

ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DOS USOS E COBERTURAS DA TERRA NO MUNICÍPIO DE CACHOEIRAS DE MACACU - RJ

José Diego da Silva Tavares ¹
Paola Nogueira da Silva ²
Victor Damasceno Pimentel Guimarães ³
Vinícius da Silva Seabra ⁴

INTRODUÇÃO

Muito se discute sobre os impactos causados no meio ambiente pelas atividades humanas. Portanto, entender como o homem ocupa o espaço geográfico, é fundamental nos estudos relacionados às mudanças dos elementos naturais da superfície terrestre.

De acordo com Jensen (2007), o uso da terra se refere à forma em que o homem utiliza a terra. Já o termo cobertura da terra é como os materiais biofísicos se distribuem pela superfície terrestre, considerando o aspecto das ações humanas. Sendo assim, análises voltadas para o uso e cobertura da terra é um procedimento crucial que fornece informações valiosas sobre as pressões e impactos no meio ambiente resultantes das atividades humanas, pois possibilita entender como as ações humanas afetam cada vez mais a paisagem natural ao longo dos anos.

Para entender as mudanças de uso e cobertura, Seabra (2009) sinaliza que é necessário obter contribuições que se fundamentam em dados ambientais capazes de auxiliar a compreensão do funcionamento dos diversos sistemas integrados ao homem e à natureza, no qual o uso do Sensoriamento Remoto e de metodologias do Geoprocessamento viabilizam e propõem soluções de baixo custo e resultam em diagnósticos eficientes.

Localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, o município de Cachoeiras de Macacu faz parte da rede urbana da capital fluminense, e em virtude disto acabou sofrendo

¹ Graduando do Curso de **Geografia** da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - RJ, josediegodasolvataavares@gmail.com;

² Graduanda pelo Curso de **Geografia** da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - RJ, pnpaolanogueira@gmail.com;

³ Graduando do Curso de **Geografia** da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - RJ, victor.dpguimaro@gmail.com;

⁴ Professor orientador: Professor titular do Departamento de **Geografia** da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - RJ, vinigeobr@yahoo.com.br

com o avanço dos municípios populosos ao seu redor (figura 1), o que resultou num processo de crescimento da sua área urbana a partir da década de 1940.

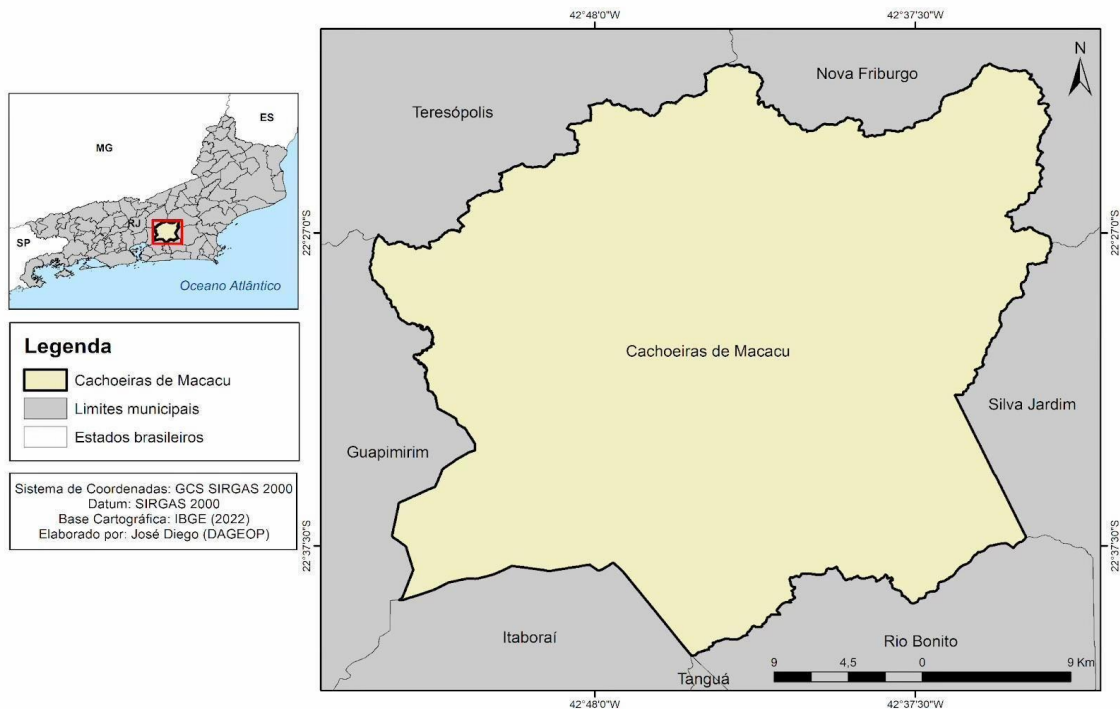
O município apresenta uma notável diversidade de paisagens e de características morfoclimáticas, pois, enquanto temos áreas predominantemente planas nos vales dos rios com uma vegetação expressiva, ainda no mesmo município, é notável a presença de áreas montanhosas, de clima ameno e vegetação densa, como é o caso da região norte do município, pertencente ao Parque Estadual dos Três Picos, região composta geologicamente por rochas graníticas e gnáissicas pertencentes ao Terreno Oriental da Faixa Ribeira (HEILBRON *et al.*, 2000 *apud* FREITAS *et al.*, 2017).

De acordo com o INEA, o Parque Estadual Três Picos é a Unidade de Conservação que possui o maior índice de biodiversidade do Estado do Rio de Janeiro. Outra importante Unidade de Conservação presente no território é a APA da bacia do rio Macacu, que tem como objetivo proteger as faixas marginais do rio Macacu e seus afluentes, visto que é o maior contribuinte da Baía de Guanabara.

Posto isso, a escolha da área se justifica pois o município de cachoeiras de Macacu possui uma grande biodiversidade e abrange a bacia do rio Macacu, caracterizando a importância de estudos relacionados ao monitoramento de suas terras, visto que o avanço da metrópole reflete em sua expansão urbana, além de expressiva atividade agropecuária em sua região.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

Localização do município de Cachoeiras de Macacu



Fonte: Os autores (2024)

Nesse sentido, o objetivo da pesquisa é a análise das quantificações e a realização da análise da distribuição do uso e cobertura da terra na área do município de Cachoeiras de Macacu. Visando atender o objetivo, foi feito o cálculo das áreas e percentuais de cada classe temática a partir de análises espaciais, utilizando o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

METODOLOGIA

Visando alcançar o objetivo proposto, fez-se uso de ferramentas de Sensoriamento remoto e Geoprocessamento. As informações utilizadas em ambiente SIG foram disponibilizadas a partir da interpretação de imagens de satélite Sentinel 2, sensor MSI, do ano de 2022, onde se fez uso da metodologia Classificação Baseada em Objetos (GEOBIA).

A GEOBIA é uma classificação semiautomática que através da modelagem do conhecimento simula técnicas de interpretação visual para distinguir feições, se fundamentando em padrões identificadores como textura, cor, métrica e contexto. (Cruz et. al, 2007)

Para o mapeamento, optou-se por imagens com a menor presença de nuvens, disponibilizadas pela Agência Espacial Europeia (ESA). Essas imagens foram adicionadas a

um projeto no *software eCognition*, no qual foram utilizadas 10 das 13 bandas espectrais do sensor, com exceção das bandas de 60 m de resolução espacial, sendo elas: B01, B09 e B10, pois não se adequam ao objetivo do mapeamento.

Em segundo momento, foi gerado um conjunto de índices radiométricos para compor o conjunto de descritores para auxiliar na classificação. Na etapa de segmentação, o melhor parâmetro de escala encontrado foi 150, com índice de forma 0,1 e compacidade 0,5. Posteriormente foi feita a estrutura das classes temáticas do mapeamento, realizando no mínimo 14 amostras de cada classe. Em seguida, o trabalho passou pela modelagem do conhecimento, realizando ajustes nos modelos.

Com o intuito de contribuir para o avanço metodológico, foi feita uma avaliação do nível de acertos e confusões na classificação. Para isso, utilizamos a metodologia de validação por amostragem aleatória e estratificada, tendo como base as imagens do Google Earth Pro. Sendo assim, em uso da ferramenta *feature to point*, do *software ArcGis*, foram gerados centróides para os polígonos de cada classe temática, totalizando cerca de 2499 pontos.

Através do módulo *Geostatistical Analysis*, manuseando a ferramenta *subset features*, os pontos de cada classe passaram por uma seleção estatística aleatória de 20%, totalizando 500 pontos. Esses pontos carregam em seus atributos o nome da classe a que pertencem. Eles foram adicionados ao Google Earth Pro, onde cada um foi validado. As imagens do Google Earth proporcionam a validação, conforme Lopes (2009) constata que essas imagens possuem uma maior precisão geométrica em comparação com bases de dados utilizadas em mapeamento.

Por fim, a partir do Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o *software ArcGis*, realizou-se um levantamento de dados quantitativos para cada classe temática, que permitiu analisar espacialmente as informações obtidas a partir dos dados. Segundo Fitz (2008), o SIG viabiliza coletar, armazenar, manipular, visualizar e analisar dados espaciais que estão atrelados a um sistema de coordenadas. Portanto, as geotecnologias são ferramentas eficazes para o monitoramento da distribuição do uso e cobertura da terra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados, foram obtidos os dados quantitativos da presente área de estudo em km², e suas respectivas porcentagens (Tabela 1). Esses dados permitem inferir que há três principais usos predominantes: Floresta (64,28%), Agropasto (33,64%), e Área Urbana (1,48%).

TABELA 1: DADOS QUANTITATIVOS DO USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE CACHOEIRAS DE MACACU - RJ

Afloramento Rochoso	1,39	0,15
Agropasto	321,31	33,64
Áreas Úmidas	0,56	0,06
Áreas Urbanas	14,10	1,48
Corpos Hídricos	3,81	0,40
Floresta	614,06	64,28
Solo Exposto	0,04	0,00
TOTAL	955,28	100,00

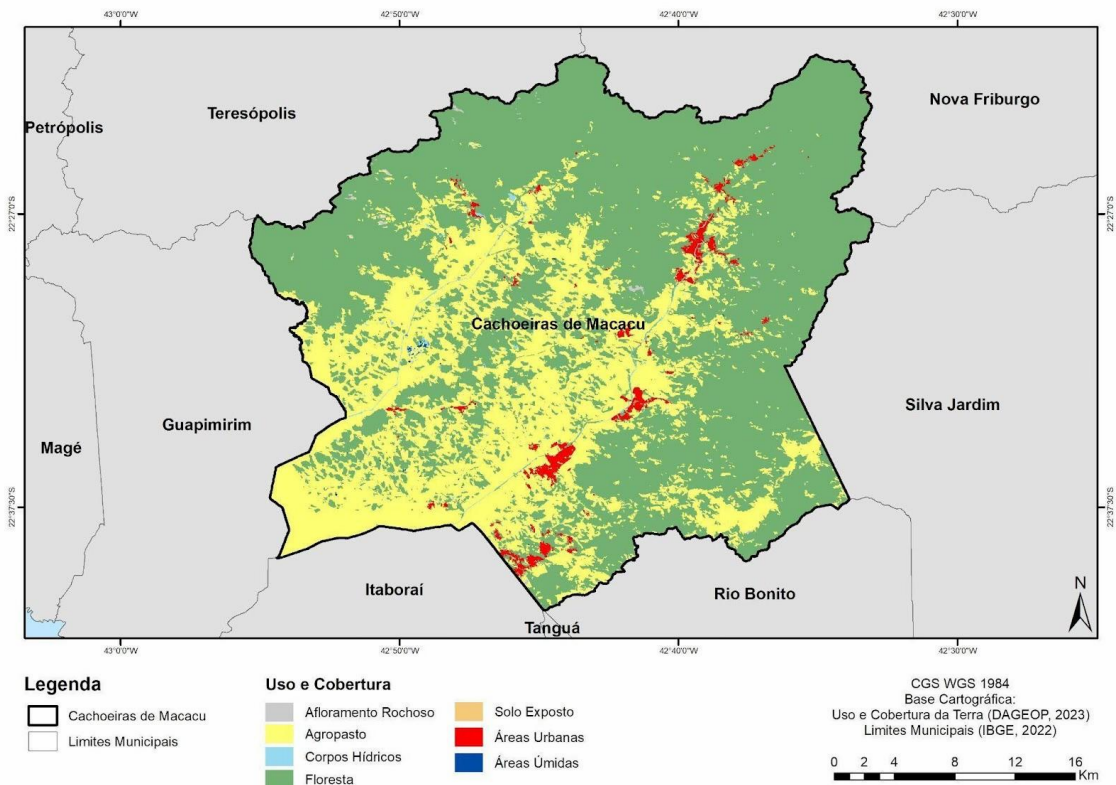
Fonte: Os autores, 2024.

Em seguida o mapa temático de uso e cobertura da terra do município de Cachoeiras de Macacu (Figura 2) foi gerado, viabilizando análises espaciais referentes a essa distribuição em conjunto aos dados calculados acerca da área.

É possível notar uma certa discrepância no tocante à distribuição dos usos pela área do município. Por exemplo, a classe de área urbana corresponde a apenas 1,48% da área do município. Isso se deve ao fato de que Cachoeiras de Macacu se trata de um município que não dispõe de uma população e mancha urbana tão densos e expressivos como em boa parte dos outros municípios da Região Metropolitana, devido principalmente à distância da cidade com a capital fluminense.

Além disso, percebe-se uma presença marcante da cobertura florestal na área do município. Isso se justifica, além do exposto no parágrafo anterior, também pela presença e estabelecimento de Unidades de Conservação no município. Dentre elas, duas merecem destaque, por serem as maiores e mais expressivas: a Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Macacu e o Parque Estadual dos Três Picos.

Figura 2. Mapeamento de uso e cobertura da terra.



Fonte: Os autores (2024).

Também é possível notar uma expressiva presença de agropastos, que ocorre principalmente ao longo das planícies e morrotes do município, classificando o município como de grande vocação agropastoril. As classes de afloramento rochoso (0,15%), áreas úmidas (0,06%), corpos hídricos (0,40%) e solo exposto com 0,04 km² se encontram espalhadas em pequenas porções na área.

A partir da validação através do Google Earth Pro, foram assinalados os erros e acertos de cada classe temática. Essas informações foram inseridas na matriz de confusão (tabela 2), possibilitando analisarmos as dificuldades da classificação do mapeamento.

Os dados da tabela apresentam as omissões e comissões, onde os erros de omissão representam quais classes não foram corretamente classificadas pois ocorre uma subestimação das classes. Já os erros de comissão são as classes que foram classificadas equivocadamente, ou seja, classes superestimadas, não pertencentes a classe em que se encontram. Sendo assim, podemos verificar que a classe agropasto apresenta maior subestimação em relação às demais classes, enquanto a classe floresta foi a mais comissionada. Em relação a validação, é possível afirmar que o mapeamento teve um bom desempenho, visto que alcançou um Índice de Exatidão Global de 0,66 e Índice Kappa de 0,52 (tabela 3).

TABELA 2: MATRIZ DE CONFUSÃO DO MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA

Classes	Aflor. Rochoso	Agropasto	Áreas Úmidas	Áreas Urbanas	Corpos Hídricos	Floresta	Solo Exposto	Total
Aflo. Rochoso	10	3	0	0	0	0	3	16
Agropasto	2	118	0	10	34	32	8	204
Áreas Úmidas	0	2	11	0	1	2	0	16
Áreas Urbanas	0	6	0	23	0	0	0	29
Corpos Hídricos	0	2	0	1	33	6	2	44
Floresta	0	36	7	4	9	135	0	191
Solo Exposto	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	12	167	18	38	77	175	14	500
Comissão	83,33	70,66	61,11	60,53	42,86	77,14	7,14	100,00
Omissão	62,50	57,84	68,75	79,31	75,00	70,68	100,00	100,00

Fonte: Os autores, 2024.

O índice Kappa pode ser definido como uma medida de associação usada para descrever e testar o grau de confiabilidade e precisão na classificação (Perroca e Gaidzinski, 2003).

TABELA 3: ÍNDICE DE QUALIDADE KAPPA

Valor de Kappa	Qualidade
<0,0	Péssima
0,0 - 0,20	Ruim
0,20 - 0,40	Razoável
0,40 - 0,60	Boa
0,60 - 0,80	Muito Boa
0,80 - 1,00	Excelente

Fonte: Adaptado de Landis e Koch, 1977.

Diversos erros presentes na tabela ocorrem por conta da confusão entre floresta e agropasto, que através da imagem de satélite, pode possuir uma aparência semelhante, com tonalidades parecidas. Entretanto, através da análise manual, e da percepção da conjuntura espacial que engloba o ponto analisado, é possível avaliar se ele é realmente pertencente àquela classe, ou se foi um erro de imprecisão e/ou leitura equivocada. Outro erro comum foi a confusão entre agropasto e urbano, visto que fazendas, e outras construções destinadas à atividade agropecuária foram confundidas com a configuração urbana. Também estavam presentes erros de imprecisão da ferramenta, já que muitos pontos se aproximavam do objeto pretendido, mas estavam fora do que se poderia considerar a classe devida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da produção cartográfica e processamento dos dados, utilizando ferramentas do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, foi possível estabelecer um monitoramento da distribuição do uso e cobertura da terra no município de Cachoeiras de Macacu. Os resultados transparecem uma pequena parcela de área urbanizada, indicando uma fraca ou incipiente taxa de urbanização do município. Em contraste, há uma grande participação da cobertura florestal, o que pode ser um indicador da presença das Unidades de Conservação. Outro fator que foi observado: a forte presença de atividade agropastoril, o que indica uma forte atuação do setor primário econômico.

Levando em conta a técnica de classificação baseada em objetos utilizando as imagens de alta resolução do satélite Sentinel 2, foi possível entender como se distribuem os usos e coberturas no município, graças à gama de descritores que essa classificação de imagem possibilita. Além disso, após a geração dos pontos, através da ferramenta *subset features* do *ArcGis*, foi feita a validação manual dos pontos, o que indicou um índice “bom”, segundo o índice de confiabilidade Kappa. Portanto, ambas metodologias se destacam por sua eficiência e adequação ao objetivo proposto.

Dada uma alarmante emergência climática e má administração dos recursos naturais, é crucial a elaboração de dados que disponibilizam informações espaciais para monitorar e analisar não só a distribuição dos recursos naturais, como também o avanço da atividade humana sobre o espaço, para assim garantir que o prejuízo ambiental seja minimizado. À vista disso, o uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) gerou resultados satisfatórios, contribuindo para o monitoramento do município.

Palavras-chave: GEOBIA, Sentinel, Uso e cobertura da terra, Análise espacial.

REFERÊNCIAS

CRUZ, C.B.M., VICENS, R.S., SEABRA, V.S., REIS, R.B., FABER, O.A., RICHTER, M., ARNAUT, P.K.E., ARAUJO, M. **Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000.** XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Florianópolis, Brasil. 2007.

FREITAS, M. M., SILVA, L. G. E., e TUPINAMBÁ, M. **DOMÍNIOS GEOMORFOLÓGICOS NO PARQUE ESTADUAL DOS TRÊS PICOS - RJ E SUA RELAÇÃO COM ASPECTOS GEOLÓGICOS.** Rio de Janeiro: 2017. *Sociedade & Natureza*, 29, 63–77. <https://doi.org/10.1590/1982-451320170105>

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo, Oficina de Textos, 2008. p.23

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). **Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Macacu.** Disponível em: < <https://www.inea.rj.gov.br/biodiversidade-territorio/conheca-as-unidades-de-conservacao/apa-da-bacia-do-rio-macacu/>>. Acesso em: 22 de abr. de 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). **Parque Estadual Três Picos.** Disponível em: <<https://www.inea.rj.gov.br/biodiversidade-territorio/conheca-as-unidades-de-conservacao/parque-estadual-dos-tres-picos/>>. Acesso em: 22 de abr. de 2024.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** Tradução José Carlos Neves Epiphanyo (Cor.) et al. São José dos Campos, SP. 2ª Edição. 2007

LANDIS, J. Richard; KOCH, Gary G. **An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers.** *Biometrics*, p. 363-374, 1977.

PERROCA, Márcia Galan, GAIDZINSKI, Raquel Rapone. **Avaliando a confiabilidade interavaliadores de um instrumento para classificação de pacientes: coeficiente Kappa.** *Revista da da Escola de Enfermagem. USP, São Paulo*, 2003. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/reeusp/a/GjLgqxS67C4w3zzJsXxZTcw/#>> Acesso em 27 de abr. de 2024.

SEABRA, da S.V. **Geotecnologias e Estudos Ambientais: Conceitos e Aplicações.** *Revista Ambientale*, volume 1, nº1 (2009) 27-36