

EVOLUÇÃO DAS CAVAS DE EXTRAÇÃO DE AREIA EM TAMOIOS, DISTRITO DE CABO FRIO (RJ): Mapeamento e transformações da cobertura e uso da terra de 2005 a 2022

EVOLUTION OF SAND EXTRACTION PITS IN TAMOIOS, CABO FRIO DISTRICT (RJ): Mapping and transformations of land cover and use from 2005 to 2022

RESUMO

O distrito de Tamoios, localizado na zona costeira do município de Cabo Frio, tem sido amplamente afetado pelo acelerado processo de urbanização e descaracterização de seu relevo, impulsionados principalmente pela indústria do turismo e especulação imobiliária. Uma das consequências dessas intervenções humanas é a criação de cavas de extração de areia, que são feições tecnogênicas resultantes de um complexo processo histórico de ocupação dos terrenos e manejo dos recursos naturais. Esse estudo tem como objetivos identificar e analisar as alterações ocorridas na cobertura e uso da terra no distrito de Tamoios, com foco nas mudanças relacionadas à atividade de extração de areia, utilizando dados dos anos de 2005, 2014 e 2022. A metodologia da pesquisa consiste na classificação supervisionada de cobertura e uso da terra por meio de imagens de sensores remotos Landsat 5 e 8, com processamento digital das imagens através de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG) Quantum GIS (QGIS) e do complemento SCP (Semi-Automatic Classification Plugin). Os resultados obtidos revelaram um aumento expressivo das áreas urbanas no distrito de Tamoios, bem como das áreas de extração de areia e áreas cobertas por vegetação densa. Por outro lado, observou-se uma redução nas áreas de campos e pastagens, além de uma diminuição dos corpos hídricos e sedimentos não consolidados.

Palavras-Chave: Tamoios, antropoceno, areia, Cabo Frio, cobertura e uso da terra

ABSTRACT

The district of Tamoios, located on the coastal zone of the municipality of Cabo Frio, has been widely affected by the accelerated process of urbanization and the loss of its natural features, mainly driven by the tourism industry and real estate speculation. One of the consequences of these human interventions is the creation of sand extraction pits, which are technogenic features resulting from a complex historical process of land occupation and natural resource management. This study aims to identify and analyze the changes that have occurred in land cover and land use in the district of Tamoios, with a focus on changes related to sand extraction activities, using data from the years 2005, 2014, and 2022. The research methodology involves supervised classification of land cover and land use through images from Landsat 5 and 8 remote sensing sensors, with digital image processing using Geographic Information System (GIS) tools, specifically Quantum GIS (QGIS), and the Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) addon. The results obtained revealed a significant increase in urban areas in the district of Tamoios, as well as areas dedicated to sand extraction and densely vegetated areas. On the other hand, there was a reduction in grassland and pasture areas, as well as a decrease in water bodies and unconsolidated sediments.

Keywords: Tamoios, Anthropocene, sand, Cabo Frio, land cover and land use

 João Victor Pequeno Rufino ¹
 Thiago Gonçalves Pereira ²

1, 2 – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Correspondência: rufino550@gmail.com

Recebido em: 30-07-2023

Aprovado em: 24-07-2024



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons BY-NC-SA 4.0, que permite uso, distribuição e reprodução para fins não comerciais, com a citação dos autores e da fonte original e sob a mesma licença.



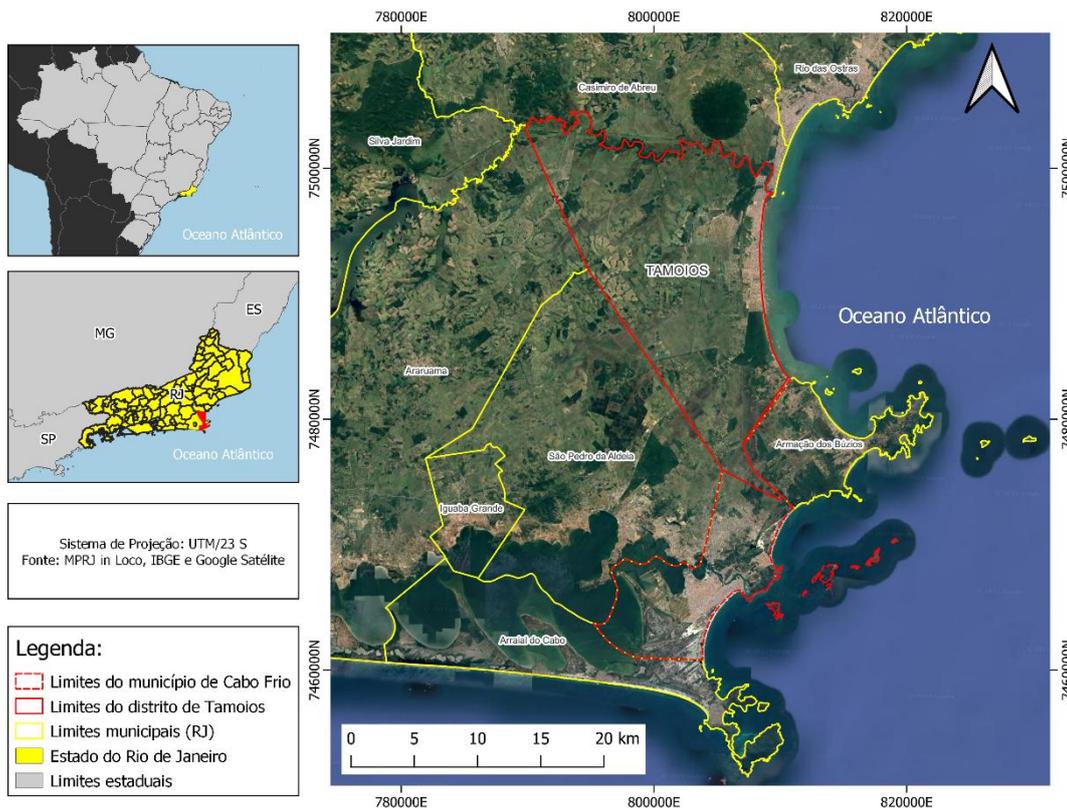
INTRODUÇÃO

A costa brasileira, de acordo com Corrêa (2013, p.2), sofreu e sofre amplo processo de urbanização, iniciado no período da colonização europeia e estende-se até os dias atuais resultando em um processo altamente conflituoso do ponto de vista ambiental e paisagístico. A zona costeira na localidade onde o município de Cabo Frio, e particularmente o distrito de Tamoios se encontra, apresenta complexos sistemas de ambientes sedimentares de alta instabilidade e notável dinâmica por conta da interação entre processos costeiros, eólicos e fluviais em uma planície costeira que data do quaternário tardio (FERNANDEZ e MUEHE, 1998, p.2).

Segundo Melo (2011, p.4), até o século XIX as principais atividades da cidade de Cabo Frio eram a extração e benefício de sal e a pesca, tais atividades foram responsáveis pelo desenvolvimento, ainda que lento, do município. A partir da implementação de maior infraestrutura na região, como a construção da rodovia Amaral Peixoto na década de 1940, possibilitou o início das atividades turísticas, fato que alterou o ritmo e forma da expansão urbana. Entretanto, a partir de 1973, com a construção da ponte Rio-Niterói, as atividades turísticas se firmaram definitivamente como a dominante na região, isso atrelado ao declínio da indústria salina da região.

A área de estudo escolhida, o distrito de Tamoios (Figura 1), pertence ao município de Cabo Frio, limitando-se ao sul pelo município de Armação de Búzios, ao norte pelo Distrito de Barra de São João pertencente ao município de Casimiro de Abreu, a oeste pelos municípios de São Pedro da Aldeia e Araruama (LIMA et al., 2011, p.7).

Figura 1: Mapa de localização do distrito de Tamoios (RJ)



Fonte: Elaboração própria.

A área de Tamoios, de acordo com Lobato et al, (2010, p.16) compreende o terreno sedimentar costeiro formado prioritariamente por depósitos marinhos que constituem verdadeiros mananciais de água subterrânea que sustentam a área, além de corresponder a uma sucessão de alinhamentos de cristas praias, onde se assentam os principais fragmentos de Mata Atlântica do município, coexistindo com áreas urbanas em expansão.

O município de Cabo Frio sofreu processo acelerado de urbanização, impulsionado por diversos fatores. Segundo Corrêa (2013, p.8) a indústria de turismo e petróleo foram as grandes responsáveis pelo intenso incremento populacional que o município recebeu, tal aumento foi acompanhado de um processo acelerado na urbanização que impactou direta e indiretamente na organização territorial e configuração paisagística do município.

De acordo com Peloggia (1997, p.258), a ação humana sobre a natureza através da atividade produtiva vem criando efeitos geológicos que se acumulam em quantidade a ponto de ser proposta uma nova designação de período geológico para caracterizar tal época, assim sendo denominado o Quinário ou Tecnógeno.

Em Tamoios, conforme Galiotto (2008):

A mineração impunha o fim da restinga local, da mata ciliar e das árvores remanescentes da Mata Atlântica, que se extinguíam dia a dia. Além da violência contra a vegetação, a forma da extração da areia agredia o solo, cravando uma sucessão de amplas bacias de água, com cerca de oito a dez metros de profundidade, que ainda jazem abandonadas por toda a área. (GALIOTTO, 2008, p. 17)

As cavas de extração de areia presentes no distrito de Tamoios são produtos do Tecnógeno. Ainda de acordo com Peloggia (1997, p.259), essas feições são geradas diretamente ou influenciadas pela atividade humana. Essas novas formas ou feições, tem sido incorporada nos estudos geográficos por apresentar uma gênese e morfologia diretamente ligadas a formas de apropriação e ocupação do relevo (MIYAZAKI, 2014, p.54).

Conforme Miyazaki (2014, p.55), essas novas feições apresentam características específicas, que demonstram a sua gênese diferenciada dos processos ditos puramente naturais. Essas formações ocorrem quando há a intervenção humana na dinâmica dos processos naturais e provocam uma quebra do equilíbrio dinâmico. Com isso, a atualidade é marcada pela forma como a sociedade consome os recursos naturais e produz o espaço, deixando registrada na paisagem uma série de formas oriundas de processos de ocupação, ou seja, feições tecnogênicas (Miyazaki, 2014, p.55).

No entanto, é importante destacar que a formação dessas cavas (Figura 2) não é algo recente e resulta de um processo contínuo de extração que se estendeu por várias décadas. Conforme apontado por Sausen (2010, p.1), os recursos naturais e o meio ambiente da Terra estão em constante mudança, influenciados tanto por forças naturais quanto por atividades humanas. Nesse contexto, as tendências observadas na atividade atual, conforme analisado por Batistella e Moran (2008, p.10), refletem avanços tecnológicos e políticos de desenvolvimento, impulsionando uma crescente evolução nos processos de transformação da paisagem natural. Essas transformações acabam por modificar ciclos de matéria, fluxos de energia e a própria biodiversidade.

Figura 2: Cava de extração de areia no distrito de Tamoios



Fonte: Galiotto (2008)

Com o intuito de melhor flagrar a velocidade com a qual as empresas areeiras alteraram a paisagem, Galiotto (2008, p.31) utilizou-se de imagens aéreas, pois as transformações da paisagem de Tamoios ocorriam de forma acelerada, com inúmeros empreendimentos desmatando e destruindo tudo o que estivesse no caminho. Segundo o autor, “Nada podia escapar da eficácia objetiva, da amplitude do ângulo focalizado e da visibilidade da imagem aérea” (GALIOTTO, 2008, p. 31).

Para compreender de forma mais abrangente os fenômenos que causam essas mudanças é essencial realizar observações em escalas de tempo e espaço adequadas. Nesse contexto, o uso de satélites para observar a Terra se mostra altamente eficaz na monitoração desses eventos, como destacado por Sausen (2010, p.1). É importante ressaltar que nos últimos anos as geotecnologias adquiriram um espaço fundamental para pesquisas e monitoramento ambiental e têm contribuído significativamente para aprimorar e viabilizar cada vez mais esse tipo de observação, uma vez que possibilitam com elevada eficiência e baixo custo, a obtenção e tratamento de elevadas quantidades de dados e informações sobre recursos naturais (BATISTELLA e MORAN, 2008, p.11).

Logo, o monitoramento ambiental das alterações ocorridas no meio ambiente evoluiu consideravelmente, tanto em questão de agilidade como em questão de qualidade. Por dispor de imagens provenientes de satélites que podem ser trabalhadas em diferentes

escalas, desde o continental ao local, além da resolução temporal que permite a comparação de diferentes épocas do ano e anos distintos facilitando o estudo dinâmico da região (BATISTELLA e MORAN, 2008, p.11).

Além disso, as geotecnologias geram inúmeras possibilidades de desenvolvimento de sistemas de gestão e de monitoramento territorial, capazes de fornecer subsídios às demandas de sustentabilidade socioambiental (BATISTELLA e MORAN, 2008, p.12).

Nesse sentido, o objetivo dessa pesquisa é analisar as alterações na cobertura e uso da terra no distrito de Tamoios, no município de Cabo Frio (RJ), dos anos 2005 a 2022, com enfoque principal para as alterações provenientes da atividade de extração de areia e discutir a evolução e as alterações antropogênicas que ocorreram nessa área.

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos foram divididos em duas etapas com o intuito de fundamentar os resultados. Na primeira etapa foram realizadas as coletas de dados primários, originados de cenas de sensores remotos, e processos de pré e pós-processamento para o mapeamento da cobertura e uso da terra. Na segunda etapa executou-se o levantamento de dados secundários, ou seja, dados coletados de instituições públicas e de outras pesquisas realizadas com relevância para embasar os resultados.

O programa escolhido para fazer o processamento das cenas obtidas através de satélites orbitais foi o *Quantum GIS (QGIS)*, pois se trata de um *software* multiplataforma de código aberto (*open source*) o que possibilitou visualizar, editar, analisar dados georreferenciados, além de criar mapas para a impressão. De forma semelhante a outros softwares SIG (Sistema de Informação Geográfica), o QGIS possibilita aos usuários uma gama completa de possibilidades para a execução de trabalhos na produção de dados georreferenciados, utilizando-se de diversas opções de projeções cartográficas.

A versão utilizada na pesquisa foi o QGIS 3.22.14, disponível de forma gratuita no site: https://www.qgis.org/pt_BR/site/index.html. Dentro do QGIS, através da aba Complementos é possível adquirir diversos plug-in ou então extensões desenvolvidas pelos próprios usuários, a escolhida para o desenvolvimento dessa pesquisa foi a extensão *Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)*. Segundo Congedo (2017, p.1):

O objetivo geral do SCP é fornecer um conjunto de ferramentas entrelaçadas para processamento *raster*, a fim de fazer um fluxo de trabalho automático que facilite a classificação da cobertura do solo, que também pode ser realizada por pessoas cujas principais áreas de atuação não sejam o sensoriamento remoto. A primeira versão do SCP foi desenvolvida por Luca Congedo em 2012 para o “ACC Dar Project”, a fim de criar uma ferramenta para a classificação da cobertura do solo de forma acessível e automática. (CONGEDO, 2017, p.1).

Assim como o QGIS a extensão SCP também é de código aberto, sua finalidade é permitir uma classificação semiautomática (também conhecida como classificação supervisionada) de sensoriamento remoto de imagens.

O *plug-in* SCP consegue trabalhar com imagens multiespectrais adquiridas por satélites, aviões ou drones, permitindo também a pesquisa e aquisição das cenas de forma gratuitas dos sensores *Landsat* e *Sentinel*, de forma direta pela extensão. As ferramentas disponíveis de pós-processamento incluem: precisão de avaliação, a mudança de cobertura e uso da terra, relatório de classificação, índice Kappa, classificação para vetor e reclassificação dos valores de *raster*. A versão utilizada na presente pesquisa foi a 7.10.10.

Os sensores remotos escolhidos para a realização da presente pesquisa foram: *Landsat-5* e *Landsat-8*. Todas as cenas obtidas são de autoria da NASA/USGS e disponibilizadas de forma gratuita na página *Earth Explorer* (USGS) (<http://earthexplorer.usgs.gov>). As imagens de ambos os satélites correspondem à órbita-ponto 216/76 onde abrange grande parte da Baixada Litorânea e o distrito de Tamoios, bem como o município de Cabo Frio em sua integralidade. As cenas foram capturadas, sempre no período do dia (matutino), dos seguintes dias: 5 de agosto de 2005, do *Landsat-5*; 27 de junho de 2014 e 3 de julho de 2022, do *Landsat-8*.

O pré-processamento desses dados consistiu, inicialmente, na conversão dos dados de DN (*Digital Numbers*) para reflectância (TOA – *Top of Atmosphere reflectance*), além de ter sido utilizado o método de correção atmosférica DOS1 (*Dark Object Subtraction 1*). Para uma melhor análise, foram adotados procedimentos metodológicos iguais para todas as imagens a fim de seguir uma determinada paridade entre eles.

Após os passos de pré-processamento das imagens, criou-se um *raster* virtual de composição RGB – cores verdadeiras – com as bandas 3, 2 e 1 para os satélites *Landsat-5* e uma composição com as bandas 4, 3 e 2 para o satélite *Landsat-8*.

Com a intenção de aperfeiçoar os processos e melhor destacar a área a ser estudada foi feito um recorte em todos os arquivos de imagem de forma a selecionar apenas a área de interesse. Para tal procedimento, foi utilizado um polígono envolvente como máscara, referente aos limites de Tamoios (RJ).

A próxima etapa foi o processamento de classificação que consistiu em definir categorias de interesse por meio de seleção de pontos amostrais. Com o auxílio do programa *Google Earth Pro* foram selecionadas áreas representativas para as classes, designadas como ROIs – *Regions Of Interest*, para a determinação de padrões de comportamento dos pixels para cada classe, possibilitando que o sistema realizasse a busca destes padrões em toda a imagem.

Utilizando o Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2006, p.56) foram definidas as seguintes classes de cobertura e uso da terra:

- 1- Corpos hídricos (água costeira e água continental)
- 2- Vegetação densa (área florestada e unidades de conservação)
- 3- Campos e pastagens (pastagens, áreas de plantio e áreas campestres)
- 4- Sedimentos não consolidados (areia proveniente de extração, dunas, areia de praia e áreas degradadas com presença de solo exposto)
- 5- Área de extração de areia (água proveniente do afloramento do lençol freático provocado pela extração de areia)
- 6- Áreas urbanizadas (cidade, vilas, indústrias etc.)

Por fim, procedeu-se ao processamento final dos dados, resultando nos cálculos das áreas em hectares e das porcentagens de cada classe. Esses dados foram posteriormente transferidos para uma planilha *Excel*, onde foram utilizados para calcular a variação percentual entre os anos analisados.

Depois de finalizada a etapa de processamento de classificação, as imagens resultantes foram verificadas com base nas suas respectivas amostras de treinamento de acordo com os índices de precisão Kappa (K) presentes na Tabela 1 (MARTINEZ, 2015). O coeficiente Kappa quantifica a concordância entre a escolha de amostras realizadas pelo observados e a escolha feita de forma aleatória, incluindo neste cálculo um fator que subtrai a interferência do acaso, segundo Martinez (2015).

Tabela 1: Índice Kappa das classificações supervisionadas de cobertura e uso da terra

Ano	Índice Kappa
2005	0.9662
2014	0.9692
2022	0.9540

Fonte: Elaboração própria.

Os valores de Kappa provenientes das classificações estão todos acima de 0,81. Sendo assim, segundo Martinez (2015), correspondem a uma força de concordância almost perfect (quase perfeita).

RESULTADOS

Seguindo a finalidade da pesquisa em analisar e compreender as alterações na cobertura e uso da terra do distrito de Tamoios, principalmente as alterações provocadas pela extração de areia, foram feitas três classificações supervisionadas referentes aos anos de 2005, 2014, e 2022.

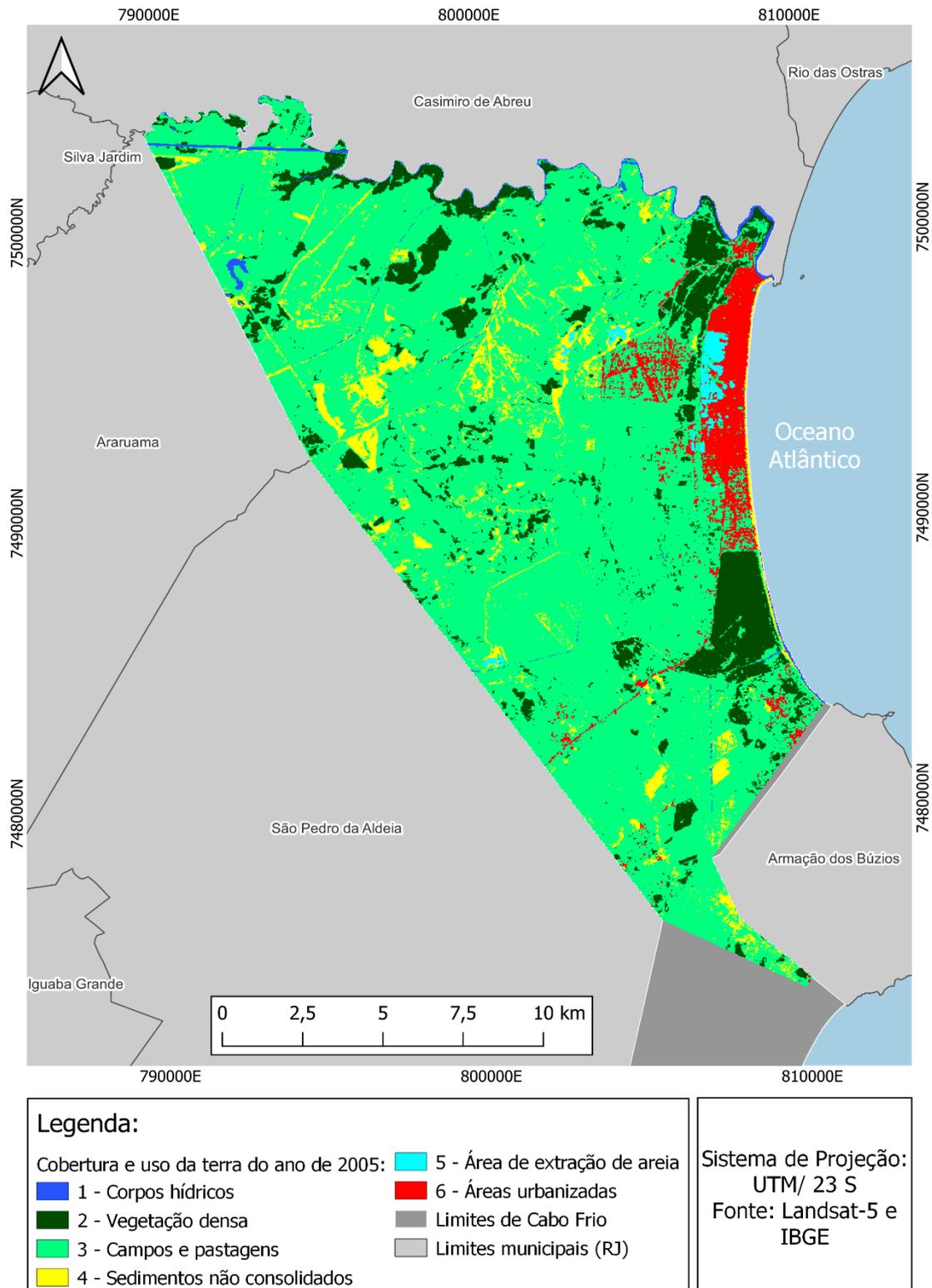
As Figuras 3, 4 e 5 representam os mapas finais da classificação supervisionada da cobertura e uso da terra, além das Tabelas 2 a 7 representarem os dados sobre área e variação das classes. Por último, a Tabela 8 representa a população de Cabo Frio e sua variação, e a Tabela 9 representa a população de Arraial do Cabo e Armação de Búzios, antigos distritos de Cabo Frio, somados com a população de Cabo Frio e as suas variações.

O ano de 2005 representa o início de uma nova fase da extração de areia no município de Cabo Frio, pois segundo Lobato et al. (2010, p.20) a extração de areia ilegal no distrito de Tamoios perdurou até as décadas de 1980 e 1990. Sendo possível se perceber cavas de extração de areia abandonadas perto da linha da costa e rodeadas pela expansão urbana até os dias atuais. A partir desse momento a extração passou a ocorrer através de cooperativas onde várias empresas exploraram juntas uma única grande cava que vai crescendo ao longo dos anos observados.

No ano de 2014 já é possível se perceber um aumento considerável da cava de extração de areia aberta na década dos anos 2000, além do surgimento de outra menor um pouco mais a sudoeste do distrito. No ano de 2014, segundo o DNPM (2015, p.178), Cabo Frio passa a figurar entre as principais cidades produtores de areia para construção civil do país, com 2 milhões de toneladas produzidas naquele ano.

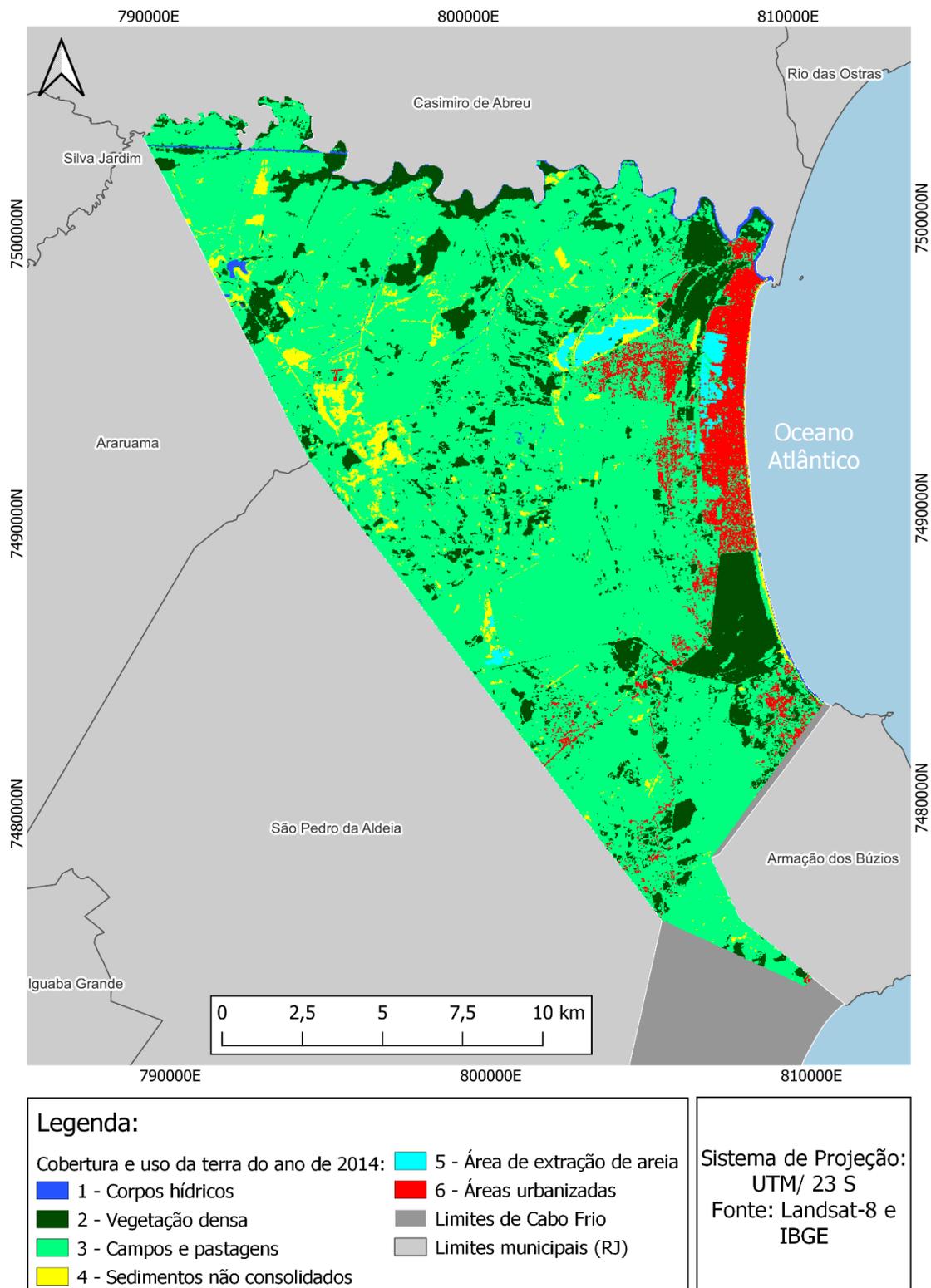
O ano de 2022 representa os tempos atuais, onde o estado do Rio de Janeiro enfrenta uma queda na produção de areia para construção civil com Cabo Frio não mais figurando entre as maiores cidades produtoras do país (ANM, 2017, p.14). Segundo SNIC (2023, p.11) após o ano de 2014 o Brasil enfrentou uma redução na produção de areia motivado por crises econômicas e políticas, além de um menor crescimento do PIB o que está relacionado com menor investimento na área da construção civil. (Rufino, 2021, p.93).

Figura 3: Mapa de cobertura e uso da terra do distrito de Tamoios (RJ) no ano de 2005.



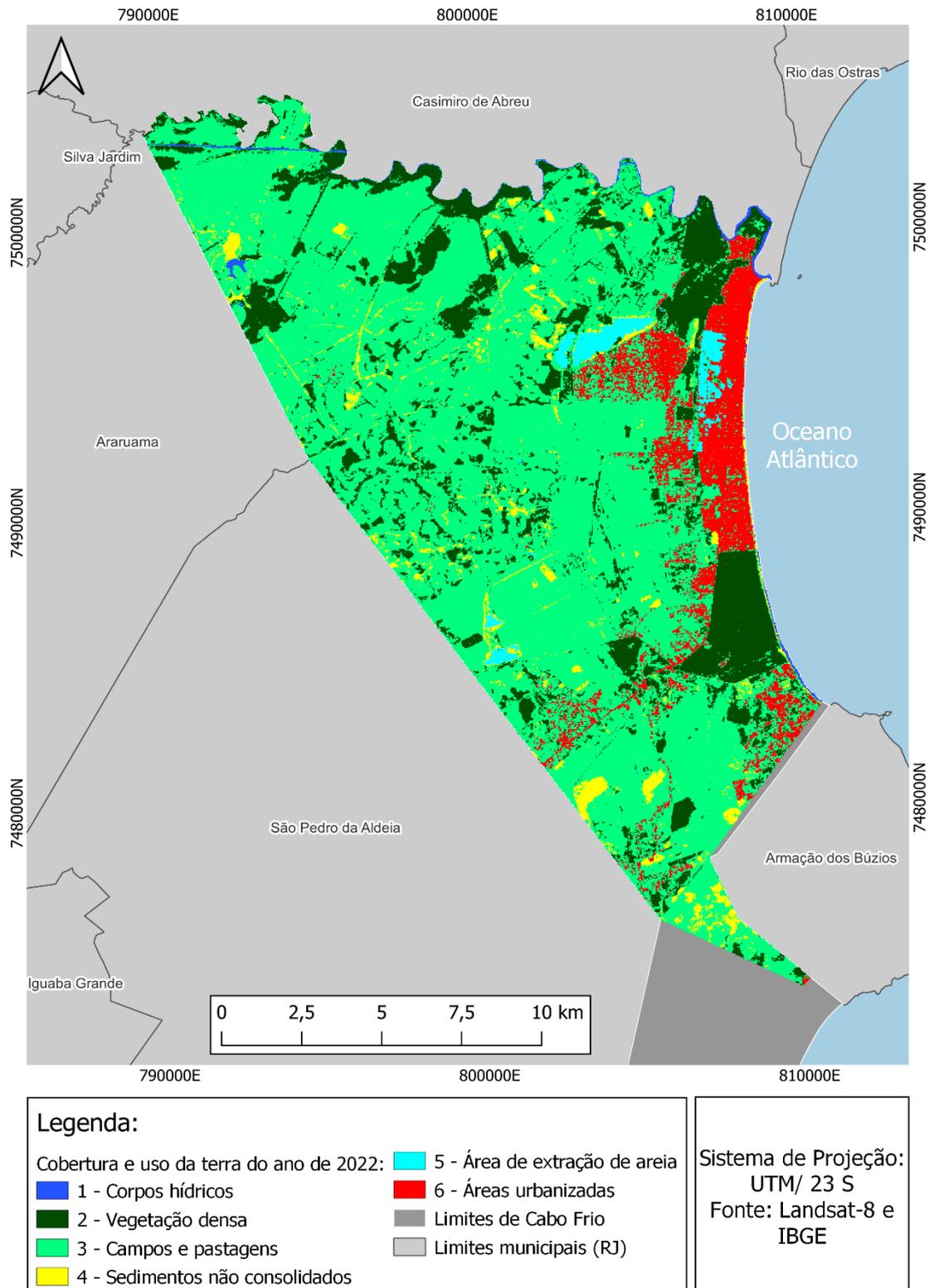
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4: Mapa de cobertura e uso da terra do distrito de Tamoios (RJ) no ano de 2014.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 5: Mapa de cobertura e uso da terra do distrito de Tamoios (RJ) no ano de 2022.



Fonte: Elaboração própria.

Partindo da análise dos dados numéricos obtidos pela classificação de cobertura e uso da terra, a primeira classe a ser analisada é a de Corpos hídricos com a Tabela 2, sendo referente a sua área em hectares e a variação ao longo do tempo.

Foi possível constatar uma considerável diminuição dessa classe, com uma diminuição total de 35%. Observou-se que a maior diminuição ocorreu em 2014 com 31%, representando quase a totalidade da redução e pode estar associada a diversos fatores. O primeiro fator que pode contribuir com essa diminuição seria o próprio ciclo hidrológico da região. Mesmo que se tenha adquirido as cenas em épocas do ano próximas, entre junho e agosto, durante o inverno (estação seca), grandes períodos de secas em dias anteriores às aquisições das cenas podem ter influenciado a diminuição da vazão do Rio São João (o principal da região) e do Rio Una.

Outro fator que pode explicar tal fato é o aumento da vegetação das matas ciliares em torno das seções retificadas do rio Una e pela recuperação das áreas de manguezal do rio São João. Esses fatores contribuem para ocultar o curso do rio nas imagens de satélite e criar a falsa sensação de redução da disponibilidade hídrica.

Tabela 2: Dados da classe Corpos hídricos e sua variação ao longo dos anos.

Corpos hídricos	Unidades Ha	Variação
2005	278,01	0%
2005 a 2014	192,24	-31%
2014 a 2022	181,98	-5%
Variação de 2005 a 2022	- 96,03	-35%

Fonte: Elaboração própria.

A segunda classe, Vegetação densa, está representada na Tabela 3. Tal classe aumentou 61% na série histórica analisada, dando destaque ao ano de 2014 com um crescimento de 32%. Se retomada a análise da variação dos Corpos hídricos no mesmo ano, pode-se criar uma relação entre a sua redução com a aumento da classe de Vegetação densa, pois como explicado anteriormente, algumas regiões de mata ciliar e do manguezal, após passarem por um processo de recuperação ambiental, acabam por ocultar a margem do curso dos rios.

No entanto, esse aumento está principalmente relacionado a questões ambientais. Após anos de pressões e fiscalização sobre a extração ilegal de areia no distrito, chegou-se à configuração atual, na qual as cavas criadas nas décadas de 1980 e 1990 foram abandonadas. Segundo Galiotto (2008, p.31), as empresas responsáveis pela exploração da areia passaram a se unir em cooperativas e a explorar uma única área em conjunto. Esse novo arranjo possibilitou a criação dos Parques da Preguiça, na parte central de Tamoios, e do Mico Leão Dourado, na parte mais ao norte. Ambos os parques foram estabelecidos com o intuito de preservar e recuperar os remanescentes da vegetação de Mata Atlântica e de mangue da área.

Outro fator que contribui para explicar esse aumento é o desinteresse do mercado imobiliário em áreas mais interiores e afastadas da costa, que são as áreas mais próximas aos municípios de Casimiro de Abreu, São Pedro da Aldeia e Araruama. Esse desinteresse tem resultado em uma lenta e gradual recuperação das áreas vegetadas. No entanto, em áreas mais próximas à costa, como a porção sudeste de Tamoios, tem-se observado um aumento significativo de áreas urbanizadas, especialmente em locais onde antes existiam vegetações densas. Isso revela que, apesar de constataremos um aumento dessa classe de cobertura vegetal, esse incremento pode ser reduzido se, em anos futuros, as áreas que se recuperaram devido ao abandono do interesse do mercado voltarem a ser atrativas para a exploração de areia ou outros recursos naturais, bem como para a especulação imobiliária.

Tabela 3: Dados da classe Vegetação densa e sua variação ao longo dos anos

Vegetação densa	Unidades Ha	Variação
2005	3309,21	0%
2005 a 2014	4370,22	32%
2014 a 2022	5331,96	22%
Variação de 2005 a 2022	2022,75	61%

Fonte: Elaboração própria.

A terceira classe representa Campos e Pastagens (Tabela 4). Essa classe é a de maior área dentre todas, superando em mais de 4 vezes a classe de Vegetação densa, e apresentou uma variação negativa de 10% no total, tendo quedas consecutivas em 2014 e

2022. Uma razão que pode explicar tal redução é que as áreas construídas se expandem preferencialmente sobre porções do território onde já não haja vegetação que possa dificultar a implementação dos empreendimentos. Outro fator, é a prática de grilagem de terras, onde áreas com vegetação nativa mais esparsa (restinga e campos) são desmatadas e loteadas sendo ocupadas aos poucos de forma irregular em um processo que pode durar anos e atrair cada vez mais pessoas para as áreas periféricas do distrito. Por fim, a redução pode estar também ligada ao aumento das áreas de vegetação densa oriundas da conservação através dos parques citados anteriormente.

Além de outro fato já citado de que as áreas mais distantes do litoral e com pouca infraestrutura para a construção de casas ou condomínios acabam sendo abandonadas e deixadas ao acaso. A falta de ruas asfaltadas e uma fácil locomoção aos destinos turísticos, que nessa área são principalmente as praias de Búzios e Cabo Frio, levam ao desinteresse de se ocupar as partes mais interiores, e, conseqüentemente, a vegetação volta a tomar conta dos terrenos desmatados tanto para agricultura como para a especulação imobiliária.

Entretanto, é importante ressaltar que a diminuição desta classe, embora pareça ser um sinal positivo de recuperação ambiental de áreas degradadas, pode estar ligado também a ocupação dessas antigas áreas por condomínios e casas de veraneio principalmente nas porções do litoral de Tamoios, uma área com bastante interesse do capital imobiliário.

Tabela 4: Dados da classe Campos e pastagens e sua variação ao longo dos anos

Campos e pastagens	Unidades Ha	Variação
2005	23543,2	0%
2005 a 2014	22758,3	-3%
2014 a 2022	21123,7	-7%
Variação de 2005 a 2022	-2419,5	-10%

Fonte: Elaboração própria.

A quarta classe (Tabela 5), representa os Sedimentos não consolidados. Essa classe apresentou forte queda entre 2005 e 2014, com uma diminuição de 38%, quase que igual a variação geral que foi de menos 39%. Para se entender por que houve uma diminuição tão abrupta, é preciso primeiro se retomar ao já citado fato da instalação de novas cavas de extração de areia a partir da proibição da extração nas antigas cavas formadas em 1980 e 1990.

A partir desse marco temporal para o distrito de Tamoios, houve a formação de uma nova dinâmica na formação dessas feições tecnogênicas no distrito, com o ano de 2005 podendo ser considerado como um dos anos de marco zero para se analisar essas novas feição que estava se formando e a queda dos sedimentos não consolidados. Tal redução está associada justamente ao crescimento dessas cavas, passando de três cavas separadas, porém muito próximas no ano de 2005 e com muita areia ao redor, para a união de duas cavas em uma e com a terceira se expandindo chegando ao passo de quase também se fundir as outras duas que se juntaram e com uma grande redução dos sedimentos que ficam ao redor dessas cavas.

Outro fator que é importante citar são as áreas degradadas e os pequenos morros que foram lentamente sendo retomados por vegetação arbustivas e passaram a ser considerados nas classes de Campos e pastagens. Há também o fato de grande parte das áreas onde ocorrem o plantio de cana estarem totalmente expostas, sem nenhum tipo de cobertura vegetal no ano de 2005, mas nos anos seguintes foram observadas uma retomada dessas áreas para o cultivo.

A finalização das obras de retificação de alguns canais de irrigação, iniciadas em 1970 e que servem de abastecimento para as plantações de cana de açúcar, de acordo com Galiotto (2008, p.56), também são um ponto a ser levado em consideração. As marcas das obras são bastante visíveis em 2005 por causa do acúmulo dos sedimentos de forma retilínea, e, nos anos seguintes, em alguns pontos é possível se observar a substituição desses sedimentos por canais de água, e em outros pontos por vegetação densa ou por pastagens.

Tabela 5: Dados da classe Sedimentos não consolidados e sua variação ao longo dos anos

Sedimentos não consolidados	Unidades Ha	Variação
2005	1806,66	0%
2005 a 2014	1112,94	-38%
2014 a 2022	1094,94	-2%
Variação de 2005 a 2022	-711,72	-39%

Fonte: Elaboração própria.

A quinta classe representa as Áreas de extração de areia (Tabela 6). Como citado anteriormente, no primeiro ano de análise se encontrava um cenário onde existiam várias cavas abandonadas na parte mais ao litoral de Tamoios e o surgimento de outras três cavas um pouco mais em direção ao continente, além de uma pequena cava mais a sudoeste próximo ao município de São Pedro da Aldeia.

Para o ano de 2014 houve um aumento de 77% em relação a 2005, com a três cavas que existiam na parte central se transformando em apenas duas, separadas por uma pequena faixa de terra e a aparição de outra cava mais próxima a que ficava na parte sudoeste do distrito, com esse ano sendo o de maior alteração tanto visual como no aumento da área da classe, pois no intervalo de 2014 para 2022 houve um aumento de apenas 15%.

O que pode ser entendido desses dados é que de 2005 para 2014 houve a expansão em área das cavas de areia, com elas crescendo em tamanho e ocupando um maior espaço na área do distrito, entretanto existe a possibilidade que a partir de 2014 em diante se tenha focado mais em aprofundar as cavas já existentes do que aumentar a área delas ou então criar novas. Como a medição foi feita apenas pela área em que elas ocupam e não por área mais a profundidade, pode ser que esse aumento de apenas 15% não reflita fielmente a realidade na qual se encontra essa atividade de extração, porém serão analisados na próxima classe os dados populacionais que podem trazer alguns esclarecimentos.

Tabela 6: Dados da classe Áreas de extração e sua variação ao longo dos anos

Áreas de extração	Unidades Ha	Variação
2005	211,14	0%
2005 a 2014	373,95	77%
2014 a 2022	431,1	15%
Variação de 2005 a 2022	219,96	104%

Fonte: Elaboração própria.

A última classe, de Áreas urbanizadas, está representada na Tabela 7, bem como nas tabelas 8 e 9 estão expostos dados populacionais de Cabo Frio e seus municípios vizinhos mais próximos.

Para a análise de classe de Áreas urbanizadas em Tamoios, primeiro é importante se destacar que houve um aumento de 39% entre 2014 e 2022 e que o intervalo entre 2005 e 2014 teve um aumento de 26%. Se retornarmos aos dados da tabela da classe de Área de extração de areia, podemos ver uma relação inversa, onde nos anos que as áreas construídas mais cresceram foram os anos que a extração de areia menos cresceu e quando houve maior extração houve menor urbanização. Esse comportamento é um fator interessante, pois pode levar a duas hipóteses.

Tabela 7: Dados da classe Áreas urbanizadas e sua variação ao longo dos anos

Áreas urbanizadas	Unidades Ha	Variação
2005	1320,93	0%
2005 a 2014	1663,65	26%
2014 a 2022	2308,86	39%
Variação de 2005 a 2022	987,93	75%

Fonte: Elaboração própria.

A primeira hipótese, que já foi apresentada anteriormente, onde o crescimento de apenas 15% da extração de areia pode estar relacionado à expansão da profundidade das cavas já existentes, ao contrário dos outros anos em que a sua área crescia.

A segunda seria em relação aos dados populacionais descritos na Tabela 8 e 9. Infelizmente, pelo menos até o momento da realização dessa pesquisa, não existem dados populacionais somente do distrito de Tamoios, sendo assim, é preciso pegar os dados do município inteiro para ser feita a análise. De início, podemos perceber que os anos de maior crescimento e menor crescimento da população estão parecidos com o da extração de areia - 2010/2014 maior crescimento e 2021/2022 menor crescimento - sendo assim, pode ser que a população de Tamoios tenha crescido em uma proporção maior do que a população total do município de Cabo Frio, o que justificaria os anos de 2014 a 2022 serem os de maior crescimento das áreas urbanizadas.

Entretanto, Tamoios se relaciona com o município de Cabo Frio de forma desigual, sendo Tamoios e seus bairros uma zona periférica de Cabo Frio e por causa da mobilidade urbana e difícil acesso ao centro para as populações menos favorecidas alguns outros municípios acabam sendo de mais fácil acesso que o próprio centro de Cabo Frio.

Tabela 8: Dados populacionais de Cabo Frio entre 2000 e 2021.

	2000	2010	2021
Cabo Frio	126894	186227	234077
Variação anual	0%	47%	26%

Fonte: IBGE (2023)

Tabela 9: Dados populacionais de Cabo Frio, Arraial do Cabo e Armação de Búzios bem como a variação da população total desses municípios entre 2000 e 2021

	2000	2010	2021	Variação total
Armação de Búzios	18179	27560	35060	93%
Arraial do Cabo	23864	27715	30827	29%
Cabo Frio	126894	186227	234077	84%
População somada	168937	241502	299964	78%
Variação anual	0%	43%	24%	

Fonte: IBGE (2023)

Armação de Búzios e Arraial do Cabo, ambos já foram distritos de Cabo Frio e junto do próprio representam os maiores polos turísticos da Baixada Litorânea. Por ser mais afastado e apresentar uma geografia que impede que o crescimento populacional seja muito exacerbado, Arraial do Cabo pode não influenciar tanto no distrito de Tamoios, entretanto o município de Búzios acaba sendo mais próximo desse distrito do que até o próprio centro urbano de Cabo Frio. Desta forma, existe a probabilidade da influência de que o crescimento populacional deste município ocasionar o elevado crescimento das áreas urbanas de Tamoios, pois Búzios acaba por se configurar como um segundo centro urbano para Tamoios, sendo área periférica desse segundo polo turístico.

Vale-se destacar também que, segundo Lelles et al. (2004, p.440), o material mineral da extração de areia apresenta baixo valor agregado, com o transporte sendo 2/3 do valor final do produto. Logo, a exploração de areia ocorre preferencialmente próximo a localidades em expansão. Com isso, o distrito de Tamoios acaba sendo responsável por abastecer a demanda de areia de Cabo Frio, com 84% de crescimento populacional nas últimas duas décadas, e Armação de Búzios com 93%, isso sem citar os outros municípios da Baixada Litorânea, que segundo, Corrêa (2013, p.69), tiveram aumento populacional superior de 50% entre 1990 e 2010, além de também ter que suprir a demanda do próprio distrito que aumentou sua área urbanizada em 75%.

CONCLUSÃO

Através do mapeamento de cobertura e uso da terra do distrito de Tamoios, foi possível se perceber a transformação e inúmeros processos de alteração do relevo motivados por ações humanas que ocorreram na área entre os anos de 2005 e 2022. Notou-se a retificação de canais do rio São João para o uso agrícola, o que inicialmente resultou no acúmulo de sedimentos não consolidados em torno desses canais no ano de 2005. Conforme o passar dos anos e o término das obras, houve uma redução importante nesta classe. Essa redução também está relacionada ao aumento das cavas de extração de areia que foram se expandindo até passarem de 211 ha em 2005 para 431 ha em 2022.

Uma hipótese levantada é que as cavas de extração estejam entrando em um novo ciclo no processo de produção, com um aumento maior na profundidade do que na área, fato que pode ser confrontado ao se analisar o crescimento das áreas urbanas de Tamoios

de 1663 ha em 2014 para 2308 ha em 2022, diferente da extração de areia que apresentou o menor crescimento da sua própria variável nesse mesmo intervalo de tempo.

A classe de Vegetação densa apresentou um importante aumento de 61% ao final dos anos analisados, o que revela a notável influência que a Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João tem desempenhado na área para a recuperação dos resquícios de Mata Atlântica. Outras classes como Corpos hídricos e Campos e pastagens, ambas apresentaram quedas, com os Corpos hídricos em redução de 35%, o que pode estar relacionado justamente ao aumento das áreas vegetadas que ocultam os cursos dos rios com vegetação e os Campos e pastagens com diminuição de 10%, entretanto com vários fatores que podem justificar sua queda, como o próprio aumento da vegetação como também o aumento das áreas urbanas que preferencialmente ocorrem sobre essa classe.

Os estudos de cobertura e uso da terra ressaltam a importância de um planejamento urbano e ambiental adequado para a região de Tamoios, com o objetivo de garantir e preservar as áreas vegetadas e os remanescentes de Mata Atlântica tão devastados desde os tempos de colônia, além da mitigação dos impactos da expansão urbana desordenada e a extração de areia ilegal. O monitoramento contínuo da cobertura vegetal aliado a aplicação de políticas públicas para a preservação se faz fundamental para assegurar a sustentabilidade e a proteção dos recursos naturais nessa região costeira tão sensível e rica em biodiversidade.

Por fim, essa pesquisa foi desenvolvida com o intuito de servir como base metodológica para futuras pesquisas a cerca do crescimento populacional, das áreas urbanas e dos relevos tecnogênicos em áreas costeiras. As cavas de extração de areia são fruto das ações humanas que moldaram a paisagem a ponto de criar novas feições que cada vez mais tem ganhado destaque nas discussões geográficas sobre os impactos das atividades humanas e como serão classificadas futuramente essas novas formas de relevo, que, como demonstrado na pesquisa, são permanentes na paisagem do distrito de Tamoios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). Sumário Mineral. Disponível em: < <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral>> Acesso: 18 ago. 2020.
- BATISTELLA, Mateus; MORAN, Emilio, F. Geoinformação e monitoramento ambiental na América Latina. 1. ed. São Paulo: SENAC, 2008. 277p.
- CONGEDO, Luca. Tutorial: Land Cover Classification Using the Semiautomatic Classification Plugin v. 3.0 “Rome” for QGIS. Disponível em <<http://fromgistors.blogspot.com/>>. Acesso: 24 out. 2020.
- _____. Semi-Automatic Classification Plugin Documentation. Disponível em: <<https://semiautomaticclassificationmanualv5.readthedocs.io/en/latest/>> Acesso: 24 jan. 2020.
- CORRÊA, Wanderson. Barreto. Metodologia de Diagnóstico Paisagístico de Orla Marítima: contribuição ao gerenciamento costeiro do município de Cabo Frio, RJ. 2013. 218 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). Sumário Mineral. Disponível em: < <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-1>> Acesso: 18 ago. 2020.
- FERNANDEZ, Guilherme. Borges; MUEHE, Dieter. A influência de sedimentos fluviais na morfologia da praia e antepraia no embaçamento Rio das Ostras - cabo Búzios, RJ. Revista Geosul (UFSC), Santa Catarina, v. 1, p. 1-6. 1998.
- GALIOTTO, Ernesto. Natureza Intacta & Agredida: 30 anos de luta ambiental. 1. ed. Rio de Janeiro: E. Galiotto, 2008. 336p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual Técnico de Uso da Terra. Manuais Técnicos em Geociências. 2. ed., n. 7. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 170p.
- _____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>> Acesso em: 18 mar. 2021
- LELLES, L. C. Avaliação qualitativa de impactos ambientais oriundos da extração de areia em cursos d’água. 2004. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- LIMA, Luana, Alves de; CALONIO, Lidia, Waltz; MENEZES, Juliana. Mapeamento do uso e cobertura do solo e suas implicações na qualidade da água subterrânea. Estudo de caso: Distrito de Tamoios, CaboFrio/RJ. Caderno de Estudos Geoambientais – CADEGEO, Rio de Janeiro, vol. 02, n.01, p. 05-13, 2011.
- LOBATO, Rodrigo; MENEZES, Juliana; LIMA, Luana Alves; SAPIENZA, José. Augusto. Índice de vegetação por diferença normalizada para análise de redução da Mata Atlântica na região costeira do Distrito de Tamoios – Cabo Frio/RJ, Caderno

de Estudos Geoambientais – CADEGEO, Rio de Janeiro, vol. 01, n.01, p. 14-22, 2010.

MARTINEZ, Edson. Zangiacomi. Coeficiente Kappa. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OGKFTh0EPoc>>. Acesso: 13 dez. 2015.

MELO, Erick. Silva. Omena de. Gênese da Urbanização Turística em Cabo Frio (1950-1978). In: XIV ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 14., 2011, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ANPUR/UFRJ, 2011, v. 14 n.1.

MIYAZAKI, Leda, Correia. Pedro. Depósitos tecnogênicos: Uma nova perspectiva de leitura geográfica. Quaternary and Environmental Geosciences, Paraná, vol. 05, n.2, p. 53-66, 2014.

PELOGGIA, Alex, Ubiratan, Goossens. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do tecnógeno: Proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 27, n.3, p. 257-258, setembro de 1997.

RUFINO, João, Victor, Pequeno. Monitoramento de Áreas de Extração de Areia Na Região Hidrográfica Guandu (RJ) com o uso de Geotecnologias. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal Rural do Estado do Rio de Janeiro, 2021, 118 p.

SAUSEN, Tania, Maria. Sensoriamento remoto e suas aplicações para recursos naturais. Disponível em: <https://educacaoespacial.files.wordpress.com/2010/10/ijespacial_14_sensoriamento_remoto.pdf>; <tania@ltid.inpe.br>. Acesso: 27 mar. 2018.

SINDICATO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE CIMENTO (SNIC). Resultados Preliminares, 2023. Disponível em: <<http://snic.org.br>> Acesso: 24 out. 2020.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Earth Explorer. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>> Acesso: 24 jan. 2020.