nascentes nos anos de 1985, 2001 e 2022, observou-se uma redução na classe de floresta entre os anos de 1985 e 2001, passando de 1.296,66 hectares para 1.283,91 hectares, o que representa uma diminuição de 0,98%. Entre os anos de 2001 e 2022, essa classe apresentou um aumento de 1.283,91 hectares para 1.308,81 hectares, indicando um crescimento de 1,94%. Apesar do acréscimo na classe de floresta entre os anos de 2001 e 2022, verificou-se um aumento nas classes de área construída de uso misto e de mineração ao longo dos três recortes temporais analisados no estudo. Além disso, identificou-se uma expansão da classe de campo entre os anos de 1985 e 2001, de 86,72 hectares para 97,31 hectares, representando um acréscimo de 12,21%. No entanto, entre os anos de 2001 e 2022, essa classe sofreu uma redução de 97,31 hectares para 64,7 hectares, correspondendo a uma diminuição de 33,51% (Figura 7).

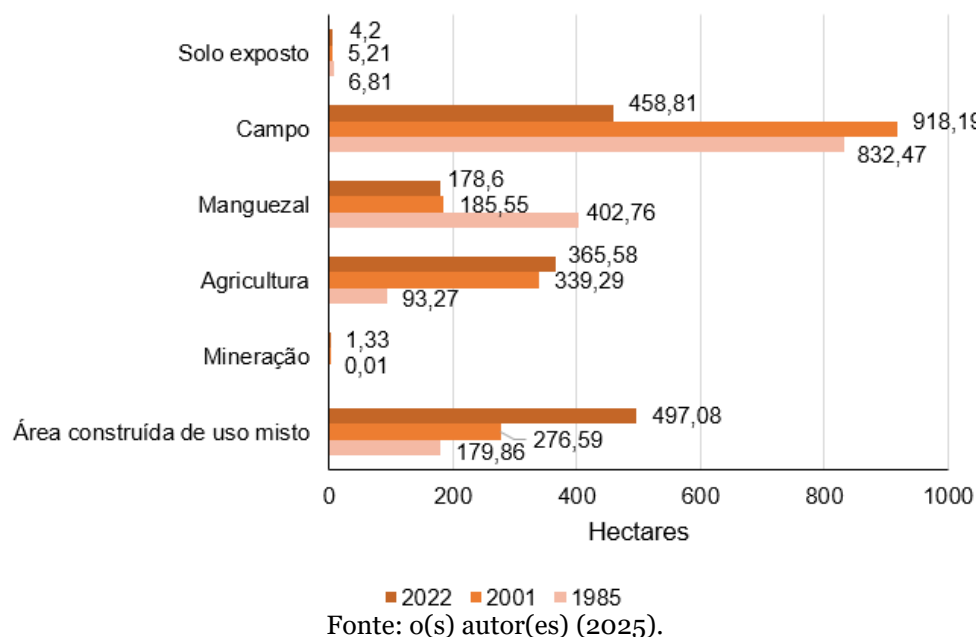
Figura 7 - Cobertura e uso da terra identificadas nas APPs de nascente em hectares nos anos de 1985, 2001 e 2022, Angra dos Reis



Nas APPs de curso d'água de 30 metros, uma das classes que apresentou maior aumento foi a área construída de uso misto, com crescimento de 53,78% entre os anos de 1985 e 2001 e de 79,72% entre os anos de 2001 e 2022. A classe de agricultura também registrou uma expansão significativa, aumentando 263,77% entre o primeiro período de 1985 e 2001 e 7,75% no segundo entre os

anos de 2001 e 2022. A classe de campo teve um acréscimo de 10,30% entre os anos de 1985 e 2001, mas sofreu uma redução de 50% entre os anos de 2001 e 2022. Já a classe de manguezal apresentou uma diminuição de 53,93% entre os anos de 1985 e 2001, seguida por uma nova redução de 3,75% entre os anos de 2001 e 2022 (Figura 8).

Figura 8 - Cobertura e uso da terra identificadas nas APPs de curso d'água de 30 metros em hectares nos anos de 1985, 2001 e 2022, Angra dos Reis

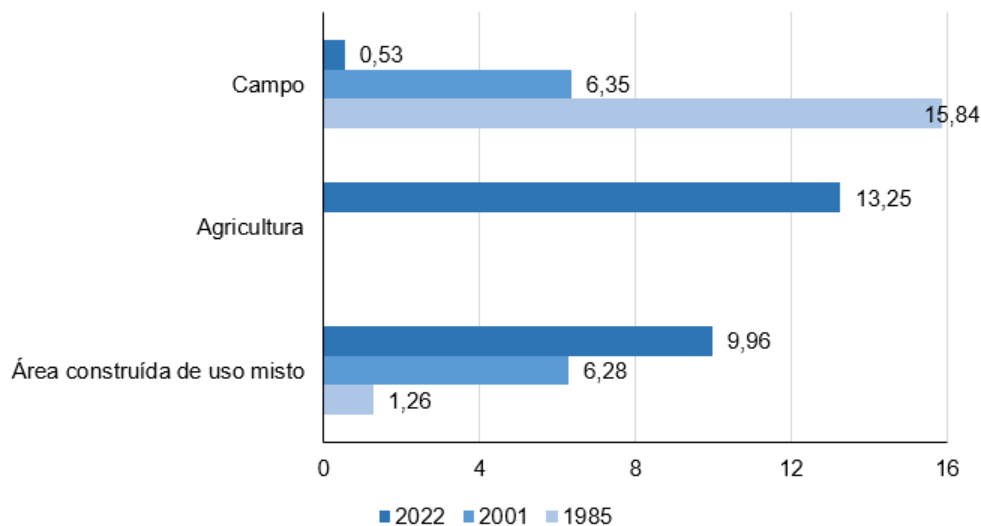


Apesar das transformações ocorridas nas APPs de curso d'água de 30 metros no período analisado, a classe de floresta ombrófila densa apresentou uma redução de 1,85% entre os anos 1985 e 2001, seguido de um acréscimo de 2,09% entre os anos de 2001 e 2022.

Na análise da APP de curso d'água de 50 metros, que abrange um trecho do rio Mambucaba, na região oeste do município, entre a divisa de Angra dos Reis e Paraty, observou-se um expressivo aumento na classe de área construída de uso misto, com crescimento de 398,41% entre os anos de 1985 e 2001 e de 58,60% entre os anos de 2001 e 2022. Além disso, a classe de agricultura surgiu apenas em 2022, o que refletiu na redução da classe de floresta, que diminuiu 17,19% entre os anos de 1985 e 2001 e 1,84% entre os anos de 2001 e 2022. A classe de

campo também apresentou queda significativa, com reduções de 59,91% no primeiro período e de 91,65% no segundo (Figura 9).

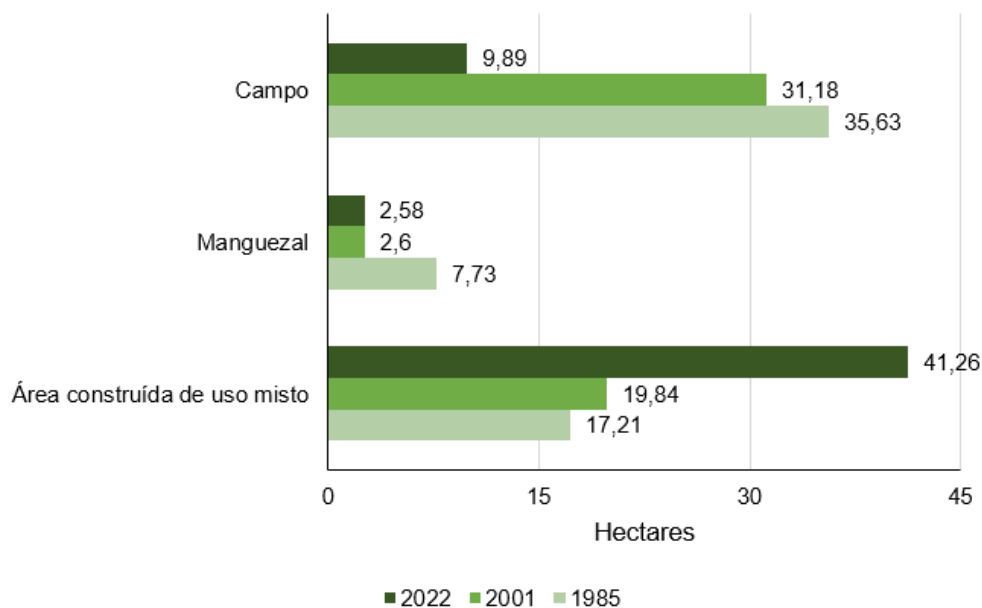
Figura 9 - Cobertura e uso da terra identificadas nas apps de curso d'água de 50 metros em hectares nos anos de 1985, 2001 e 2022, Angra dos Reis



Fonte: o(s) autor(es) (2025).

Nas APPs de curso d'água de 100 metros, também localizada em um trecho do rio Mambucaba, identificou-se a mesma tendência de ampliação da classe de área construída de uso misto de 15,28% entre os anos de 1985 e 2001, porém um acréscimo bem mais significativo de 107,96% entre os anos de 2001 e 2022. Além disso as classes de Manguezal e campo passaram por reduções de 66,36% e de 12,49%, respectivamente, entre os anos de 1985 e 2001, seguidas de uma nova diminuição de 0,77% e de 68,28% entre os anos de 2001 e 2022 (Figura 10).

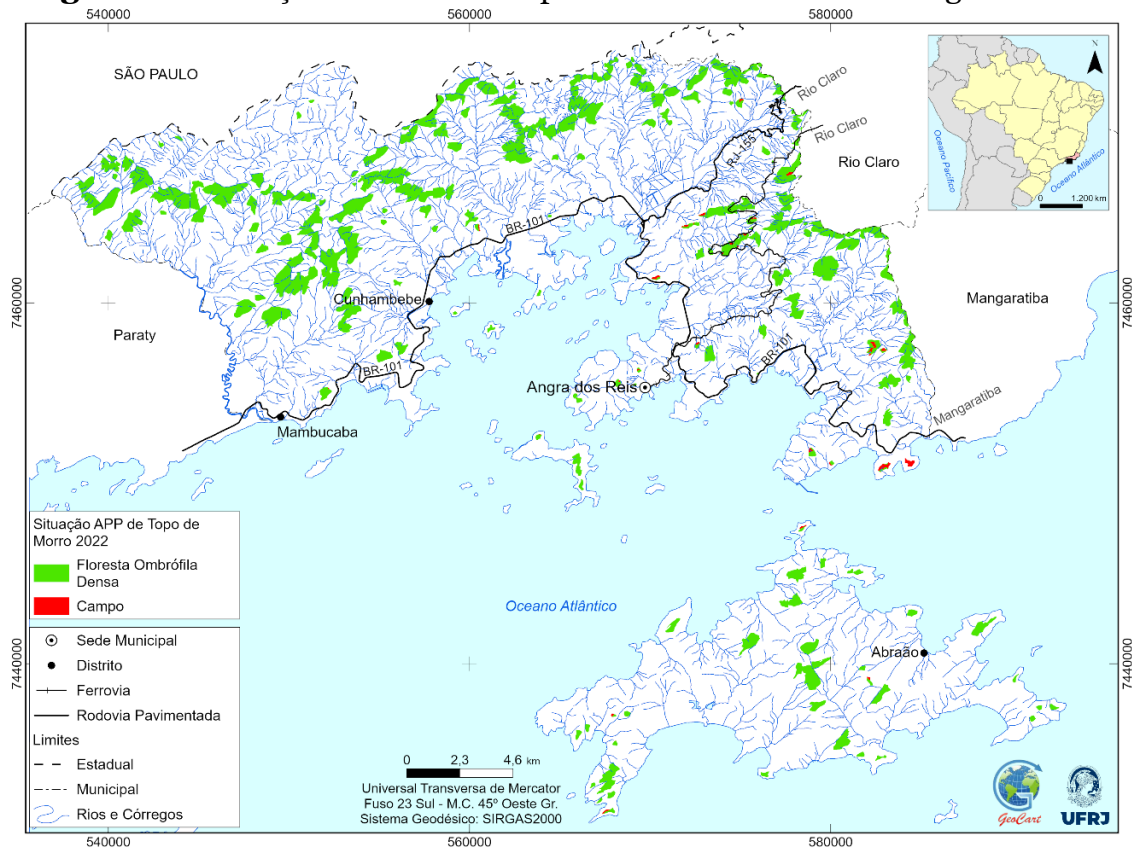
Figura 10 - Cobertura e uso da terra identificadas nas apps de curso d'água de 100 metros em hectares em nos anos de 1985, 2001 e 2022, Angra dos Reis



Fonte: o(s) autor(es) (2025).

Em relação às APPs de topo de morro, a análise da cobertura e do uso da terra permitiu avaliar a presença de vegetação remanescente. Observou-se que, em 2022, algumas dessas APPs já não possuíam mais cobertura vegetal. Identificou-se uma proporção significativa de APPs de topo de morro classificadas como remanescentes de floresta ombrófila densa, totalizando 7.673,09 hectares em 2022. Além disso, foram registradas APPs dessa categoria associadas à classe de campo, abrangendo uma área de 94,58 hectares (Figura 11).

Figura 11 - Situação das APPs de topo de morro em 2022 em Angra dos Reis

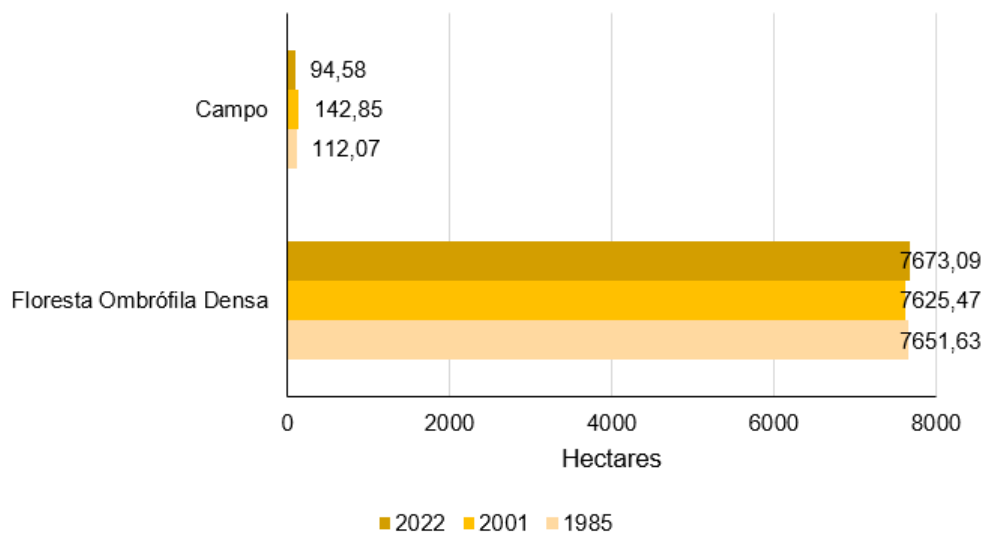


Fonte: o(s) autor(es) (2025).

A análise das mudanças na cobertura e no uso da terra nas APPs de topo de morro nos anos de 1985, 2001 e 2022 revelou variações significativas. Entre os anos de 1985 e 2001, a classe de floresta apresentou uma redução de 0,34%, enquanto entre os anos de 2001 e 2022 houve uma ampliação de 0,62%.

Conforme mencionado anteriormente, esse resultado pode ter sido influenciado pela implementação dos planos de manejo em unidades de conservação que abrangem o município na década de 2000. Por outro lado, a classe de campo registrou um aumento de 27,46% entre os anos de 1985 e 2001, seguido por uma redução de 33,79% no período de 2001 a 2022 (Figura 12).

Figura 12 - Cobertura e uso da terra identificadas nas apps de topo de morro em hectares nos anos de 1985, 2001 e 2022, Angra dos Reis



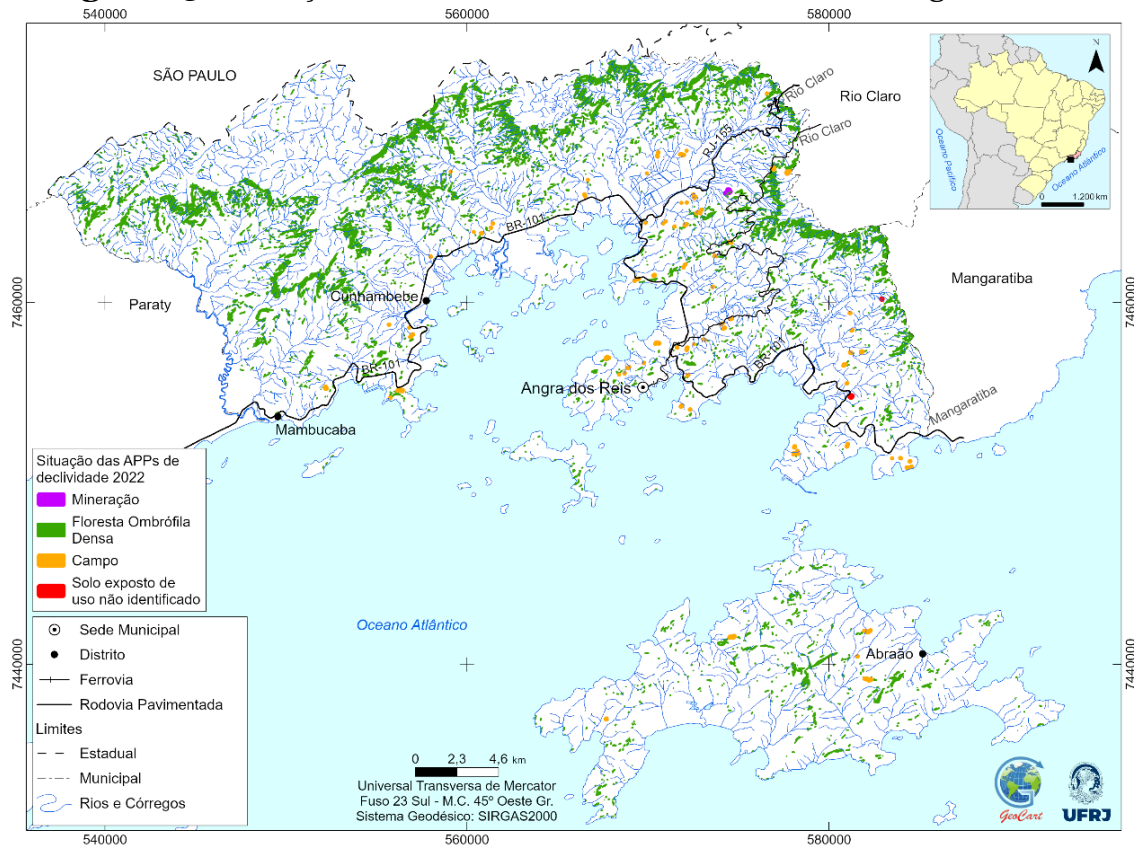
Fonte: o(s) autor(es) (2025).

A investigação da cobertura e do uso da terra em 2022 nas APPs de declividade permitiu verificar a presença de remanescentes de floresta ombrófila densa, totalizando 2.740,20 hectares em 2022. No entanto, também foram identificadas APPs dessa categoria classificadas como campo, mineração e solo exposto (Figura 13).

As mudanças na cobertura e no uso da terra nas APPs de declividade em 1985, 2001 e 2022 revelaram algumas alterações significativas. Entre os anos de 1985 e 2001, a classe de floresta apresentou uma redução de 0,04%, enquanto entre os anos de 2001 e 2022 houve um aumento de 0,43%. Como mencionado anteriormente, esse resultado pode ter sido influenciado pela implementação dos planos de manejo em unidades de conservação que abrangeram o município na década de 2000.

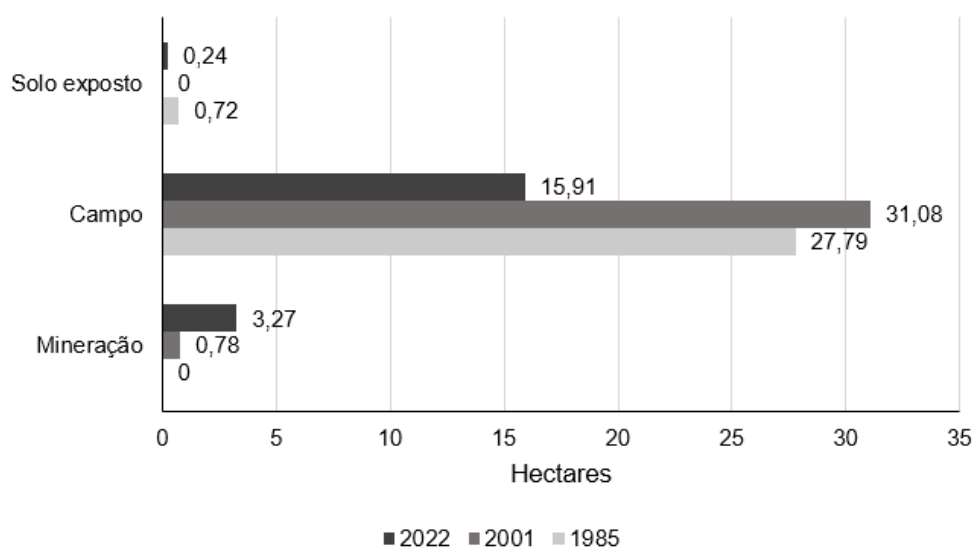
Por outro lado, a classe de mineração registrou um crescimento expressivo de 319,23% entre os anos de 2001 e 2022, sem ocorrência registrada em 1985. Já a classe de campo teve um aumento de 11,84% entre os anos de 1985 e 2001, seguido por uma redução de 48,81% entre os anos de 2001 e 2022 (Figura 14).

Figura 13 - Situação das APPs de declividade em 2022 em Angra dos Reis



Fonte: o(s) autor(es) (2025).

Figura 14 - Cobertura e uso da terra identificadas nas apps de declividade em hectares nos anos de 1985, 2001 e 2022, Angra dos Reis



Fonte: o(s) autor(es) (2025).

A presença de classes como área construída de uso misto, mineração, solo exposto e agricultura nas APPs de nascente exige um monitoramento criterioso. Esse diagnóstico possibilita a proposição de alternativas para o planejamento e a verificação em campo das condições dessas áreas. Os resultados da análise de cobertura e uso da terra nas APPs de curso d'água de 30 metros, nos anos de 1985, 2001 e 2022, evidenciam uma intensa dinâmica de ocupação no município, impulsionada, sobretudo, pela construção das usinas nucleares. Esse processo foi mais acentuado entre os anos de 1985 e 2001, tornando-se menos intenso entre os anos de 2001 e 2022. Além disso, a implementação de planos de manejo em unidades de conservação a partir dos anos 2000, como o Parque Nacional da Serra da Bocaina, criado em 2001, pode estar associada à redução da classe de campo e ampliação da classe de floresta ombrófila densa entre os anos de 2001 e 2022. Outro fator que pode ter contribuído para os resultados anteriores foi a criação da Lei nº 11.428/2006 que teve como principal objetivo a preservação dos remanescentes da Mata Atlântica no Brasil, que abrangeu todo o município de Angra dos Reis como uma área de floresta ombrófila densa. E também pelo Decreto nº 6.660 de 2008 que detalhou os tipos de vegetação protegidos pela lei da Mata Atlântica delimitados no mapa da área de aplicação da Lei nº 11.428/2006. Ainda assim, o aumento das classes de área construída e agricultura, juntamente com a redução da classe de manguezal nas APPs de curso d'água de 30 metros, exige uma análise criteriosa para minimizar alterações mais significativas na cobertura e no uso da terra nessas áreas, assim como a aplicação da legislação ambiental.

A dinâmica de ocupação do município, mais intensa entre os anos de 1985 e 2001 e menos acentuada entre os anos de 2001 e 2022, também se refletiu nos resultados da APPs de curso d'água de 50 metros, ainda que a classe de agricultura tenha surgido apenas em 2022. Nas APPs de curso d'água de 100 metros, os resultados evidenciaram uma maior intensidade nas expansões e retrações ocorridas entre os anos de 2001 e 2022. Essa dinâmica já se delineava desde a aprovação do projeto de loteamento do bairro Parque Mambucaba, na década de 1970, antecipando uma demanda de ocupação impulsionada tanto pela implantação da rodovia Rio-Santos quanto pela construção das usinas nucleares.

No entanto, foi nos últimos 21 anos que o bairro passou a contar com infraestrutura comercial e de serviços públicos e privados. Esse crescimento deve-se, em grande parte, ao fato de muitos trabalhadores e ex-trabalhadores envolvidos na construção das usinas Angra I e II terem escolhido fixar residência na região a partir dos anos 2000. Conforme identificado anteriormente, o município de Angra dos Reis experimentou um processo de ocupação mais intenso entre os anos de 1985 e 2001, seguido por uma desaceleração entre os anos de 2001 e 2022, com exceção do bairro Parque Mambucaba. Essa dinâmica também se refletiu nos resultados das APPs de topo de morro. A ocorrência das classes de campo, mineração e solo exposto nas APPs de declividade indica a necessidade de uma análise cuidadosa para evitar a expansão dessas classes.

Os resultados da análise de cobertura e uso da terra em 2022, referentes às Áreas de Preservação Permanente (APPs) de nascente, curso d'água, topo de morro e declividade, forneceram um diagnóstico detalhado dessas áreas, oferecendo subsídios para a definição de diretrizes de planejamento, gestão e monitoramento, com o objetivo de mitigar modificações na cobertura e uso da terra nas APPs.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A verificação da cobertura e do uso da terra nos anos de 1985, 2001 e 2022 permitiu analisar as transformações ocorridas nas APPs, identificando os períodos de maior intensidade dessas mudanças e refletindo a dinâmica territorial do município. Cabe destacar como os resultados apresentados acerca da situação das APPs de curso d'água em 30 metros reforçam a discussão do incremento das ocupações na região, motivado inclusive pela construção e inauguração das usinas Angra I e II na localidade nesse período. Observa-se que esse tipo de APP tem a peculiaridade de espalhar-se por toda a área do município de maneira mais ou menos proporcional, apesar de obviamente irregular, tratando-se de trechos de drenagem, e assim, o mapeamento gerado pode ser considerado uma boa representação do município de Angra dos Reis, em certa medida, para além dos limites quanto à ocupação do espaço e ao uso da terra impostos pela topologia.

De forma oposta, as áreas de preservação permanente de topos de morro apresentaram menores variações ao longo do período observado, também com existência de menos classes de uso da terra, onde predominou a floresta ombrófila densa com pequenas ocorrências da classe de campo. Para além da natureza da legislação ambiental brasileira no tocante a áreas preservadas, o fato também é influenciado pelo relevo como dificultador da intervenção humana. Considerando os resultados apresentados, as metodologias de mapeamento, de validação e de análise dos dados de cobertura e uso da terra mostraram-se satisfatórias e adequadas ao escopo da pesquisa, bem como à escala geográfica da área de estudo, evidenciado pela correlação da evolução observada das classes e sua relação com as mudanças e os processos socioespaciais ocorridos no município de Angra dos Reis, justificando também a adoção da série temporal observada.

Dessa forma, o objetivo do presente artigo foi alcançado a partir da análise da dinâmica da paisagem em 1985, 2001 e 2022, no contexto das áreas protegidas aqui investigadas. Ressalta-se que o uso de ferramentas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto mostrou-se uma abordagem eficaz para o mapeamento e a análise das mudanças na cobertura e uso da terra em APPs, evidenciando seu potencial para subsidiar políticas públicas voltadas à conservação desses territórios, bem como para a efetiva aplicação da legislação ambiental, especialmente a Lei nº 12.651/2012, a Lei nº 11.428/2006 e o Decreto nº 6.660/2008.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, M.; MOREIRA, M. A.; BARROS, M. A. Apêndice A Confiabilidade do mapeamento. In: MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011.
- ANDERSON, J. R.; HARDY, E. E.; ROACH, J.T.; WITMER, R. E. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data. Virgínia: **Geological Survey Professional Paper**, 1976. Disponível em <https://pubs.usgs.gov/pp/0964/report.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- ANDRADE, A. de S.; AMARAL RIBEIRO, S. C.; PEREIRA, B. W. F.; BEZERRA, P. E. S.; BRANDÃO, V. V. P. Conflito de uso do solo em Áreas de Preservação

Permanente da Bacia Hidrográfica do rio Marapanim, nordeste do Pará.

Revista Ciência e Natura, Santa Maria, v. 43, n. 20, 2021. DOI:

<https://doi.org/10.5902/2179460X43036>. Acesso em: 10 fev. 2025.

ANGRA DOS REIS. Lei n. 1.888, de 20 de dezembro de 2007. Cria a Área de Proteção Ambiental - APA da Bacia Hidrográfica do Rio Japuíba e dá outras providências. **Diário Oficial** [dos] municípios do Estado do Rio de Janeiro, Angra dos Reis, RJ, 20 dez. 2007. Disponível em:

<https://camaraangra.siscam.com.br/Arquivos//NormaJuridica/LeiOrdinaria/2007/0701888.html>. Acesso em: 05 out. 2024.

ANGRA DOS REIS. Lei n. 10.760, de 26 de dezembro de 2017. Cria o Parque Natural Municipal da Mata Atlântica. **Diário Oficial** [dos] municípios do Estado do Rio de Janeiro, Angra dos Reis, RJ, 28 dez. 2017. Disponível em:

<https://angra.rj.gov.br/pmar/assets/files/boletins/BO-848-em-28-12-17-min.pdf>. Acesso em: 05 out. 2024.

ANGRA DOS REIS. Lei n. 10.776, de 09 de janeiro de 2018. Cria a área de proteção paisagística das localidades Sapinhatubas 1, 2 e 3, Camorim pequeno, Camorim e Ponta da cidade e dá outras providências. **Diário Oficial** [dos] municípios do Estado do Rio de Janeiro, Angra dos Reis, RJ, 09 jan. 2018. Disponível em:

<https://www.angra.rj.gov.br/pmar/assets/files/boletins/BO-853-em-09-01-18-min.pdf>. Acesso em: 05 out. 2024.

BRASIL. Decreto de n. 68.172, de 04 de fevereiro de 1971. Cria o Parque Nacional da Serra da Bocaina e dá outras providências. **Diário Oficial** [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 05 fev. 1971. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d68172.htm. Acesso em: 03 out. 2024.

BRASIL. Decreto de n. 98.864, de 23 de janeiro de 1990. Cria a - Estação Ecológica de Tamoios, e dá outras providências. **Diário Oficial** [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 jan. 1990. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d98864.htm.

Acesso em: 03 out. 2024.

BRASIL. Lei de n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial** [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 dez. 2006. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm.

Acesso em: 22 mar. 2025.

BRASIL. Decreto de n. 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. **Diário Oficial** [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 nov. 2008.

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm. Acesso em: 22 mar. 2025.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial** [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 mai. 2012. p. 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 22 fev. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Carta de padrões de relevo: município de Angra dos Reis**. Rio de Janeiro: CPRM, 2019. Escala 1:100.000. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21425>. Acesso em: 10 jan. 2025.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Ministério do Meio Ambiente, 2002. Disponível em https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=18409. Acesso em: 27 mai. 2025.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 1. ed. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

DAVIS, S. N.; ROGER, J. M. **Hydrogeology**: New York: John Wiley and Sons, 1966.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. ed. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2011.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-home?view=detalhes&id=223450>. Acesso em: 27 mai. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Evolução da divisão territorial do Brasil 1872-2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15771-evolucao-da-divisao-territorial-do-brasil.html>. Acesso em: 07 maio 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Panorama. População. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/angra-dos-reis/panorama>. Acesso em: 10 out. 2024.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos**. Precipitação – 1987 a 2022. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 19 jan. 2024.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. 2. ed. São José dos Campos: Ed. Parêntese, 2009.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing**: a remote sensing perspective. 4. ed. Glenview, Illinois: Pearson, 2015.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. 3. ed. São Paulo: Ed. Blucher, 2010.

PAGANI, C. H. P.; MANIESI, V. Geotecnologias Aplicadas na Análise da Cobertura Vegetal em Áreas de Preservação Permanente urbanas de Jarú, Rondônia. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 3, p. 54-63, 2018. DOI: https://doi.org/10.11137/2018_3_54_63. Disponível em <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/29507>. Acesso em: 20 jan. 2025.

RIO DE JANEIRO. Decreto n. 15.273, de 26 de junho de 1971. Cria o Parque Estadual da Ilha Grande. **Diário Oficial** [do] Estado Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/biodiversidade-territorio/conheca-as-unidades-de-conservacao/parque-estadual-da-ilha-grande>. Acesso em: 15 out. 2024.

RIO DE JANEIRO. Decreto n. 4.972, de 02 de dezembro de 1981. Cria a Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, na Ilha Grande. **Diário Oficial** [do] Estado Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/biodiversidade-territorio/conheca-as-unidades-de-conservacao/reserva-biologica-estadual-da-praia-do-sul>. Acesso em: 15 out. 2024.

RIO DE JANEIRO. Decreto n. 9.452 de 05 de dezembro de 1986. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental de Tamoios (APA-TAMOIOS), no Município de Angra dos Reis. **Diário Oficial** [do] Estado Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 05 dez. 1986. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/biodiversidade-territorio/conheca-as-unidades-de-conservacao/apa-de-tamoios/>. Acesso em: 15 out. 2024.

RIO DE JANEIRO. Decreto n. 15.983 de 27 de novembro de 1990. Cria o Parque Estadual Marinho do Aventureiro. **Diário Oficial** [do] Estado Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 28 nov. 1990. Disponível em:

<https://leisestaduais.com.br/rj/decreto-n-15983-1990-rio-de-janeiro-cria-o-parque-estadual-marinho-do-aventureiro>. Acesso em: 15 out. 2024.

RIO DE JANEIRO. Decreto n. 41.358 de 13 de junho de 2008. Cria o Parque Estadual de Cunhambebe e dá outras providências. **Diário Oficial** [do] Estado Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 13 jun. 2008. Disponível em:

<https://www.inea.rj.gov.br/biodiversidade-territorio/conheca-as-unidades-de-conservacao/parque-estadual-cunhambebe/>. Acesso em: 15 out. 2024.

SANTOS, S. D.; RABBANI, A. R. C.; DA SILVA, L. T.; CREPALDI, M. O. S. Análise espacial da vegetação nativa em áreas de preservação permanente e de reserva legal e suas implicações legais, na bacia do rio Buranhém, nos estados de Minas Gerais e Bahia. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 22, n. 84, p. 200-214, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG228457030>. Disponível em

<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/57030>.

Acesso em: 15 jan. 2025.

SHARP, J. M., **A Glossary of Hydrogeological Terms**. Department of Geological Sciences, The University of Texas: Austin, Texas, 2007. Disponível em: <https://www.geo.utexas.edu/faculty/jmsharp/sharp-glossary.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2025.

SUMMERFIELD, M. A. **Global geomorphology**: an introduction to the study of landforms. New York: Longman Scientific & Technical, 1991.

ZALOTI, F. A. **Via Metropolitana**: dinâmica da cobertura e uso da terra após implantação em Lauro de Freitas, Camaçari e Salvador – Bahia, Brasil. 2022. 261 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Recebido em 24 de junho de 2025

Aceito em 29 de outubro de 2025

Financiamento: Os autores declaram o recebimento de bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em nível de doutorado (nº do fomento: 141206).

Conflito de interesses: Os autores declaram que não há conflito de interesses na tramitação deste manuscrito no processo editorial.

Disponibilidade de dados: O manuscrito não possui dados de pesquisa a serem compartilhados.

Editores responsáveis:

Leandro Di Genova Barberio 

Rodrigo Agostinho da Silva Campos 

João Lucas Soares Silva 

Murilo Henrique Rodrigues de Oliveira 

Contribuição das autorias:

Fábia Antunes Zaloti: Concepção, curadoria dos dados, análise formal, investigação, metodologia, redação - rascunho original e edição.

Gabriel de Oliveira Alves: Concepção, curadoria dos dados, análise formal, investigação, metodologia, redação - rascunho original e edição.

Fábio da Silva Lima: Concepção, curadoria dos dados, análise formal, investigação, metodologia, redação - rascunho original e edição.

Paulo Márcio Leal de Menezes: Concepção, curadoria dos dados, análise formal, investigação, supervisão, validação, redação – revisão.

Manoel do Couto Fernandes: Concepção, curadoria dos dados, análise formal, investigação, supervisão, validação, redação – revisão.