

Análise das mudanças de uso e cobertura da terra na reserva de desenvolvimento sustentável municipal piraquê-açu e piraquê-mirim nos anos de 1985 e 2020

Analysis of land use and land cover changes in the municipal sustainable development reserve piraquê-açu and piraquê-mirim in the years of 1985 and 2020

Análisis de los cambios de uso de suelo y cobertura en la reserva municipal de desarrollo sostenible piraquê-açu y piraquê-mirim en los años 1985 y 2020

Joyce Santiago Moreira ¹  <https://orcid.org/0000-0002-1854-575X>

Natasha Marques de Paula Santos ¹  <https://orcid.org/0000-0002-3950-5810>

André Luiz Lopes de Faria ²  <https://orcid.org/0000-0003-0492-9725>

¹ Universidade Estadual de Campinas  - Campinas (SP), Brasil

² Universidade Federal de Viçosa  - Viçosa (MG), Brasil

Autor de correspondência: j203570@dac.unicamp.br

Recebido: 15 Jun. 2023. Aceito: 02 Ago. 2023

Editor de seção: Antônio Carlos Oscar Junior

Resumo

O processo de ocupação humana no Brasil, ao longo de sua história, culminou em diversas transformações nas características naturais da paisagem. Assim, para conter a degradação de determinadas áreas e a conservação de fauna e flora, instituiu-se as Unidades de Conservação, sendo uma delas a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (RDSMPAPM), antiga Reserva Ecológica (RE) no Espírito Santo (ES). Neste trabalho, para reconhecer as mudanças de uso e cobertura da terra na RDSMPAPM, mapeou-se seus diferentes usos para os anos de 1985 e 2020, realizou-se consulta bibliográfica e trabalho de campo. Para tanto, utilizou-se a ferramenta de classificação por Maximum Likelihood Classification (MLC) no software ArcGis® 10.5. Destaca-se que esta é uma área complexa em termos de conflitos diversos, que apresentou alteração de RE para RDS e que sofreu com a ocorrência de um evento climático extremo, como evidenciado no ano de 2016. Como resultados, constatou-se alterações no uso e cobertura da terra, como a redução da área de mangue de 66,80% para 53,40%, o que levantou hipóteses sobre os processos de transformação da paisagem na RDSMPAPM.

Palavras-chave: Unidade de conservação. Uso e cobertura da terra. Mangue. Classificação supervisionada. Eventos climáticos.

Abstract

The human occupation process in Brazil, throughout its history resulted in several transformations in natural characteristics of the landscape. Thus, to contain the degradation process and conservation of fauna and flora, Conservation Units were instituted, such as Piraquê-Açu and Piraquê-Mirim Municipal Sustainable Development Reserve (PAPMMSDR), which was an Ecological Reserve in Espírito Santo state. In order to recognize changes in land use and land cover in the PAPMMSDR, different uses and cover for the years 1985 and 2020 were mapped and bibliographical consultation and field work were carried out. For this purpose, the Maximum Likelihood Classification tool was used in ArcGis® 10.5 software. It is important to consider that it is a complex area in terms of several conflicts, it changed from Ecological Reserve to Sustainable Development Reserve and suffered from the occurrence of an extreme weather event, as evidenced in 2016. The results were changes in land use and cover, such as the reduction of the mangrove area from 66.8% to 53.4%, which brought hypotheses about changes in landscape in the PAPMMSDR.

Keywords: Conservation unit. Land use and cover. Mangrove. Supervised Classification. Weather events.

Resumen

El proceso de ocupación humana en Brasil culminó con varias transformaciones en las características naturales del paisaje. Así, para contener la degradación de ciertas áreas, fueron instituidas Unidades de Conservación, una de las cuales es la Reserva Municipal de Desarrollo Sostenible Piraquê-Açu y Piraquê-Mirim (RDSMPAPM), antigua Reserva Ecológica (RE) en Espírito Santo (ES). En este trabajo, con el fin de reconocer los cambios de uso y cobertura del suelo en el RDSMPAPM, se mapearon los diferentes usos del suelo para los años 1985 y 2020, se realizó consulta bibliográfica y trabajo de campo. Para ello se utilizó la herramienta Clasificación de Máxima Verosimilitud (MLC) en el software ArcGis® 10.5. Cabe destacar que esta es una zona compleja en cuanto a diversos conflictos, que cambió de RE a RDS y que sufrió por la ocurrencia de un evento climático extremo, como se evidenció en el año 2016. Como resultado, los cambios en el uso y cobertura del suelo, como la reducción del área de manglar de 66,80% a 53,40%, lo que planteó hipótesis sobre los procesos de transformación del paisaje en el RDSMPAPM.

Palabras-clave: Unidad de conservación. Uso del suelo y cobertura del suelo. Mangle. Clasificación supervisada. Eventos meteorológicos.

Introdução

O processo crescente de ocupação humana no Brasil culminou em diversas transformações nas características naturais da paisagem, principalmente em regiões costeiras onde, historicamente, houve uma ocupação progressiva. Dentre essas modificações, destaca-se a remoção da cobertura vegetal, ocasionando, conseqüentemente, um possível desequilíbrio ambiental.

Dessa forma, com o intuito de conter a degradação de determinadas áreas e preservar a natureza e sua biodiversidade, o Brasil estabeleceu a Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000, que fomenta o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Dentre as áreas abarcadas pelo SNUC encontra-se a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), que tem por objetivo, resguardar a natureza concomitantemente ao uso e manejo sustentável de populações tradicionais que habitam esses locais.

Uma delas é a área de estudo contemplada por este trabalho: a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (RDSMPAPM), um ambiente de manguezal localizado no litoral norte do Espírito Santo (ES). A RDSMPAPM obtém destaque pois, de acordo com Pazolin et al. (2007, p. 60), ela se estende por 13 km continente adentro, correspondendo a maior área de manguezal do estado do Espírito Santo, com cerca de 20,79 km².

No entanto, nota-se que as RDS's fazem parte de uma paisagem que também passa por transformações e mantém relações naturais e antrópicas. O manejo incorreto dessas áreas, podem acarretar em prejuízos ao meio ambiente e causar déficits aos meios físico e biótico, originando, muitas vezes, danos irreversíveis (MARQUES e ROCHA, 2019, p. 5).

Para permitir a visualização de possíveis mudanças ocorridas na cobertura da terra em Unidades de Conservação (UC's), é importante que sejam feitas análises espaço-temporais. Isso porque, de acordo com Pinto *et al.* (2021, p. 35), visualizar as transformações auxilia na compreensão da dinâmica espacial e fornece subsídios para o entendimento de problemas ambientais.

Ademais, alterações de uso na legislação de UC's também podem ser motivadoras de mudanças na paisagem. A RDSMPAPM, por exemplo, apresenta-se como um dos casos de alteração na categoria de unidade de conservação em lei ocorrida no ano de 2013, que possibilitou novos usos (PMA, 2020).

No geral, observou-se nesta área diversos usos da terra, como a presença de indústrias, comunidades tradicionais e indígenas, bem como mudanças na cobertura da terra, como a redução da vegetação de mangue.

Diante disso, este trabalho mapeou e analisou as mudanças de uso e cobertura da terra e as transformações na paisagem da RDSMPAPM nos anos de 1985 e 2020 por *Maximum Likelihood Classification*. Além disso, apoiou-se na revisão bibliográfica e trabalho de campo para o levantamento de interpretações acerca das modificações na paisagem.

Materias e Métodos

Área de Estudo

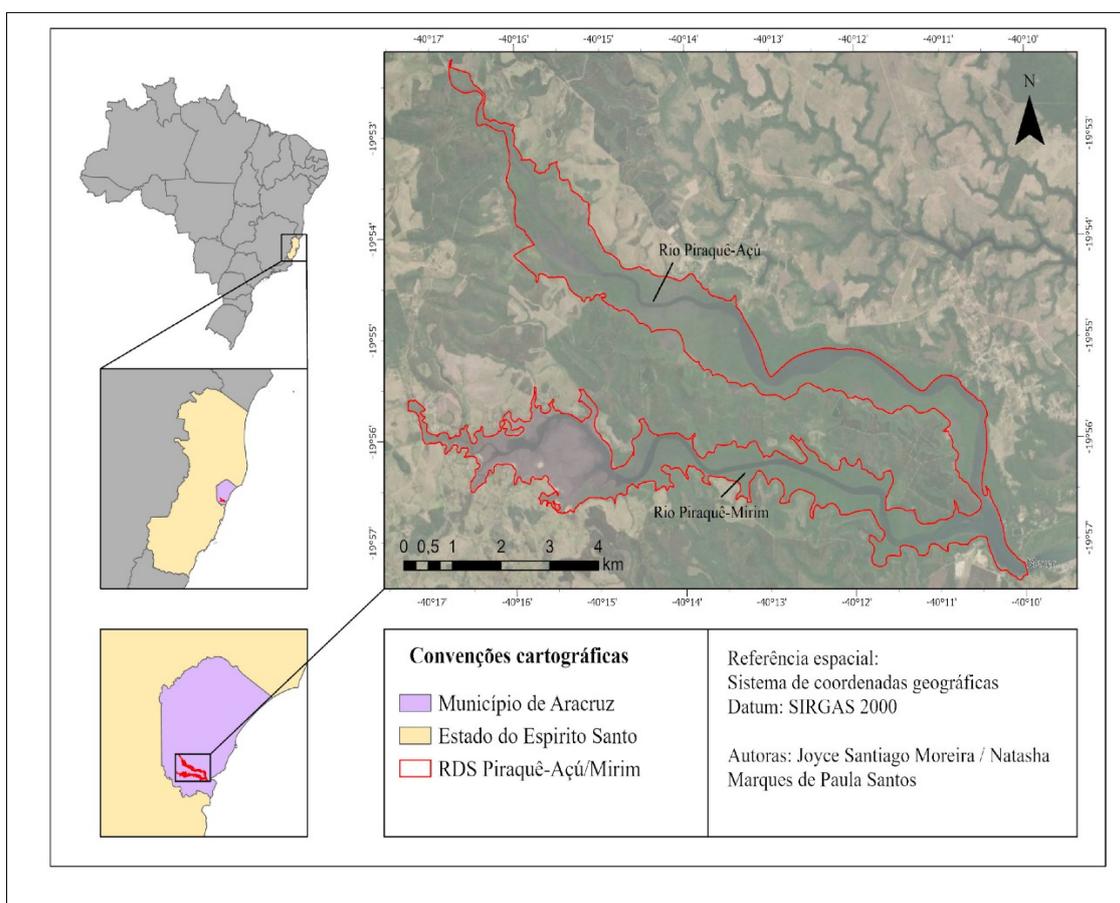
De toda a zona costeira do Brasil que perfaz 7.408 km de 04°20'N (Oiapoque, AP) até 28°30'S (Laguna, SC) há presença de manguezal, com exceção apenas do estado do Rio Grande do Sul (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 1990, p. 204). O estado do Espírito Santo apresenta ao longo de sua costa ambientes de manguezal, sendo no município de Aracruz, na área estuarina da bacia hidrográfica do Piraquê-Açu que se localiza o manguezal do Piraquê-

Açu e Piraquê-Mirim, o maior em extensão do estado (PMA, 2020, p. 1).

A área do manguezal compreende aproximadamente 20,79 km² e se caracteriza como uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável. Estabelecida pela Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000, esta categoria de Unidade de Conservação está inserida no grupo 2, cujo uso sustentável é primordial para a manutenção correta dos recursos naturais.

A UC é denominada de Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, os mesmos nomes que os dois principais rios possuem, juntos, o manguezal e os rios, formam o sistema estuarino. De maneira que se encontram a 4,5 km da foz, situada em Santa Cruz, distrito do município de Aracruz, litoral norte do estado do Espírito Santo (Figura 1) (BARROSO, 2004, p. 71).

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Os autores.

O clima local, caracteriza-se como tropical litorâneo com inverno seco e chuvas ocorrendo entre os meses de outubro e janeiro, sendo no verão, entre os meses de janeiro e fevereiro os menos chuvosos. A combinação da influência fluviomarinha na região, favorece a presença de vegetação de restinga, campos alagados e espécies típicas dos manguezais. Além das espécies naturalmente ocorrentes no bioma Mata Atlântica (CALIMAN, 1997, p. 16; SCHAEFFER-NOVELLI, 1999, p. 7).

Dessas espécies de mangue, encontram-se na RDSMPAPM a *Avicennia schaueriana*; *Laguncularia racemosa*; e *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), sendo esta última, a mais recorrente (SERVINO, GOMES e BERNARDINO, 2018, p. 234). No entanto, em decorrência

do processo de ocupação da área com cultivos como eucalipto e destinados à pastagem, a vegetação nativa dos rios que abrigam o manguezal, encontra-se pouco preservada (MONTEIRO, 2015, p. 26).

A geologia local sofre influência da Formação Barreiras (FB). Na área da RDSMPAPM, ocorrem depósitos de pântanos, mangues e depósitos aluvionares holocênicos. Os tabuleiros costeiros terciários e falésias ativas da FB, juntamente com as planícies fluvio-marinhas quaternárias caracterizam a paisagem local (MARTIN et al., 1996, p. 392).

Em margens do rio Piraquê-Açu, parte da área da RDSMPAPM abrange o território indígena Caieiras Velhas II da etnia Guarani e tangencia o território indígena Caieiras Velhas, das etnias Tupiniquim e Guarani. Além disso, aproxima-se de indústrias como a Suzano Papel e Celulose, de um sistema portuário: o Portocel e da área urbana do distrito de Santa Cruz.

Procedimentos Metodológicos

Para gerar os mapas de uso e cobertura da terra, foram escolhidas imagens referentes ao mês de abril dos anos de 1985 e 2020. Optou-se por priorizar esse mês, devido a qualidade das imagens disponíveis. Os anos selecionados marcam o tempo anterior e posterior à implementação da UC, possibilitando, dessa forma, apresentar as mudanças ocorridas na área de estudo.

As imagens são provenientes dos satélites Landsat 5 e 8, respectivamente. As classes atribuídas no mapa de uso e cobertura foram: vegetação arbórea, vegetação rasteira/agropecuária, mangue, eucalipto, corpo hídrico, solo exposto e mangue morto, definidas com base no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013, p. 149).

A metodologia de classificação aplicada foi a Maximum Likelihood Classification, no software ArcGis® 10.5. Para isso, foi necessária a coleta de amostras de cada classe, selecionadas por polígonos em diferentes pontos pelo uso da ferramenta Draw Polygon e Training Sample Manager. Posteriormente, foi realizada a classificação das imagens pela ferramenta Classification.

A partir do resultado gerado, aplicou-se o método de acurácia de acordo com os parâmetros de Pontius e Millones (2011, p. 4409), o qual fornece informações de desacordo de alocação e desacordo de quantidade.

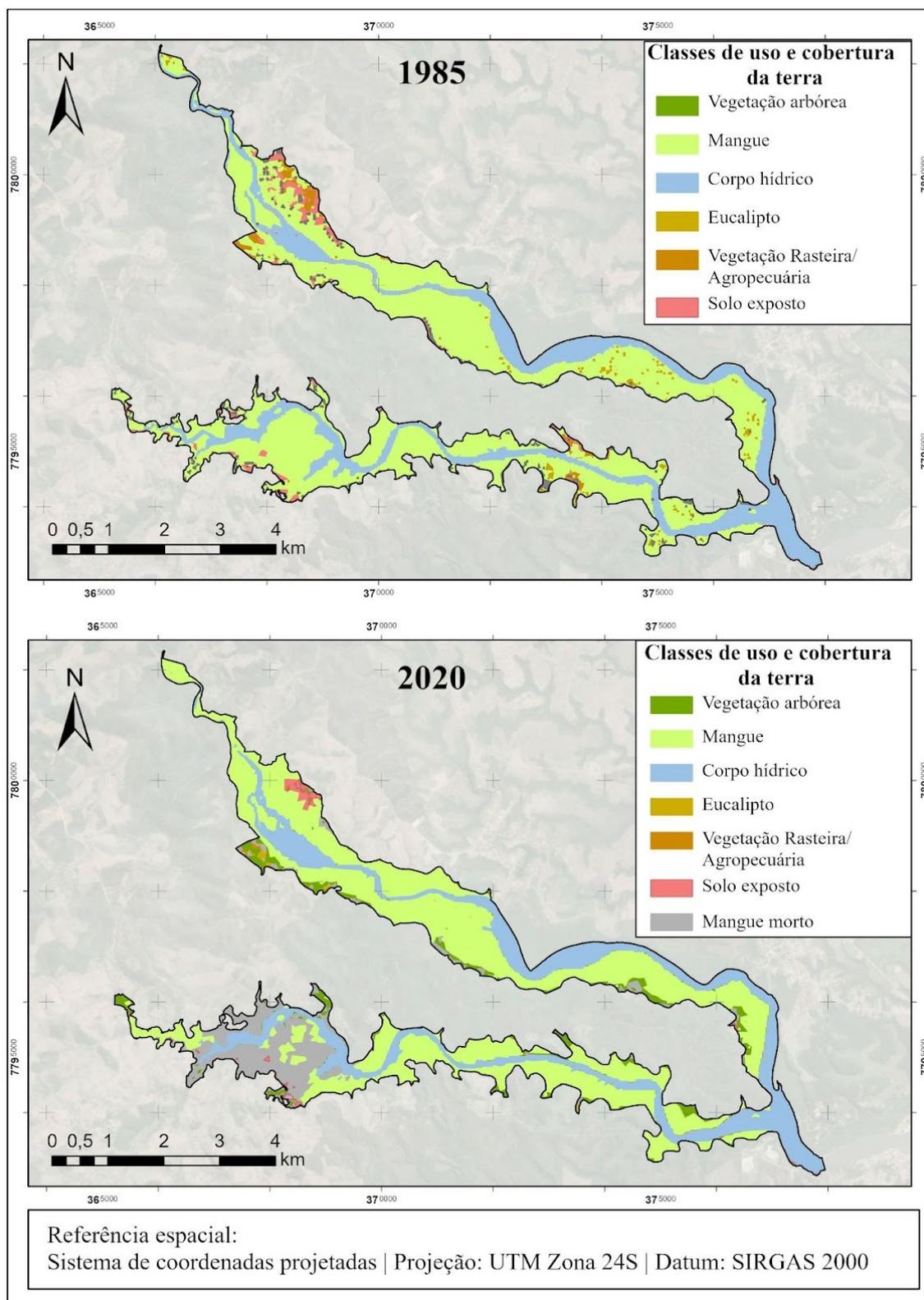
Como aporte para as discussões a partir dos resultados obtidos, realizou-se a revisão bibliográfica com base em teses, dissertações, artigos e documentações municipais, além de trabalho de campo para reconhecimento da área de estudo e das classes mapeadas.

Procedimentos Metodológicos

A Figura 2, demonstra as mudanças com relação ao uso e cobertura da terra ocorridas na RDSMPAPM a partir da comparação dos dados mapeados para os anos de 1985 e 2020.

É de se destacar ainda que para o mapeamento em questão, o método de acurácia apresentou o desacordo de alocação e de quantidade de 38,42% para 1985 e 11,66% para 2020. Posteriormente, corrigiu-se manualmente as classes que apresentavam confusão de pixel e validou-se as mesmas em trabalho de campo.

Figura 2. Mapas de uso e cobertura da terra na RDS Municipal Piraquê-Açu/Mirim nos anos de 1985 e 2020



Fonte: Os autores.

Foi possível observar de acordo com os mapas de 1985 e 2020 na Figura 2, as mudanças associadas principalmente à classe denominada mangue morto no braço Sul do manguezal. A classe encontra-se distribuída principalmente a montante da RDSMPAPM em relação à foz dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim e demonstra outras ocorrências pontuais

distribuídas também no braço Norte do manguezal. As Figura 3 e 4 ilustram a ocorrência dessa classe no braço Sul do RDSMPAPM.

Figuras 3 e 4. Vistas da classe mangue morto no braço Sul da RDSMPAPM



Fonte: Os autores.

Além dessas alterações, pôde-se notar a mudança com relação a área anteriormente ocupada com eucalipto, vegetação rasteira/agropecuária e solo exposto a montante do braço Norte em relação à foz. No ano de 2020, identificou-se nessa mesma área a presença de mangue e solo exposto.

Essa mudança de uso e cobertura, por exemplo, pode estar associada à época de corte do eucalipto em 2020, que demonstra a ocorrência de solo exposto ou até mesmo a associação ao retorno da área a ser ocupada por mangue. Em decorrência disso, mapeamentos em diferentes meses do ano e fases de plantio podem ser relevantes para a verificação dos dados mapeados a fim de se ter melhores comparações.

As informações observadas a partir da Figura 2, podem ser relacionadas na Tabela 1 aos dados de uso e cobertura da terra em termos de áreas correspondentes.

Tabela 1. Área das classes de uso e cobertura da terra na RDSMPAPM em 1985 e 2020 (km²) e (%)

Classe de uso e cobertura da terra	Área			
	1985		2020	
	km ²	%	km ²	(%)
Vegetação Arbórea	0,29	1,42	2,02	9,73
Mangue	13,89	66,80	11,10	53,40
Água	4,83	23,25	4,80	23,11
Eucalipto	0,15	0,74	0,09	0,42
Vegetação Rasteira/ Agropecuária	0,62	3,00	0,05	0,23
Solo Exposto	1,00	4,81	0,29	1,40
Mangue Morto	-	-	2,44	11,71
Total	20,79	100	20,79	100

Fonte: Os autores.

Ao comparar-se os dois anos, notou-se a redução de áreas com classes de uso e cobertura

da terra destinadas a solo exposto e eucalipto, que em 1985 correspondiam a cerca de 4,8% e 0,7% da área respectivamente. Já em 2020, as classes ocupavam cerca de 1,4% e 0,4%. Houve redução também, nas áreas cobertas por vegetação rasteira/agropecuária, por exemplo, passando de 3% da área da RDSMPAPM em 1985 para 0,2% em 2020, além do aumento das áreas com vegetação arbórea que, de 1,4% em 1985, passaram para 9,7% em 2020. As figuras 5 e 6 ilustram a presença dessas classes.

Figuras 5 e 6. Plantações de eucalipto e agropecuária no braço Sul da RDSMPAPM



Fonte: Os autores.

No entanto, a ênfase foi dada à classe mangue morto, já que esta era inexistente no ano de 1985 e passou a ocupar uma área correspondente a 11,7% ou 2,44km² da área da RDSMPAPM. Essa classe quando comparada às demais, apresentou valores significativos em termos de área ocupada, além de superar as dinâmicas de transformação das outras classes já existentes. Essa situação, acompanhada pela redução da área de mangue de 13,8% para 11,1%, trouxe questionamentos e possíveis interpretações acerca das transformações ocorridas na paisagem em questão.

Ao se fazer o levantamento das medidas do canal fluvial do rio Piraquê-Mirim nos anos de 1985, 2005 e 2020, por meio de ferramentas de medição do Google Earth, percebeu-se um aumento na largura do canal que variou de 96,23 metros em 1985 para 122,02 metros em 2020. Aumentos na largura de canais fluviais como o observado, podem estar associados a variações no fluxo de matéria e energia no sistema fluvial e essas variações podem ter impactado o equilíbrio dinâmico do mangue.

Stevaux e Latrubesse (2017, p. 133) afirmam que “no caso da água, uma série de formas de leito é gerada em função das características do fluxo (velocidade e profundidade) e do tamanho das partículas transportadas”. Nesse sentido, caso o material sedimentar transportado e/ou a velocidade do fluxo e a quantidade de água seja alterada em algum ponto de uma bacia hidrográfica, a dinâmica de um ou mais cursos d’água pode mudar.

O material sedimentar carregado, por sua vez, proveniente do transporte dos sedimentos do montante para a jusante, deposita-se em áreas de menor elevação, como a área da classe mangue morto. Nesse sentido, as áreas descobertas ou com pouca vegetação, quando expostas a precipitação intensa podem sofrer com a ocorrência de processos erosivos (GUERRA e CUNHA, 1998, p. 161-163). Como é o caso das áreas de solo exposto e agropecuária na RDSMPAPM e em suas proximidades.

Trabalhos como os de Gomes et al. (2021, p. 1-7) e Silva e Faria (2022, p. 8-18) analisaram as mudanças ocorridas no manguezal após um evento climático extremo na região em 2016, o que pode ter intensificado alguma dinâmica em desequilíbrio.

Alguns exemplos podem estar relacionados aos processos erosivos em algum ponto da

bacia hidrográfica que contempla a RDSMPAPM pelas mudanças de uso e cobertura da terra e ao deslocamento de algum material de origem química, como defensivos agrícolas de um ponto da bacia hidrográfica para outro. Além disso, alterações na dinâmica fluviomarinha por processos ocasionados na linha de costa e que podem impactar o sistema estuarino.

Alguns trabalhos ainda consideram a presença do plástico, microplástico e/ou nanoplástico, como um resíduo sólido de origem antrópica encontrado nos oceanos e nos ecossistemas costeiros, como nos manguezais, que podem contribuir com o desequilíbrio ecossistêmico.

De acordo com Silva (2019, p. 3), desde 1970 a sociedade acadêmica alerta sobre o transporte de produtos tóxicos para os ambientes estuarinos, oceânicos e a capacidade danosa dos mesmos, favorecendo e fortalecendo a hipótese de que esses detritos são capazes de prejudicar a vida da fauna e flora que habitam esses locais.

Para Martins (2011, p. 3), os ambientes que já dispõem de poluição por diferentes compostos químicos, advindos de operações de portos, efluentes domésticos e da agricultura, os plásticos auxiliam no transporte de substâncias químicas compostas nesses resíduos.

Na região da RDSMPAPM, foi observado em campo e diagnosticado no mapeamento de uso e ocupação da terra, a atuação dos serviços portuários, intensa atividade agropecuária e ocupações habitacionais, muitas vezes inadequadas, o que reforça mais uma problemática para a morte do mangue.

Além disso, como visto e citado anteriormente, a estrutura geomorfológica mostra um represamento da área do braço sul do manguezal, o que pode contribuir ainda mais para a não regeneração da vegetação de mangue. Uma vez que áreas com baixa energia, gravitacionalmente viabilizam o atracamento de plásticos, a chegada dos detritos pode ocorrer tanto a jusante quanto a montante.

Os galhos e as raízes dos mangues podem colaborar para que os resíduos fiquem aprisionados, estabelecendo uma espécie de barreira acumuladora de resíduos tóxicos. Assim, os plásticos alojados podem ter contribuído e somado com as possíveis causas da perda de vegetação na RDSMPAPM.

Outra questão a ser levantada, associada a possíveis alterações nos fluxos de matéria e energia no sistema fluvial, é que a principal atribuição da Lei Municipal nº3739/2013 de Aracruz foi a mudança da categoria denominada pelo município como Reserva Ecológica para Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (PMA, 2013).

A mudança na lei abriu margens para outras possibilidades de intervenções antrópicas sobre a área de manguezal, isto é, novos usos sobre a terra, pois a área que era anteriormente Reserva Ecológica com usos mais restritos, passou a ser Reserva de Desenvolvimento Sustentável.

Segundo a Lei nº9985/2000, nas RDS's são permitidas atividades como a visitação pública, a execução de pesquisas científicas e admitida a exploração de componentes do ecossistema natural por manejo sustentável, bem como há possibilidade de substituição da vegetação natural por cultivos.

Entretanto, as atividades necessitam levar em consideração o equilíbrio dinâmico entre as práticas conservacionistas e o tamanho populacional, devendo atender um zoneamento e um Plano de Manejo para área (BRASIL, 2000).

Em contraposição, a categoria Reserva Ecológica não permitia atividades que modificassem o ecossistema local, como a exploração da fauna e da flora, sendo as atividades desenvolvidas na antiga Reserva Ecológica restritas (PMA, 2020, p. 1). Além disso, diferentes

atores encontram-se presentes na RDSPAPM e em seu entorno, como as comunidades indígenas e as indústrias de papel e celulose próximas à linha de costa.

Essa questão, não aprofundada no trabalho, também pode apresentar correlações com as alterações na paisagem na RDSMPAPM, sendo pertinente a realização de trabalhos que levem em consideração os distintos atores que intervêm de forma direta e indireta nela.

Conclusões

Compreende-se que a RDSMPAPM apresentou mudanças em relação ao uso e cobertura da terra, como a redução de classes mangue, eucalipto, vegetação rasteira/agropecuária e solo exposto, ao passo que houve aumento da área destinada a vegetação arbórea e o surgimento da classe mangue morto.

Também apresentou mudanças no que tange aos aspectos normativos que contemplam a área, a qual deixou de ser Reserva Ecológica e passou a ser uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável em 2013.

As mudanças no uso e cobertura da terra e as transformações na paisagem ocorridas na RDSMPAPM podem ter relações com alterações nos fluxos de matéria e energia no sistema fluvial e marinho em algum ponto da bacia hidrográfica que engloba a área, deslocando algum tipo de material de origem química ou grande quantidade de sedimentos para a jusante. Isso posto, tomando como base as variações na largura do canal e as mudanças de uso e cobertura da terra à montante e a jusante dos cursos d'água em relação à foz.

Porém, o trabalho em questão não visou a análise de impactos antrópicos sobre o ecossistema por meio de análise geoquímica da água, dos sedimentos fluviomarinhos, a ação e as atividades de diferentes atores sobre a área da RDSMPAPM e aspectos da geomorfologia como a profundidade do canal fluvial. Esses pontos podem ser um caminho de análise para trabalhos futuros, preenchendo as lacunas existentes.

O uso do classificador Maximum Likelihood Classification atendeu as demandas da pesquisa, bem como o método de acurácia estatístico de desacordo de alocação e de quantidade. No entanto, recomenda-se a análise temporal contínua e variada em diferentes épocas para obter-se resultados mais precisos.

Assim, trabalhos como este com a finalidade de executar a análise temporal das mudanças de uso e cobertura da terra na UC podem possibilitar a compreensão das dinâmicas espaciais e suas transformações ao longo do tempo. Isso pode contribuir para a identificação de problemas ambientais, de maneira a ser um subsídio para a busca pelo entendimento das possíveis causas e suas soluções, além de funcionar como um norteador para tomadas de decisão junto aos estudos de outras áreas do conhecimento.

Referências

- BARROSO, G. F. Development of an Evaluation Framework for Sustainable Bivalve Aquaculture: a Strategic Plan Approach in Espírito Santo, Brazil. 2004, p. 229. **Dissertação** (Pós Doutorado) – Departamento de Geografia. Universidade de Victoria, Canadá, 2004.
- BRASIL. **Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF, 2000. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm> Acesso em 11 mai. 2022.

- CALIMAN, A. **Projeto de Macrozoneamento Costeiro do Estado do Espírito Santo – Litoral Norte**. Vitória: Instituto Jones dos Santos Neves, p. 47, 1997.
- GOMES, L. E. de O.; SANDERS, C. J.; NOBREGA, G. N.; VESCOVI, L. C.; QUEIROZ, H. M.; KAUFFMAN, J. B.; FERREIRA, T. O.; BERNARDINO, A. F. Ecosystem carbon losses following a climate-induced mangrove mortality in Brazil. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 297, p. 113381, nov. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113381>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721014432?via%3Dihub>. Acesso em: 23 ago. 2022.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 472, 1998.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. Terceira edição. Rio de Janeiro, RJ, Brasil; IBGE, 2013. p. 171. (Manuais Técnicos em Geociências, ISBN: 978-85-240-4307; n. 7).
- MARQUES, F.; ROCHA, M. B. Impacts of public use in conservation units: scientific production in Rio de Janeiro. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. e1883817, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i3.817. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/817>. Acesso em: 23 aug. 2022.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M.; ARCHANJO, J.D., Coastal quarternary formations of the southern part of the state of Espírito Santo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, p. 389-404, 1996.
- MARTINS, B. S.; BARRETO, F. T. C.; MENANDRO, P. S.; BISI JUNIOR, R. C.; MENDES, R. S.; MARTINS, T. R.; QUARESMA, V. S. Representatividade do plástico na composição dos resíduos sólidos acumulados no manguezal do canal da passagem (Vitória - ES). In: Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – COLACMAR. 14., 2011, Balneário Camboriú. **Anais [...] Balneário Camboriú: 2011**, p. 1 - 4.
- MONTEIRO, S. de M. Hidrogeoquímica dos Elementos Maiores e Traço no Sistema Estuarino Piraquê-Açu E Piraquê-Mirim. 2015. p. 184. **Tese (Doutorado)** - Curso de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental, Departamento de Oceanografia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Aracruz, 2015.
- PAZOLIN, E. V.; TATAGIBA, S. S.; GARCÍA-PRADO, J. A.; FREITAS, R. R. Ecoturismo e preservação do manguezal: O Rio Piraquê-Açu. **Caderno Virtual de Turismo**, Brasil, v. 7, n. 2, p. 57- 63, 2007.
- PINTO, J. de S.; PINTO, A. L.; PINTO, V. P. de S.; OPPLIGER, E. A.; OLIVEIRA, A. K. M de. Análise das mudanças do uso e cobertura da terra em dois parques urbanos e seus entornos em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Boletim de Geografia**, [S.L.], v. 39, p. 33-48, 10 set. 2021. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v39.a2021.e59194>.
- PMA. PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ (PMA). Secretaria Municipal de Turismo e Cultura – SEMTUR. **Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim**. Aracruz, 2020. Disponível em: <http://www.aracruz.es.gov.br/servicos/informacoes/>. Acesso em 01 jul. 2020.
- PMA. PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ. **Lei nº 3739 de 7 de novembro de 2013**. Altera a categoria de Unidade de Conservação e Reserva Ecológica dos Manguezais Piraquê-Açu Piraquê-Mirim para Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-Açu Piraquê Mirim no município de Aracruz, estado do Espírito Santo e dá outras providências. Aracruz, ES, 2013.
- PONTIUS, Jr. R. G. & MILLONES, M. Death to Kappa: birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment. **International Journal of Remote Sensing**, v.32, n.15, p. 4407-4429, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2011.552923>.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R.; CAMARGO, T. M. de. Variability of Mangrove Ecosystems along the Brazilian Coast. **Estuaries**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 204, jun. 1990. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.2307/1351590>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2307/1351590#citeas>. Acesso em: 06 maio 2020.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (Coord.). **Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum**. São Paulo, 1999. p. 119. (Programa Nacional da Diversidade Biológica – Pronabio. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio. Subprojeto Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha.). Disponível em: https://renamanbrasil.webnode.com/_files/200000003-16b1916b1b/manguezal_marisma_apicum.pdf. Acesso em: 3 jun 2020.
- SERVINO, R. N.; GOMES, L. E. de O.; BERNARDINO, A. F. Extreme weather impacts on tropical mangrove forests in the Eastern Brazil Marine Ecoregion. **Science of the Total Environment**. New York, USA; n. 628, p.233-240, 2018. doi:10.1016/j.scitotenv. 2018.02.068.

- SILVA, M. R. de G. Poluição dos oceanos por plástico: histórico, cienciométrica e principais lacunas no conhecimento. 2022. 104 f. **Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)** – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.
- SILVA, M. A. S; FARIA, A. L. L. Impact evaluation of the extreme weather event in mangroves of the Brazilian Southeast Coast with remote sensing. **Sociedade & Natureza**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 1-20, 5 jul. 2022. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v34-2022-64352>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/issue/view/2202>. Acesso em: 23 ago. 2022.
- STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 336, 2017.

Contribuição dos autores

Os autores participaram de todas as etapas, desde a concepção do estudo até a revisão da versão final do artigo.

Base de dados

Não se aplica.

Financiamento

Não se aplica.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Aprovação do conselho de ética

Não se aplica.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da pesquisa.
