

Avaliação das Transformações na Cobertura e Uso da Terra em Angra dos Reis em 1985, 2001 e 2022

Assessment of Transformations in Land Cover and Land Use in Angra dos Reis in 1985, 2001 e 2022

Fábيا Antunes Zalotiⁱ

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brasil

Paulo Márcio Leal de Menezesⁱⁱ

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brasil

Resumo: A construção da BR-101, ou rodovia Rio-Santos, durante a década de 1970, e a inauguração das usinas nucleares Angra I e II (1985 e 2001), foram eventos que impulsionaram a expansão urbana em Angra dos Reis. Dentro deste contexto, o presente artigo se propõe a estudar as mudanças na cobertura e uso da terra, empregando o processamento digital de imagens Landsat em 1985, 2001 e 2022, em Angra dos Reis, nas comunidades e favelas, e unidades de conservação. Os resultados obtidos no município revelam que, embora a área de Floresta Ombrófila Densa tenha aumentado em 1,49%, a área urbanizada registrou um acréscimo de 149,33%, entre 1985 e 2022. Nas áreas de favelas, a urbanização expandiu-se em 273,49%, enquanto a cobertura vegetal diminuiu em 52,12%. Nas unidades de conservação, as classes de área urbanizada e Floresta Ombrófila Densa aumentaram, enquanto a classe de campo limpo diminuiu.

Palavras-chave: Unidades de Conservação; Favelas; Terra Indígena; Sensoriamento Remoto.

Abstract: The construction of BR-101, also known as the Rio-Santos highway, during the 1970s, and the inauguration of the Angra I and II nuclear power plants (in 1985 and 2001, respectively), were events that drove urban expansion in Angra dos Reis. Within this context, this article aims to study changes in land cover and land use, employing Landsat digital image processing from 1985, 2001, and 2022, in Angra dos Reis, including communities e favelas, and conservation units. The results obtained in the municipality reveal that, while the area of Tropical Rainforest increased by 1.49%, the urbanized area experienced a growth of 149.33% between 1985 and 2022. In favela areas, urbanization expanded by 273.49%, while the coverage of Tropical Rainforest decreased

ⁱ Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia. fabia.zaloti@gmail.com.
<https://orcid.org/0000-0003-1568-4823>

ⁱⁱ Professor Titular, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. pmenezes@igeo.ufrj.br.
<https://orcid.org/0000-0001-7049-7081>

by 52.12%. In conservation units, the classes of urbanized area and Tropical Rainforest increased, while the class of herbaceous rangeland decreased.

Keywords: Conservation Units; Slum; Indigenous Land; Remote Sensing.

Introdução

O ritmo e intensidade das modificações humanas na superfície terrestre não tem precedentes na história da humanidade. Consequentemente, os dados sobre a cobertura e uso da terra são fundamentais para as questões da Agenda 21 das Nações Unidas, como o combate ao desmatamento, gestão sustentável do crescimento dos assentamentos humanos e proteção da qualidade e do abastecimento de recursos hídricos. Dada a extensão dos impactos humanos na paisagem, é essencial estabelecer conjuntos de dados para avaliar as mudanças na cobertura e uso da terra (JENSEN, 2015). Segundo Di Gregorio e Jansen (2000) e Di Gregorio (2016) a cobertura e uso da terra descrevem a superfície terrestre, a cobertura vegetal e as atividades humanas e, também, um indicador de intervenções humanas na superfície. Destacam, ainda, a importância dos estudos da cobertura e uso da terra ao longo dos anos para compreensão da dinâmica da natureza e da sociedade e acrescentam que a cobertura e uso da terra representam a interação de elementos dos recursos naturais e da sociedade. A cobertura e uso da terra auxiliam na compreensão e na análise dos recursos naturais para o planejamento do uso e preservação de áreas de interesse ambiental (DI GREGORIO, JANSEN, 2000). Muitos estudos foram desenvolvidos para avaliar a cobertura e o uso da terra em níveis internacional e nacional, com destaque para as pesquisas na Amazônia. Um dos estudos mais conhecidos nacionalmente abordou a relação entre a acessibilidade, decorrente da implantação de vias, e a alteração da cobertura e uso da terra. Esse estudo constatou o intenso desenvolvimento de vias na região central de Rondônia, no Brasil, resultando em um padrão espacial conhecido como “espinha de peixe” nas áreas onde foram implantadas redes viárias. Esse desenvolvimento levou a um desmatamento de 35% entre os anos de 1985 e 1995 na região estudada (ALVES, 2010).

O município de Angra dos Reis teve sua história moldada pela intensa produção de cana-de-açúcar, café, banana e pescados ao longo do século XVIII, tornando-se uma rota crucial para o escoamento desses produtos, com seu porto classificado como o segundo mais movimentado do Brasil em 1864. Contudo, o ritmo econômico da região começou a declinar com a redução da produção de cana-de-açúcar e café, bem como com a chegada da ferrovia de São Paulo e, mais tarde, com a promulgação da lei de abolição da escravatura em 1888 (IBGE, 1958). A mudança nos fluxos de produção e a escassez de mão de obra agrícola mergulharam o município em uma crise econômica, minando seu potencial produtivo. Somente com a implementação do ramal ferroviário que conectou Angra dos Reis aos estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás em 1928, juntamente com a construção e expansão do porto em 1930, é que novas perspectivas de desenvolvimento social, industrial, comercial e agrícola começaram a surgir para a região (IBGE, 1958). A construção da BR-101 ou rodovia Rio-Santos, na década de 1970, desempenhou um papel crucial ao melhorar o acesso ao município e abrir novas oportunidades para o desenvolvimento econômico (PASCOAL, 2010).

Na década de 1950, outro elemento crucial para o crescimento de Angra dos Reis foi a construção e estabelecimento do estaleiro Verolme e do Colégio Naval, impulsionados pela política desenvolvimentista do presidente Juscelino Kubitschek. Esses empreendimentos não apenas estimularam o crescimento populacional e comercial da região, mas também marcaram o surgimento do setor industrial na economia estadual. Além disso, a inauguração da usina nuclear Angra I em 1985 ilustra um período de modernização no Brasil, destacando o papel crescente da ciência e da tecnologia no cenário nacional (IBGE, 1958; PASCOAL, 2010). Esse marco representou não somente um avanço significativo na matriz energética do país, mas também incentivou investimentos em pesquisa e desenvolvimento, refletindo uma abordagem progressista em relação ao progresso tecnológico. Em 2001, foi inaugurada a usina nuclear Angra II (ROCHA, 2005; PASCOAL, 2010). Os impactos locais da implantação das duas usinas foram significativos: fluxos de mão de obra que não encontraram realocação após o término da construção, alterações no meio ambiente decorrentes da ocupação desordenada e a complexidade enfrentada pelas autoridades municipais para suprir as necessidades locais. O aumento do desemprego desencadeou um processo de ocupação desordenada, contribuindo para a favelização em áreas vulneráveis a deslizamentos (ROCHA, 2005).

A expansão urbana em Angra dos Reis ocorre ao longo da BR-101, a qual serve como conexão entre as áreas urbanas, e também ao longo das encostas (SOMBRA, 2018). O Plano Diretor de 1991 estabeleceu que não seriam permitidas quaisquer construções acima da cota altimétrica de 60 metros. Em 2009, na Lei de Uso e Ocupação do Solo do município, ficou determinado que não seriam permitidas edificações em terrenos insulares acima da cota altimétrica de 40 metros, em terrenos com declividade igual ou superior a 100% (cem por cento) ou 45° (quarenta e cinco graus), e nas ZIAP (Zonas de Interesse Ambiental de Proteção). Nesse contexto, torna-se essencial o monitoramento das transformações na cobertura e uso da terra no município. Outro aspecto relevante é a expansão urbana em áreas consideradas como favelas, geralmente localizadas em regiões de risco, essas áreas cresceram consideravelmente durante o processo de ocupação desordenada observado no município após a conclusão da construção das usinas nucleares em 1985 e 2001. Considerou-se como favela as áreas urbanas caracterizadas por habitações precárias, geralmente ocupações de forma irregular e sem planejamento urbano adequado em encostas sujeitas a deslizamentos (ROCHA, 2005). Diante desse cenário, como ocorreram as mudanças na cobertura e uso da terra no município, nas áreas de favelas e nas unidades de conservações? Quais foram os maiores acréscimos e reduções na cobertura e uso da terra? Nesse sentido, a finalidade do estudo foi avaliar a dinâmica da cobertura e uso da terra através da análise temporal das modificações na paisagem, a partir do processamento digital de imagens Landsat em 1985, 2001 e 2022.

Área de Estudo

A sede municipal de Angra dos Reis está localizada nas coordenadas geográficas 23°00'33" latitude Sul e 44°18'57" longitude Oeste de Greenwich. O município encontra-se ao sul do estado do Rio de Janeiro na região da Costa Verde. Angra dos Reis contempla

diversas unidades de conservação, porém para este estudo foram selecionadas algumas unidades, terra indígena e as comunidades e favelas, conforme ilustra a Figura 1.

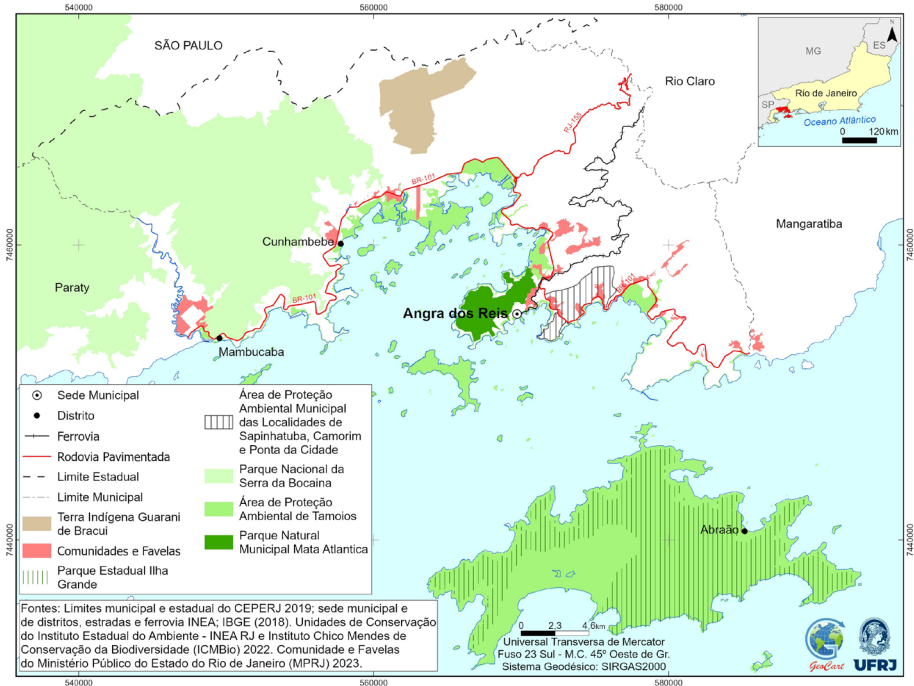


Figura 1 – Angra dos Reis, as unidades de conservação, a terra indígena e as favelas.
Fonte: Rio de Janeiro (2018; 2022; 2023).

O município em questão experimentou diversas transformações econômicas, que tiveram um impacto significativo no aumento das áreas urbanizadas e, conseqüentemente, na expansão da população. Apesar de ter havido um declínio no número de habitantes no passado, resultante da decadência da indústria açucareira e cafeeira entre 1872 e 1940, o município voltou a crescer. No entanto, recentemente, observou-se um pequeno decréscimo na população, possivelmente relacionado aos impactos da pandemia de COVID-19 (IBGE, 1958; 2022). A população registrou uma redução de 1,23% entre 2010 e 2022, mas apresentou um aumento de 189% desde 1980 até 2022, período da análise da cobertura e uso da terra (Figura 2) (IBGE, 2011; 2022).

Angra dos Reis é composta por diversas fitofisionomias, predominantemente formações florestais, mas também inclui manguezais, restingas, áreas cultivadas e formações campestres (CIDE, 1998). A precipitação em Angra dos Reis varia ao longo do ano, concentrando-se nos meses mais quentes, como primavera, verão e outono, enquanto os meses de inverno são menos chuvosos (INMET, 2024) (Figura 3).

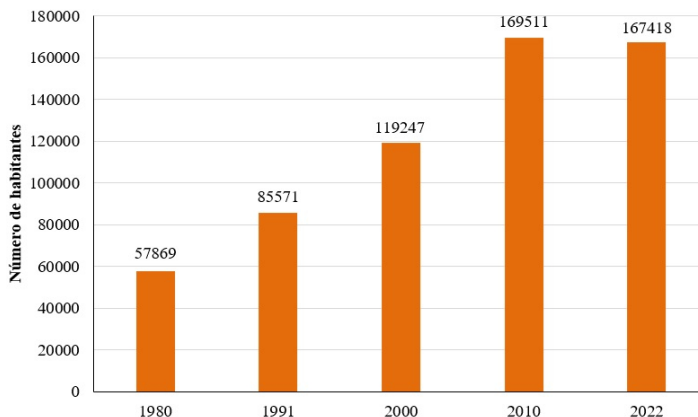


Figura 2 – Crescimento populacional entre 1980 a 2022, em Angra dos Reis
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011; 2022).

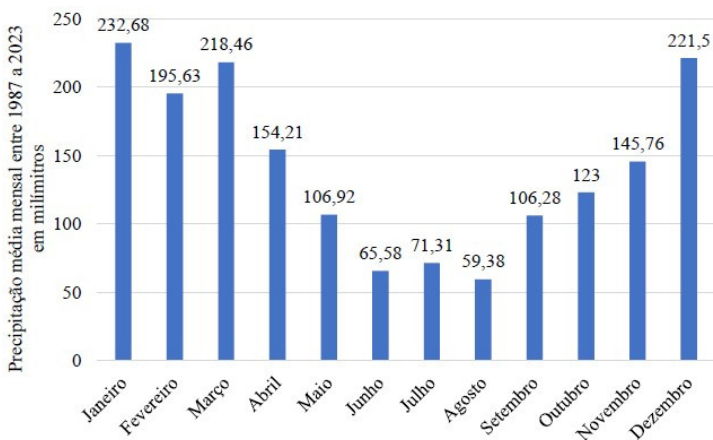


Figura 3 – Precipitação média mensal entre 1987 a 2023, em Angra dos Reis.
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2024).

Nesse panorama, as transformações na paisagem são mais restritivas devido ao caráter de conservação e preservação que o território do município deve observar.

Metodologia

O mapeamento da cobertura e uso da terra foi realizado a partir do processamento digital de imagens do satélite Landsat, fornecidas pela *United States Geological Survey*, ortorretificadas, e no formato GEOTIF. A seleção das datas das imagens foi realizada na mesma estação do ano, o inverno, a fim de minimizar possíveis discrepâncias entre os

alvos mapeados nos anos considerados. A seleção dos anos de 1985 e 2001 se justifica pela implantação das usinas nucleares Angra I e II, que estimularam as modificações na paisagem do município. Optou-se por utilizar as imagens Landsat devido a maiores disponibilidades de imagens com séries temporais da década 1980 e 2000. O Quadro 1 apresenta os satélites, datas, bandas e faixas do espectro eletromagnético das imagens de satélite utilizadas para este estudo.

Quadro 1 – Satélites, datas, bandas e faixa do espectro eletromagnético utilizados no mapeamento da cobertura e uso da terra

Satélites	Data	Bandas	Faixas
Landsat TM 5	27/07/1985	1, 2, 3, 4, 5 e 7	Blue, Green, Red, NIR, SWIR 1 e 2
Landsat ETM+ 7	15/07/2001	1, 2, 3, 4, 5 e 7	Blue, Green, Red, NIR, SWIR 1 e 2
Landsat OLI 9	23/06/2022	2, 3, 4, 5, 6 e 7	Blue, Green, Red, NIR, SWIR 1 e 2

Fonte: Os autores, 2024.

Para elaborar o mapeamento da cobertura e uso da terra, adotou-se a classificação supervisionada, com coleta de amostras de treinamento, em média de 6 a 8 amostras para cada classe, na tentativa de gerar amostras de cada classe de forma mais igualitária e distribuída (JENSEN, 2015). Esse método visa definir as classes a serem mapeadas *a priori*, através da seleção das amostras das classes do mapeamento pelo analista antes da classificação (NOVO, 2010; FLORENZANO, 2011; JENSEN, 2015). O classificador utilizado foi o SVM (*Support Vector Machine*), que adota arquivos matriciais segmentados, e é mais robusto contra ruídos, bandas correlacionadas e desequilíbrio no número de amostras de treinamento em cada classe (JENSEN, 2015). Após a coleta de amostras, realizou-se a classificação e revisão visual e manual das possíveis confusões no processo, como, por exemplo, sombra classificada como água ou mineração classificada como área urbanizada. Nessa etapa de revisão, foram utilizadas composições coloridas com as bandas do infravermelho próximo, vermelho e verde, além das bandas do vermelho, verde e azul, que destacaram mais as áreas de cobertura vegetal, relevo, solo exposto, pastagens e áreas construídas (FLORENZANO, 2011).

Para validar a acurácia temática da classificação, utilizou-se como referência o Google Earth. Os mapeamentos da cobertura e uso da terra apresentaram acurácia global de 97%, 98% e 96,2%, e índice Kappa de 89,4%, 93% e 88%, respectivamente, nos anos de 1985, 2001 e 2022. Foram considerados aproximadamente 500 pontos para cada ano, utilizando-se amostras estratificadas aleatórias por classes. Os resultados da validação de acurácia temática estão coerentes com as referências de qualidade de mapeamento verificadas na literatura (ADAMI; MOREIRA; BARROS, 2011; JENSEN, 2015). Em relação aos erros de omissão e comissão podemos observar os valores de todas as classes na Tabela 1.

Tabela 1 – Erros de omissão e comissão das classes de cobertura e uso da terra mapeadas em 1985, 2001 e 2022, em Angra dos Reis, Rio de Janeiro

Classes	2022		2001		1985	
	Erro de omissão	Erro de comissão	Erro de omissão	Erro de comissão	Erro de omissão	Erro de comissão
Floresta Ombrófila Densa	1,39%	2,52%	0,47%	0,93%	0,48%	2,56%
Manguezal/Restinga	36,36%	0,00%	0,00%	5,26%	11,76%	6,25%
Campo/Agricultura	12,50%	5,41%	12,73%	5,88%	15,38%	6,38%
Área urbanizada	3,70%	18,75%	0,00%	10,53%	0,00%	9,52%
Solo exposto de uso não identificado	25,00%	0,00%	40,00%	25,00%	40,00%	25,00%
Afloramento rochoso	18,18%	0,00%	16,67%	16,67%	42,86%	0,00%
Mineração	0,00%	14,29%	0,00%	0,00%	-	-

Fonte: Os autores, 2024.

Em 2022, 2001 e 1985, observou-se que os resultados do classificador apresentaram erros de omissão de 1,39%, 0,47% e 0,48%, respectivamente, das áreas de Floresta Ombrófila Densa que foram mapeadas como outros tipos de classes, enquanto 98,61%, 99,53% e 99,52%, respectivamente, foram corretamente classificadas. Os erros de omissão são decorrentes de confusões na classificação, resultantes de similaridades entre classes, especialmente em áreas de relevo acidentado, onde duas classes podem ocorrer intercaladas. Os maiores erros de omissão ocorreram nas classes de Manguezal/Restinga em 2022, Solo exposto de uso não identificado em 2022, 2001 e 1985, e Afloramento Rochoso em 1985. A classe de Afloramento Rochoso normalmente ocorre em áreas de relevo fortemente ondulado ou montanhoso, dificultando a distinção dessa classe em relação à Floresta Ombrófila Densa. As diferenças entre os meses das imagens Landsat utilizadas para a classificação e as imagens do Google Earth podem ser observadas nos erros de comissão, os quais indicam que 2,52%, 0,93% e 2,56% das áreas da classe de Floresta Ombrófila Densa mapeadas correspondem a outros tipos de classes em 2022, 2001 e 1985, respectivamente.

Todo o processo de classificação, revisão e validação da acurácia temática do mapeamento da cobertura e uso da terra foi realizado no software ArcGIS Pro 3.2. O mapeamento foi elaborado na projeção Universal Transversa de Mercator fuso 23 Sul e sistema geodésico de referência SIRGAS2000, na escala 1:100.000. A área mínima mapeável considerada foi de 25 mm² na escala de 1:100.000 segundo a classe de vegetação área de contato da norma da especificação técnica para aquisição de dados geoespaciais vetoriais (ET-ADGV) versão 3.0 (BRASIL, 2018). Após a validação da acurácia temática a nomenclatura da legenda das classes do mapeamento foi ajustada nos níveis I e II, conforme as referências das 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).

Na análise das alterações na cobertura e uso da terra nas unidades de conservação, foram utilizados os limites fornecidos pelo Instituto Estadual do Ambiente – INEA RJ – e pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ambos atualizados até 2022. As informações sobre as datas de criação, jurisdição, tipo de uso e implementação do plano de manejo de cada unidade de conservação analisada podem ser apreciadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Informações sobre as unidades de conservação e terra indígena analisadas.

Nome da Unidade de Conservação e Terra Indígena	Ano de Criação	Jurisdição	Tipo de uso	Plano de Manejo
Parque Nacional da Serra da Bocaina	1971	Federal	Proteção Integral	2001/2002
Parque Estadual de Ilha Grande	1971	Estadual	Proteção Integral	2011
Parque Natural Municipal da Mata Atlântica	2017	Municipal	Proteção Integral	2019
Área de Proteção Ambiental de Tamoios	1986	Estadual	Uso Sustentável	2013
Área de Proteção Ambiental das Localidades de Sapinhatuba, Camorim e Ponta da Cidade	2018	Municipal	Uso Sustentável	Sem informação
Terra Indígena do Guarani do Bracuí	1995	Federal	Não se aplica	Não se aplica

Fonte: Os autores, 2024.

As análises foram realizadas considerando somente as áreas das unidades de conservação que abrangem o município de Angra dos Reis em 1985 e 2022. Para analisar a cobertura e uso da terra nas áreas de favelas em 1985 e 2022, foram utilizados dados espaciais das comunidades, atualizados em 2023, do estado do Rio de Janeiro, disponíveis no site HUB Gestão do Território da Gerência de Análises, Diagnósticos e Geoprocessamento (GADG) do Ministério Público do Rio de Janeiro. Decidiu-se analisar a cobertura e o uso da terra nas áreas de favelas e unidades de conservação no maior intervalo temporal possível, a fim de detectar as principais modificações. A Figura 4 ilustra o fluxograma metodológico com as principais etapas e análises dos resultados.

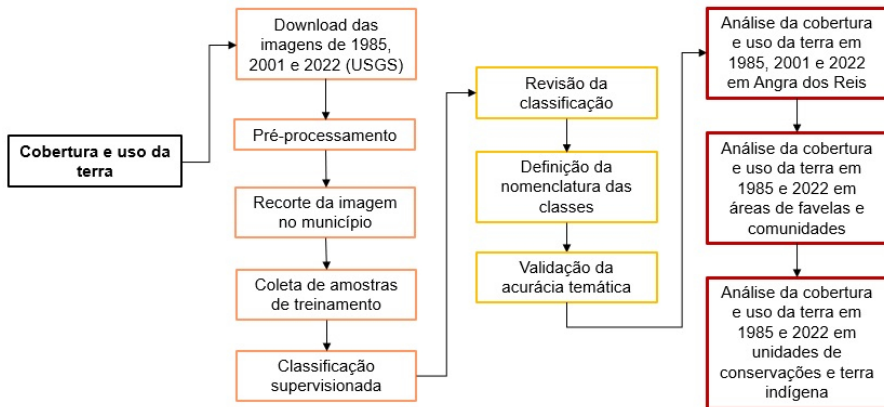


Figura 4 – Fluxograma metodológico com as etapas e análises dos resultados.

Fonte: Os autores, 2024.

Resultados e Discussões

Os resultados e discussões foram divididos em três partes, a primeira tratou das análises das mudanças na cobertura e uso da terra no município em 1985, 2001 e 2022, nas áreas de favelas em 1985 e 2022, e nas unidades de conservação e terra indígena que apresentaram mais alterações entre 1985 e 2022.

A partir da classificação supervisionada, foram mapeadas 5 classes no nível I e 12 classes no nível II, as quais foram detalhadas e quantificadas na Tabela 2. As Figuras 5, 6 e 7 apresentam os mapas com as 12 classes do nível II da cobertura e uso da terra mapeadas em 1985, 2001 e 2022.

Destacam-se os seguintes aumentos entre 1985 e 2001 em Angra dos Reis: agricultura, com 200,51%; área construída de uso misto (residencial, comercial, industrial, turismo e serviço), com 56,10%; infraestrutura de transporte (Aeroporto), com 50%; e área industrial, com 28,46%. As maiores reduções foram observadas em: solo exposto de uso não identificado, com 75,58%; e vegetação com influência fluviomarina (Manguezal), com 25,18%.

Já entre os anos de 2001 e 2022, os maiores aumentos ocorreram nas classes de mineração, com 109,09%; área construída de uso misto (residencial, comercial, industrial, turismo e serviço), com 59,72%; solo exposto de uso não identificado, com 30,16%; agricultura, com 23,09%; infraestrutura de transporte (Aeroporto), com 16,67%; e área industrial, com 12,66%. Nos decréscimos, vale ressaltar as classes de campo limpo, com 45,72%; e vegetação com influência fluviomarina (Manguezal), com 14,60%. Entre os anos de 1985 e 2022, observaram-se os maiores aumentos nas seguintes classes: agricultura, com 269,90%; área construída de uso misto (residencial, comercial, industrial, turismo e serviço), com 149,33%; infraestrutura de transporte (Aeroporto), com 75%; e área industrial, com 44,72%. As maiores diminuições nesse período foram registradas nas classes de campo limpo, com 47,33%; vegetação com influência fluviomarina (Manguezal), com 36,10%; e solo exposto de uso não identificado, com 30,16%.

Tabela 2 – Áreas em quilometro quadrado das classes de cobertura e uso da terra mapeadas em 1985, 2001 e 2022, em Angra dos Reis, Rio de Janeiro

NÍVEL I	NÍVEL II	1985 km ²	2001 km ²	2022 km ²
Área Urbanizada	Área construída de uso misto (residencial, comercial, industrial, turismo e serviço)	15,65	24,43	39,02
	Área industrial	1,23	1,58	1,78
	Infraestrutura de transporte (Aeroporto)	0,08	0,12	0,14
	Mineração	-	0,11	0,23
Área Cultivada	Agricultura	3,92	11,78	14,5
Formação Florestal	Floresta Ombrófila Densa e Mista	692,85	685,86	703,15
Formação Pioneira	Vegetação com influência fluviomarinha (Manguezal)	22,52	16,85	14,39
	Vegetação com influência marinha (Restinga)	0,67	0,66	0,63
Área Descoberta	Campo limpo	73,63	71,45	38,78
	Solo exposto de uso não identificado	2,58	0,63	0,82
	Afloramento rochoso	1,26	1,1	1,18
	Praia	0,63	0,47	0,39

Fonte: Os autores, 2024.

Vale destacar que a classe de Floresta Ombrófila Densa passou por uma redução de 1,01% entre 1985 e 2001, seguida de uma ampliação de 2,52% entre 2001 e 2022, e um acréscimo de 1,49% entre 1985 e 2022, o que ilustra a influência da criação de novas unidades e dos planos de manejo das unidades de conservação estabelecidos sobretudo na década de 2000, que abrangem o município. No entanto, o aumento das áreas construídas de uso misto ocorreu em sua maioria em áreas de solo exposto de uso não identificado ou em áreas de formação campestre. Isso não significa que esse acréscimo não deva ser observado, pois pode estar ocorrendo em áreas de risco. A lei municipal nº 162 de 1991, que aprovou o plano diretor, estabeleceu que não seriam permitidas quaisquer construções acima da cota altimétrica de 60 metros. Já na lei municipal nº 2092 de 2009, que regulamentou o uso e ocupação do solo no município, ficou definido que não seriam permitidas edificações em terrenos insulares acima da cota altimétrica de 40 metros, em terrenos com declividade igual ou superior a 100% (cem por cento) ou 45° (quarenta e cinco graus), e nas ZIAP (Zona de Interesse Ambiental de Proteção). Além disso, pode-se observar a carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação de 2015, que identificou as áreas de risco de enxurradas, inundações e movimentos de massa (ANGRA DOS REIS, 1991; 2009; BRASIL, 2015). Nesse sentido, foram identificadas algumas áreas com a classe de área construída de uso misto que se encontram em zonas restritas para construção, totalizando aproximadamente 2 km². Apesar de representarem uma área relativamente pequena, isso ressalta a importância de adotar medidas para evitar aumentos significativos de áreas urbanizadas em locais de risco.

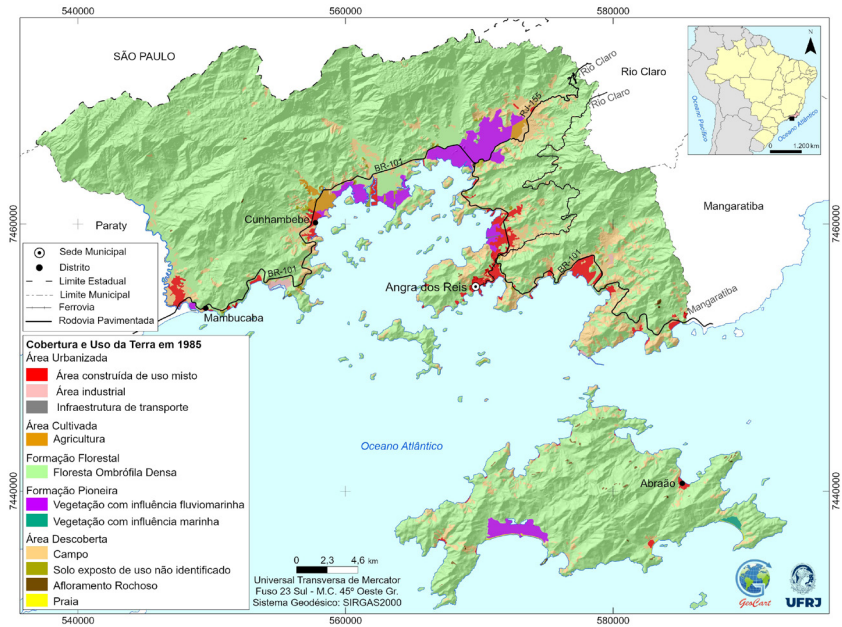


Figura 5 – Cobertura e uso da terra em 1985 em Angra dos Reis.

Fonte: Os autores, 2024.

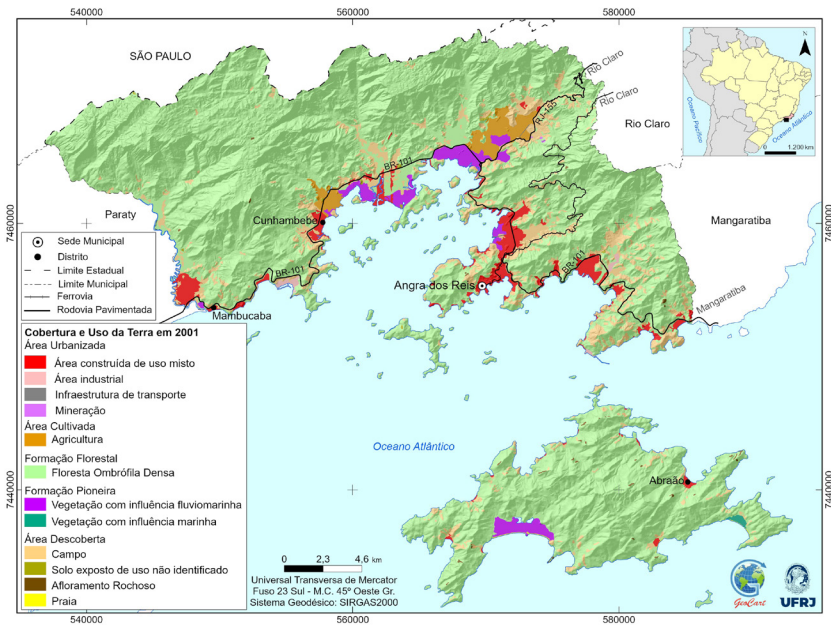


Figura 6 – Cobertura e uso da terra em 2001 em Angra dos Reis.

Fonte: Os autores, 2024.

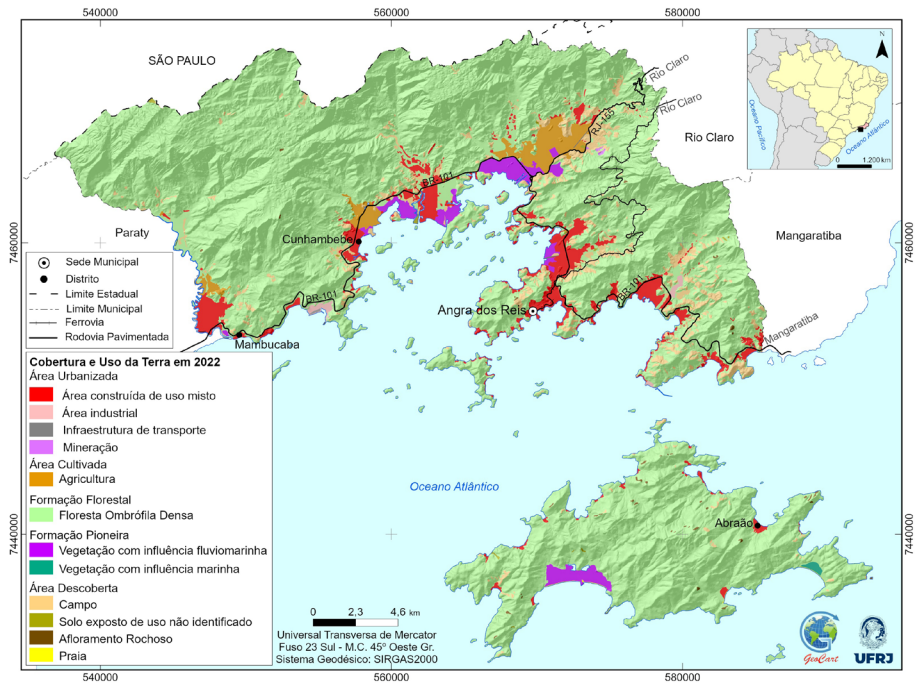


Figura 7 – Cobertura e uso da terra em 2022 em Angra dos Reis.
Fonte: Os autores, 2024.

Outra preocupação com as alterações na cobertura e uso da terra diz respeito às áreas de comunidades e favelas, que já se encontram em áreas de risco. Ao analisar as modificações na cobertura e uso da terra entre 1985 e 2022, observou-se um aumento de 273,49% na classe de área construída de uso misto, uma redução de 52,12% na classe de Floresta Ombrófila Densa e uma diminuição de 82,06% na classe de campo limpo (Figura 8).

As transformações na cobertura e uso da terra mostraram uma tendência de expansão para a classe de área construída de uso misto, enquanto a classe de Floresta Ombrófila Densa indicou uma redução nas áreas das comunidades e favelas, que demonstrou as transformações no município principalmente durante o período de construção das duas usinas nucleares. Essas mudanças devem ser monitoradas constantemente para mitigar os riscos para as populações que habitam nessas áreas. Diante das diversas restrições para ocupação, as informações sobre a dinâmica da cobertura e uso da terra são essenciais para o planejamento territorial do município, especialmente em relação à expansão das áreas urbanizadas.

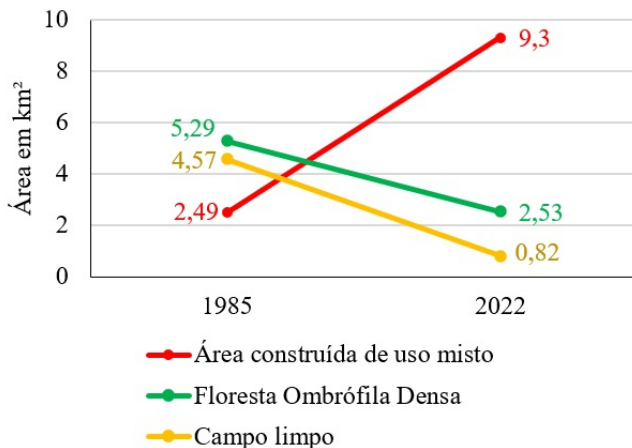


Figura 8 – Cobertura e uso da terra em 1985 e 2022 nas áreas das comunidades e favelas, em Angra dos Reis.
 Fonte: Os autores, 2024.

Em relação às unidades de conservação que abrangem o município, as modificações na cobertura e uso da terra seguiram a mesma tendência observada no município. Vale ressaltar algumas unidades de conservação que apresentaram aumentos e reduções mais significativos, tais como o Parque Nacional da Bocaina, a APA Tamoios, o Parque Municipal Natural da Mata Atlântica, o Parque Estadual de Ilha Grande, a APA das Localidades de Sapinhatuba, Camorim e Ponta da Cidade, e a Terra Indígena

Na área do Parque Nacional da Bocaina que abrange Angra dos Reis, observou-se uma pequena redução de 0,30% na classe de Floresta Ombrófila Densa. No entanto, as classes de campo limpo e solo exposto não identificado apresentaram uma ampliação de 23,30% e 800,00%, respectivamente, entre 1985 e 2022 (Figura 9).

Embora representem quantidades de área relativamente pequenas, com menos de 3 km², é importante verificar onde essas classes estão ocorrendo para evitar maiores aumentos dentro dessa unidade de conservação. A classe de área construída de uso misto apareceu somente em 2022, com uma área muito pequena, inferior a 1 km².

Na APA Tamoios, observou-se um aumento de 85,74%, 20% e 3,82%, respectivamente, nas classes de área construída de uso misto, área industrial e Floresta Ombrófila Densa entre 1985 e 2022. Por outro lado, houve uma diminuição de 77,46%, 60,56% e 5,81%, respectivamente, nas classes de campo limpo, de solo exposto de uso não identificado e de vegetação com influência fluviomarinha (manguezal) (Figura 10).

Nesse cenário específico, destaca-se um avanço considerável na classe de área construída de uso misto, o que pode comprometer os ecossistemas protegidos nessa unidade de conservação.

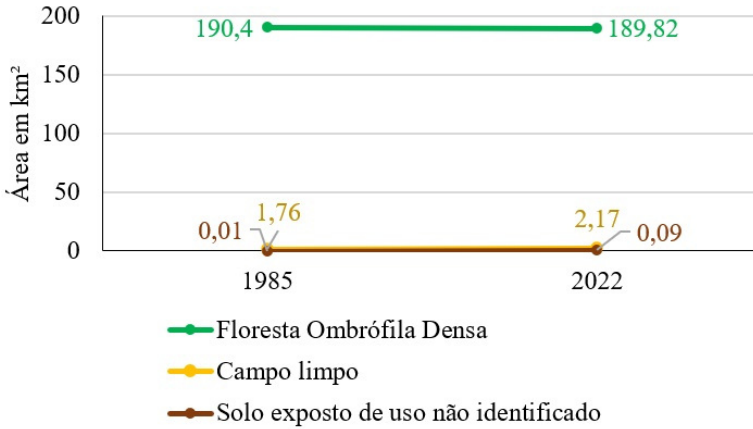


Figura 9 – Cobertura e uso da terra entre 1985 e 2022, em quilômetros quadrados, no Parque Nacional da Bocaina em Angra dos Reis.
Fonte: Os autores, 2024.

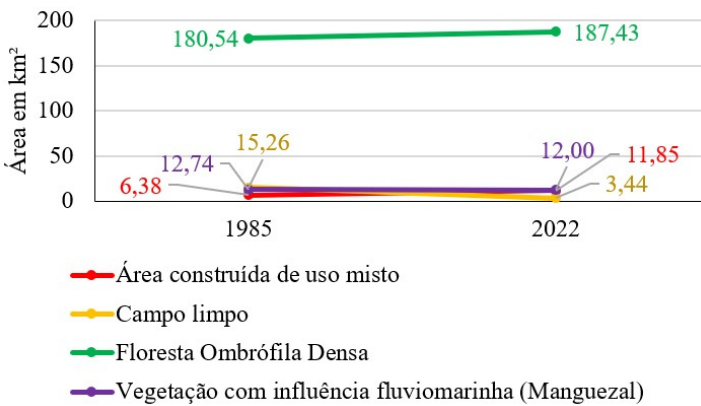


Figura 10 – Cobertura e uso da terra entre 1985 e 2022, em quilômetros quadrados, na APA Tamoios em Angra dos Reis.
Fonte: Os autores, 2024.

No Parque Natural Municipal da Mata Atlântica, houve um aumento de 10,96% na classe de Floresta Ombrófila Densa e de 600% na classe de área construída de uso misto entre 1985 e 2022. Embora o crescimento na classe de área construída de uso misto tenha sido expressivo, trata-se de uma área relativamente pequena, com menos de 1 km². Além disso, registrou-se uma redução de 40,84% na classe de campo limpo durante o mesmo período. É crucial monitorar os aumentos, principalmente na classe de área construída de uso misto, pois isso pode afetar a vegetação dessa unidade de conservação no futuro (Figura 11).

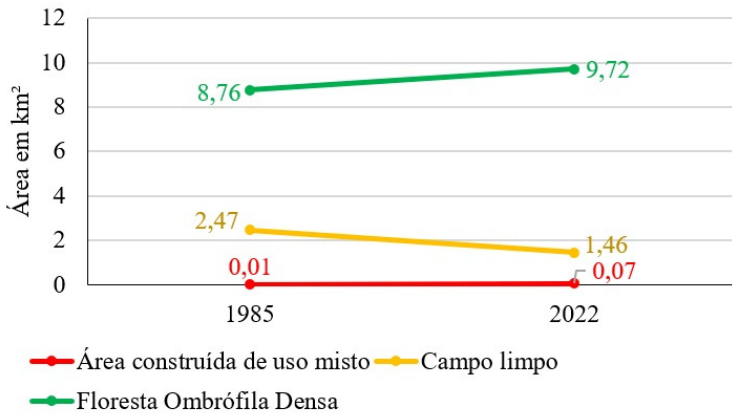


Figura 11 – Cobertura e uso da terra entre 1985 e 2022, em quilômetros quadrados, no Parque Natural Municipal da Mata Atlântica em Angra dos Reis.
Fonte: Os autores, 2024.

Outra unidade de conservação que se destacou foi a APA Municipal Sapinhatuba, Camorim e Ponta da Cidade. Registrou-se um aumento de 12,38% na classe de Floresta Ombrófila Densa e de 583,33% na classe de área construída de uso misto. Além disso, houve uma diminuição de 65,18% na classe de campo limpo (Figura 12).

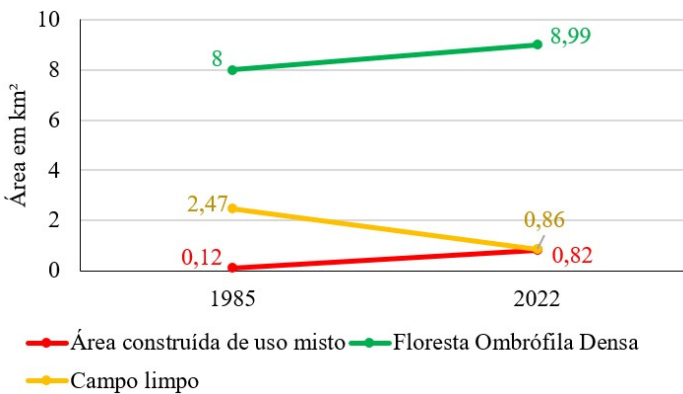


Figura 12 – Cobertura e uso da terra entre 1985 e 2022, em quilômetros quadrados, na APA Municipal Sapinhatuba, Camorim e Ponta da Cidade em Angra dos Reis.
Fonte: Os autores, 2024.

O Parque Estadual de Ilha Grande registrou um aumento de 12,50% na classe de área construída de uso misto e de 3,9% na classe de Floresta Ombrófila Densa. Além disso, houve uma redução de 79,93% na classe de campo limpo (Figura 13).

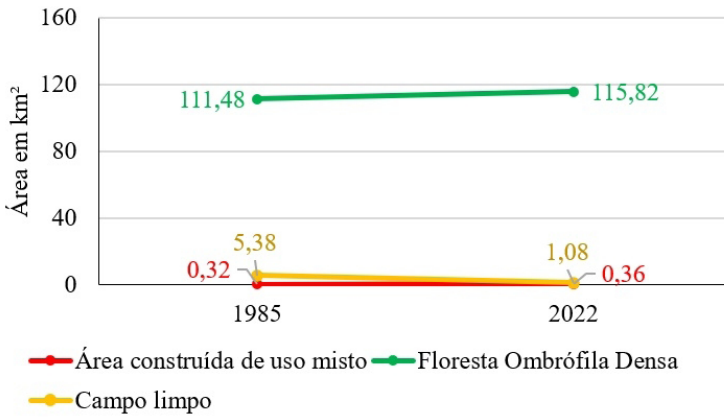


Figura 13 – Cobertura e uso da terra entre 1985 e 2022, em quilômetros quadrados, no Parque Estadual de Ilha Grande em Angra dos Reis.
Fonte: Os autores, 2024.

Novamente apesar da ampliação na classe de Floresta Ombrófila Densa, a classe de área construída de uso misto também passou por um aumento no Parque Estadual da Ilha Grande. A expansão urbana deve ser observada com atenção dentro das unidades de conservação para que estas cumpram seu papel conservação e preservação.

A Terra Indígena Guarani de Bracuí apresentou uma redução de 0,70% na classe de Floresta Ombrófila Densa e uma ampliação de 600% na classe de campo limpo entre 1985 e 2022. O acréscimo na classe de campo limpo na Terra Indígena pode estar associado ao aumento na agricultura de subsistência na terra indígena.

Conclusão

O mapeamento da cobertura e uso da terra, realizado por meio do processamento digital de imagens Landsat, proporcionou um diagnóstico das transformações ocorridas no município de Angra dos Reis em 1985, 2001 e 2022, nas comunidades e favelas, nas unidades de conservação e terra indígena entre 1985 e 2022.

As classes que apresentaram as maiores ampliações entre 1985 e 2001 em Angra dos Reis foram: agricultura, com um aumento de 3,92 km² para 11,78 km²; área construída de uso misto (residencial, comercial, industrial, turismo e serviço), de 15,75 km² para 24,43 km. As maiores reduções nesse período ocorreram: nas classes de solo exposto de uso não identificado, que teve uma área de 1,26 km² para 1,1 km²; e de vegetação com influência fluviomarinha (Manguezal), que teve uma queda de 22,52 km² para 16,85 km². Entre os anos de 2001 e 2022, os maiores acréscimos no município foram nas classes de mineração, com um aumento de 0,11 km² para 0,23 km²; na área construída de uso misto (residencial, comercial, industrial, turismo e serviço), que cresceu de 24,43 km² para 39,02 km². Nos decréscimos, destacam-se as classes de campo limpo, com

uma redução de 75,45 km² para 38,78 km², e vegetação com influência fluvio-marinha (Manguezal), que diminuiu de 16,85 km² para 14,39 km². No período de 1985 a 2022, os maiores aumentos no município foram nas classes de agricultura, com um crescimento de 3,92 km² para 14,5 km²; área construída de uso misto (residencial, comercial, industrial, turismo e serviço), que teve um aumento de 15,65 km² para 39,02 km². Por outro lado, as maiores reduções foram observadas nas classes de campo limpo, com uma diminuição de 73,63 km² para 38,78 km²; vegetação com influência fluvio-marinha (Manguezal), que teve uma redução de 22,52 km² para 14,39 km².

Nas áreas das comunidades e favelas, observou-se uma ampliação de 273,49% na classe de área construída de uso misto, uma redução de 52,12% na classe de Floresta Ombrófila Densa e de 82,06% na classe de campo limpo nas áreas das comunidades e favelas. Esses resultados ilustram claramente a dinâmica das transformações no município durante o período de construção das duas usinas nucleares. Nesse sentido, o plano diretor municipal, leis e decretos de ocupação do solo devem considerar as transformações na cobertura e uso da terra para evitar expansões urbanas em locais de risco, como nos casos das comunidades e favelas.

Outra contribuição do mapeamento da cobertura e uso da terra foi revelar as transformações na paisagem nas unidades de conservação que abrangem o município de Angra dos Reis. A análise da cobertura e uso da terra entre 1985 e 2022 nessas unidades mostrou que, apesar do aumento na classe de Floresta Ombrófila Densa, também houve expansão na classe de área construída de uso misto, o que pode comprometer os ecossistemas protegidos pelas unidades de conservação. Recomenda-se, para estudos futuros, que a área total da unidade de conservação e zona de amortecimento sejam consideradas.

Em resumo, o mapeamento da cobertura e uso da terra em 1985, 2001 e 2022, apresentou um panorama das transformações na paisagem do município, nas unidades de conservação e nas comunidades e favelas. A quantificação dessas mudanças destacou a situação da cobertura e uso da terra no município e proporcionou informações que podem subsidiar a formulação de políticas públicas para evitar a expansão urbana em áreas de risco, bem como orientar ações de conservação em áreas com vegetação.

Referências Bibliográficas

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.

ALVES, D. S. et al. Characterizing landscape changes in central Rondonia using Landsat TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, v. 20, p. 2877-2882, Nov. 2010. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/014311699211859>>. Acesso em: 28 maio 2024.

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 Sur-

vey Professional Paper, 1976. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/pp/0964/report.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

ANGRA DOS REIS. Lei n. 162, de 12 de dezembro de 1991. A Câmara Municipal de Angra dos Reis, aprova Plano diretor do município de Angra dos Reis. *Diário Oficial [dos] municípios do Estado do Rio de Janeiro, Angra dos Reis, RJ*, 12 dez. 1991. Disponível em: https://www.angra.rj.gov.br/sapo/_uploads/SAD/doc/concurso/LEI%20162-LO%201991.htm. Acesso em: 05 out. 2023.

_____. Lei n. 10.760, de 26 de dezembro de 2009. Dispõe sobre o uso e ocupação do solo no município de Angra dos Reis. *Diário Oficial [dos] municípios do Estado do Rio de Janeiro, Angra dos Reis, RJ*, 23 jan. 2009. Disponível em: https://www.angra.rj.gov.br/downloads/SMA/leis/lei_2092.pdf. Acesso em: 05 out. 2023.

_____. 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/downloads/bo/BO-848-em-28-12-17-min.pdf>. Acesso em: 05 out. 2023.

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. 2023.

_____. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. *Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação município de Angra dos Reis*. Rio de Janeiro: CPRM, 2015. Escala 1:100.000. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15036?locale=en>. Acesso em: 10 jan. 2024.

_____. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro, Departamento de Ciência e Tecnologia. *Norma da Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais versão 3.0*. 1. ed. Brasília, 2018. Disponível em: https://geoportal.eb.mil.br/portal/images/Documentos/2024/ET-ADGV_3.0_211218.pdf. Acesso em: 25 jul. 2024.

CENTRO DE INFORMAÇÃO E DADOS DO RIO DE JANEIRO. *Estado do Rio de Janeiro: território*. 2. ed. Rio de Janeiro: CIDE, 1998.

COSTA, W. M. *O estado e as políticas territoriais no Brasil*. 11. ed. São Paulo: Contexto, 2013.

DI GREGORIO, A.; JANSEN, L. J. M. *Land Cover Classification System (LCCS): classification concepts and user manual*. 2000. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponível em: http://www.fao.org/3/x0596e/X0596e00.htm#P-1_0. Acesso em: 27 maio 2024.

Avaliação das Transformações na Cobertura e Uso da Terra em Angra dos Reis em 1985, 2001 e 2022

_____. *Land cover classification system: classification concepts*. 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i5232e.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2024.

FLORENZANO, T. G. *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. 1. ed. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Enciclopédia dos municípios brasileiros*. vol. IV, XX e XXI. 1958. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=227295>. Acesso em: 5 out. 2023.

_____. *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: 20 set. 2023.

_____. *Manual técnico de vegetação brasileira*. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2012. 271 p.

_____. *Manual técnico de uso da terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2013. 171 p.

_____. *Cidades. Panorama. População*. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/angra-dos-reis/panorama>. Acesso em: 10 out. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Banco de Dados Meteorológicos*. Precipitação – 1987 a 2023. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 19 jan. 2024.

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

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

PASCOAL, E. M. *Angra dos Reis: 500 anos de história*. Angra dos Reis, RJ: 2010.

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.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1971/dec_15273_1971_criaparqueestadualilhagrande_rj_altrd_dec_2061_1978.pdf. Acesso em: 15 out. 2023.

_____. 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://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/A0D00121.pdf>. Acesso em: 15 out. 2023.

_____. Instituto Estadual do Ambiente. *Bases Cartográficas – Metadados e Downloads*. 2018. Disponível em: <https://geoportal.inea.rj.gov.br/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=031a9ab1c27145f19dea5ec32577fe0b>. Acesso em: 10 dez. 2023.

_____. Instituto Estadual do Ambiente. *Áreas Protegidas*. 2022. Disponível em: <https://geoportal.inea.rj.gov.br/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=d40de9b2dd2243ccb777971cef2eb14e>. Acesso em: 10 dez. 2023.

_____. Ministério Público do Rio de Janeiro. *HUB Gestão do Território da Gerência de Análises, Diagnósticos e Geoprocessamento (GADG)*. Comunidades RJ. 2023. Disponível em: <https://geo.mprj.mp.br/portal/apps/sites/#/gestaodoterritorio>. Acesso em: 10 dez. 2023.

ROCHA, S. P. *Análise espaço temporal do uso e cobertura da terra no entorno da BR-101 – trecho Angra dos Reis e Parati/RJ*. 2005. 115 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SOMBRA, A. C. S. *Caracterização morfométrica e de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Jurumirim – Angra dos Reis, RJ: contribuição para gestão dos recursos hídricos*. 99 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Produção social do espaço: natureza, política e processos formativos em Geografia) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2018.

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: 15/03/2024. Aceito em: 02/08/2024.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Laboratório de Cartografia do Departamento de Geografia e ao Programa Institucional de Pós-Doutorado em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro.