

A bacia hidrográfica e sua topografia: implicações na paisagem do Rio dos Mangues, Bahia, Brasil

The river basin and its topography: landscape implications of Mangues river, Bahia, Brazil

Elfany Reis do Nascimento Lope

Universidade Federal do Sul da Bahia
elfany@csc.ufsb.edu.br

 ORCID: 0000-0003-1269-3986

Caroline Coutinho de Oliveira

Universidade Federal do Sul da Bahia
carollufsb2016@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-5103-5233

Información del artículo

Recibido: 28 de mayo de 2022

Revisado: 10 de febrero de 2023

Aceptado: 27 de abril de 2023

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.23.7169

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

O estudo analisou a fragmentação florestal em função dos atributos topográficos existentes na bacia hidrográfica do Rio dos Mangues entre 1990 a 2018. Segmentou-se a área de vegetação dos mapeamentos temporais de uso do solo da cidade de Porto Seguro, classificando-os em tamanhos pequenos, médios e grandes. Extraíu-se para cada fragmento a média das cotas altimétricas e declividade, obtidos por modelo digital de elevação. Analisou-se a adequação do Plano Diretor Urbano e do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica como instrumentos para a conservação da bacia hidrográfica. Identificou-se o aumento da fragmentação florestal na bacia hidrográfica, seguindo os padrões de fragmentação em áreas atlânticas, com fragmentos menores em áreas mais baixas e planas. Os instrumentos de gestão são potenciais para a gestão da bacia hidrográfica, mas possuem metas ainda não realizadas.

PALAVRAS-CHAVE: Fragmentação Florestal, Declividade, Hipsometria.

ABSTRACT

The study analyzed forest fragmentation as a function of existing topographic attributes in Mangues River Basin between 1990 and 2018. The vegetation area was segmented from the temporal mapping of land use in Porto Seguro city, classifying in small, medium and large sizes. For each fragment was extracted the average of altimetrics and slope, obtained by digital elevation model. The area adequacy were analyzed with instruments Urban Plan and Atlantic Forest Municipal Plan. An increase in forest fragmentation in the hydrographic basin was identified, with smaller fragments in lower and flatter areas. Management instruments are potential for the management of the watershed, but they have goals that have not yet been achieved.

KEYWORDS: Forest Fragmentation, Slope, Hypsometry.

La cuenca de agua y su topografía: implicaciones en el paisaje del Rio dos Mangues, Bahía, Brasil

RESUMEN

El estudio analizó la fragmentación de los bosques según los atributos topográficos existentes en la cuenca del Río dos Mangues entre 1990 y 2018. El área de vegetación fue segmentada a partir del mapeo temporal de uso de suelo en la ciudad de Porto Seguro, clasificándolas en pequeñas, medianas y tallas grandes. Para cada fragmento se extrajo el promedio de elevaciones altimétricas y pendiente, obtenido por modelo de elevación digital. Se analizó la adecuación del Plan Director Urbano y del Plan Municipal de Conservación y Recuperación de la Mata Atlántica como instrumentos para la conservación de la cuenca hidrográfica. Se identificó un aumento de la fragmentación forestal en la cuenca hidrográfica, siguiendo los patrones de fragmentación en las zonas atlánticas, con fragmentos más pequeños en las zonas más bajas y planas. Los instrumentos de gestión son potenciales para el manejo de la cuenca, pero tienen metas que aún no se han logrado.

PALABRAS CLAVE: Fragmentación forestal, Declive, Hipsometría.

Le bassin aquatique et sa topographie : implications sur le paysage de Rio dos Mangues, Bahia, Brésil

RÉSUMÉ

L'étude a analysé la fragmentation des forêts en fonction des attributs topographiques existant dans le bassin versant du Rio dos Mangues entre 1990 et 2018. La zone de végétation a été segmentée à partir de la cartographie temporelle de l'utilisation des terres dans la ville de Porto Seguro, en les classant en petites, moyennes et grandes tailles. Pour chaque fragment, la moyenne des élévations altimétriques et de la pente, obtenue par modèle numérique d'élévation,

a été extraite. L'adéquation du plan directeur urbain et du plan municipal de conservation et de récupération de la forêt atlantique a été analysée en tant qu'instruments de conservation du bassin hydrographique. Une augmentation de la fragmentation forestière dans le bassin hydrographique a été identifiée, suivant les schémas de fragmentation dans les zones atlantiques, avec des fragments plus petits dans les zones basses et plus plates. Les instruments de gestion sont potentiels pour la gestion du bassin versant, mais ils ont des objectifs qui n'ont pas encore été atteints.

MOTS-CLÉ: Fragmentation forestière, Déclivité, Hypsométrie.

Il bacino e la sua topografia: implicazioni sul paesaggio del Rio dos Mangues, Bahia, Brasile

RIASSUNTO

Lo studio ha analizzato la frammentazione forestale secondo gli attributi topografici esistenti nello spartiacque del Rio dos Mangues tra il 1990 e il 2018. L'area vegetale è stata segmentata dalla mappatura temporale dell'uso del suolo nella città di Porto Seguro, classificandola in piccola, media e grandi formati. Per ogni frammento è stata estratta la media delle quote altimetriche e delle pendenze, ottenute dal modello digitale di elevazione. L'adeguatezza del Piano Regolatore Urbanistico e del Piano Comunale per la Conservazione e il Recupero della Foresta Atlantica sono stati analizzati come strumenti per la conservazione del bacino idrografico. È stato individuato un aumento della frammentazione forestale nel bacino idrografico, seguendo gli schemi di frammentazione nelle aree atlantiche, con frammenti più piccoli nelle aree più basse e pianeggianti. Gli strumenti di gestione sono potenziali per la gestione dello spartiacque, ma hanno obiettivi che non sono stati ancora raggiunti.

PAROLE CHIAVE: Frammentazione forestale, Declino, Ipsometria.

INTRODUÇÃO

A paisagem é a representação de um período histórico, resultado da construção e evolução da integração entre natureza e sociedade, contemplando aspectos físicos, bióticos e culturais. Sua identificação nos permite explorar estudos e análises que irão compreender a dinâmica e transformações ocorridas em um determinado local ou ambiente, em decorrência das interações natureza-sociedade¹.

Como parte fundamental nessa identificação, compreender as consequências dessas interações contribui na execução de estudos de caráter ambiental para o diagnóstico e definição de políticas públicas a fim de incentivar formas de uso sustentável. E uma das principais consequências dessas interações, resultado do uso e ocupação do solo em áreas de vegetação é a fragmentação florestal². Ao avaliar padrões de fragmentação de florestas tropicais, observou-se que um regime de desmatamento aleatório, gera ao longo prazo um aumento no número total de fragmentos florestal em tamanho reduzido. Padrões similares desse tipo de fragmentação em zonas tropicais são evidentes na Mata Atlântica brasileira³.

Caracterizado como um recorte da paisagem, a fragmentação florestal transforma em pequenas áreas isoladas o que anteriormente pertenciam a áreas contínuas de floresta, provocando a perda de biodiversidade, o isolamento e, em graus mais complexos, a extinção de espécies⁴. A fragmentação florestal intensifica o processo de separação de ambientes naturais em ambientes isolados, que culminam na perda de biodiversidade, interferindo na qualidade e quantidade de recursos hídricos, influenciando assim as limitações de seus usos.

As formas de ocupação e uso do solo interferem diretamente na qualidade dos recursos hídricos, sendo esse um bem finito, vem sofrendo com grandes consequências da exploração e desmatamento, descarga de efluentes domésticos e resíduos agrícolas, lixiviação e erosão. Tais impactos predisõem a riscos que cooperem para a indisponibilidade da água para o abastecimento público, com aumento nos custos para tratamento e modificações excessivas na paisagem⁵.

Dentre as atuais formas de ocupação por outros usos, o incentivo a fragmentação na floresta atlântica

também tem relação com o fator topográfico. A partir da localização da área as características de altitude e declividade podem influenciar o desmatamento da vegetação e a sua conversão em áreas antrópicas produtivas. As variações topográficas são capazes de induzir a heterogeneidade estrutural na floresta que representam um fator de potencial influência na sua dinâmica, facilitando ou limitando padrões de uso da terra que potencializem a fragmentação⁶.

Nesses termos, a investigação das características topográficas representam relevantes aspectos para compreender a dinâmica da fragmentação florestal e podem auxiliar na elucidação de como se dá o uso da terra e a substituição de áreas naturais em antrópicas. Em relação às áreas situadas em Mata Atlântica, relevam-se que os fatores topográficos, determinam fenômenos e processos florestais e, por isso, devem ter relevância investigativa⁷.

Os estudos que buscam relações entre topografia e fragmentação desenvolvem-se sob aspectos quantitativos e comparativos, com análise entre os fragmentos presentes em diferentes altitudes, declividades ou vertentes⁸. Esses estudos têm evidenciado que locais mais elevados e declivosos são mais conservados.

Em um contexto regional, o Sul da Bahia tem passado por transformação da paisagem nos últimos 34 anos⁹, especialmente por um contexto turístico que incentiva a expansão urbana e pelo fomento agropecuário e silvícola, reflexo do aumento na demanda de atividades que movimentam o setor econômico regional. Quando combinada com unidades de gerenciamento hídrico, a fragmentação e as bacias hidrográficas, os impactos tornam-se sinérgicos nos elementos físicos, bióticos e socioeconômicos.

Nesse contexto, é reforçada a importância da investigação do padrão de fragmentação em áreas de relevância hídrica, já que as bacias hidrográficas são consideradas unidades básicas de planejamento, para o desenvolvimento de políticas públicas diversas que podem contribuir no planejamento, inclusive pelo Plano Diretor (PD) como instrumento de desenvolvimento urbano e pelo Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) para a integração e de inclusão da variável ambiental ao sistema de planejamento municipal. Partindo dessas premissas, o estudo

¹ García-Rivero et al., 2019, 27-171. Barbosa, 2019, 136.

² Andrade et al., 2020, 30-406.

³ Taubert et al., 2018, 519-522.

⁴ Andrade et al., 2020a, 30-406.

⁵ Sampaio e Pinto, 2022, 199-233.

⁶ Robert e Moravie, 2003, 697-707. Rosa et al., 2017, 371-388.

⁷ Dias e Coelho, 2011, 3-14.

⁸ Adbala e Cruz, 2015, 169-184. Saito et al., 2016, 201-210. Rosa et al., 2017a, 371-388. Santos et al., 2017, 76-85.

⁹ Ramos, Nuvoloni e Lopes, 2022, 126152.

analisou a fragmentação florestal em função dos atributos topográficos existentes na bacia hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia, a fim de avaliar a evolução temporal da paisagem no contexto da vegetação natural, declividade e hipsometria.

METODOLOGIA

1.1 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Mangues possui área de 3511,79 ha, está localizada no município de Porto Seguro, na região Sul do Estado da Bahia, nordeste brasileiro conforme figura 1. Com coordenadas 16°21'00"S e 39°9'36"E e 16°25'00"S e 39°3'00"E, encontra-se inserida no bioma Mata Atlântica, com nascente do canal localizada dentro da área de uma unidade de conservação área da Reserva Particular do Patrimônio Natural - Estação Veracel.

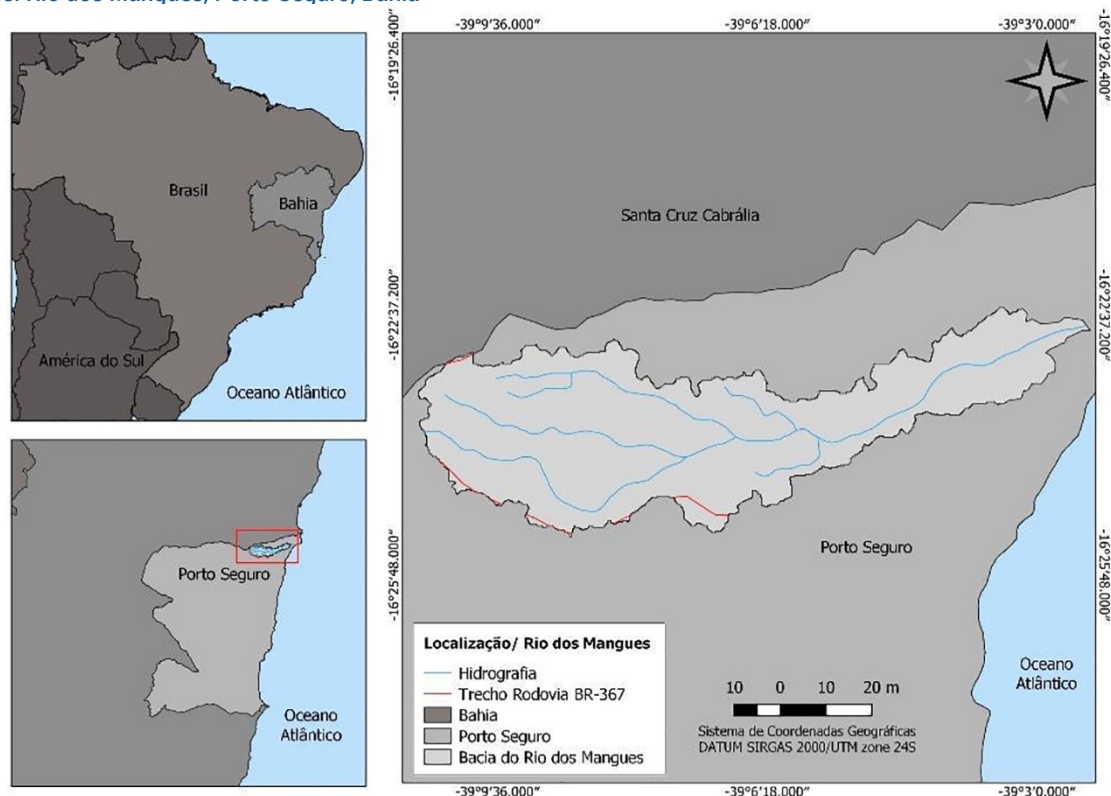
A bacia do Rio dos Mangues atende à captação de água para o sistema de abastecimento da cidade, atendendo parte da população pelo fornecimento de água tratada e canalizada, especialmente na região norte do município de Porto Seguro.

O município encontra-se inserido no território de identidade Costa do Descobrimento, estando a 701 Km da capital baiana. O município possui 2.408,50 Km², estimativa populacional em 152.529 habitantes, e densidade demográfica de 52,70 hab./km²¹⁰. Por sua localização estar em uma região litorânea, as atividades econômicas são o turismo e artesanato, porém, toda a região Sul da Bahia tem evidenciado o crescimento na agricultura, pecuária e silvicultura.

1.2 MÉTODOS

Foram utilizados arquivos vetoriais de uso da terra dos anos de 1990, 1996, 2001, 2007, 2013 e 2018, cedidos gratuitamente pelo Fórum Florestal da Bahia. Os

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia / Ubicación de la Cuenca del Río dos Manques, Porto Seguro, Bahía



Fonte: Autoria.

¹⁰ IBGE, 2021. SEI, 2014, 130.

mapeamentos foram segmentados para a área de estudo e extraídas as áreas de floresta atlântica. Os fragmentos florestais foram segmentados por tamanho, sendo pequenos (≤ 5 hectares), médio (> 5 e 50 hectares) e grandes (> 50 ha)¹¹.

Foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) gratuito do sensor PALSAR do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite), lançado em 2006 pela missão da agência Alos Palsar no ASF Data Search de exploração aeroespacial japonesa (Japan Aerospace Exploration Agency - JAXA) e disponibilizado na plataforma ASF (Alaska Satellite Facility) com resolução espacial de 12,5 m (ASF DAAC, 2020). Após aquisição, o MDE foi projetado no sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), DATUM SIRGAS 2000, fuso 24S.

O MDE foi utilizado para obtenção da hipsometria da bacia, processado e classificado em faixas de intervalos de 100 metros de altitude em relação ao nível médio do mar. Posteriormente, o MDE foi processado para análise dos percentuais de declividade, ambos utilizando software QGIS¹² e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos¹³. Por fim, foram extraídas as médias estatísticas de hipsometria e declividade para cada fragmento florestal, utilizando ferramentas de análise de zonas e, posteriormente, espacializadas em função da distribuição das áreas de vegetação na bacia hidrográfica.

Buscando analisar as perspectivas de planos municipais vigentes que envolvem políticas urbanas, preservação, conservação e legislação ambiental, foram relacionadas às características topográficas e da vegetação, o Plano Diretor (PD) instituído pela Lei Municipal nº 1511, de 20 de agosto de 2019 como instrumento normativo da política de desenvolvimento urbano sustentável¹⁴ e o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica¹⁵ da cidade de Porto Seguro, previsto na Lei da Mata Atlântica (LEI Nº 11.428/2006 E DECRETO Nº 6.660/2008), como forma de contribuir como instrumento de ação para assuntos ambientais da gestão municipal, projetos e ações, além de requisito para acesso ao Fundo de Restauração do Bioma Mata Atlântica¹⁶.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 2 são apresentadas as características espaciais hipsométricas e de declividade da bacia do Rio dos Mangues. Identificou uma amplitude hipsométrica com intervalo entre -2 metros a 98,50 metros, com altitude média predominante de 52,45 metros em relação ao nível do mar. As áreas a montante se apresentam como regiões mais altas, e áreas de médio curso estão situadas em áreas mais baixas da bacia até a sua jusante, característica próprias de bacias hidrográficas.

Observa-se que das 6 (seis) classes de relevo que qualificam as condições de declividade identificadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 5 (cinco) foram identificadas na área da bacia do Rio dos Mangues. O relevo da bacia variou de plano a montanhoso, variando entre 3% e 45% de áreas de declive, destaca-se que as áreas mais acentuadas da bacia estão localizadas nos leitos do curso d'água, reforçando as características que propiciam o escoamento superficial e a formação da bacia em sua dimensão topográfica.

Quanto à avaliação temporal dos fragmentos florestais, foram identificados um quantitativo de 14 fragmentos no ano de 1990, totalizando 1.526,94 hectares em áreas de vegetação natural, enquanto no ano de 2018 identificou-se 22 fragmentos em 1.383,17 hectares de vegetação. Temporalmente, 143,76 hectares de área natural vegetal foi suprimida, corroborando com um aumento de fragmentos florestais na área. Na figura 3, observamos a evolução da fragmentação florestal entre os anos de 1990 e 2018.

Os remanescentes de vegetação encontram-se distribuídos uniformemente em toda a bacia hidrográfica, entremeados entre a agricultura, silvicultura e edificações rurais e urbana. A tabela 1 apresenta a distribuição dos quantitativos de fragmentos florestais no período.

Em todos os anos, os quantitativos de fragmentos pequenos são maiores e corrobora com os achados em uma bacia hidrográfica na região sudeste e na região Nordeste¹⁷. Evidencia-se que pequenas áreas representa uma maior exposição da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos proporcionados nas áreas locais, que induz a maior exposição de áreas centrais úteis, aumentando o efeito de borda incidente e declínio da qualidade do ambiente¹⁸.

¹¹ Pirovani et al., 2014, 271-281.

¹² QGIS, 2020.

¹³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2018, 292.

¹⁴ Porto Seguro, 2019.

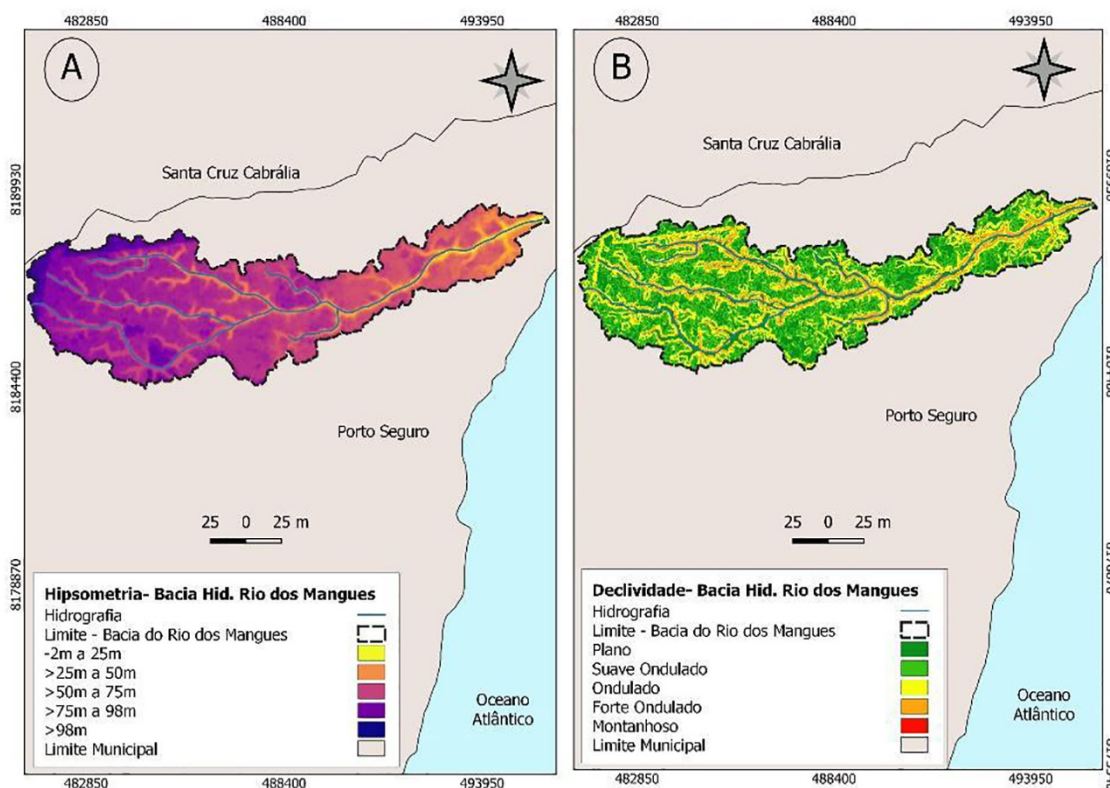
¹⁵ Marques, 2014.

¹⁶ Brasil, 2006. Brasil, 2008.

¹⁷ Santos et al., 2017, 76-85. Jesus et al., 2015, 467-474.

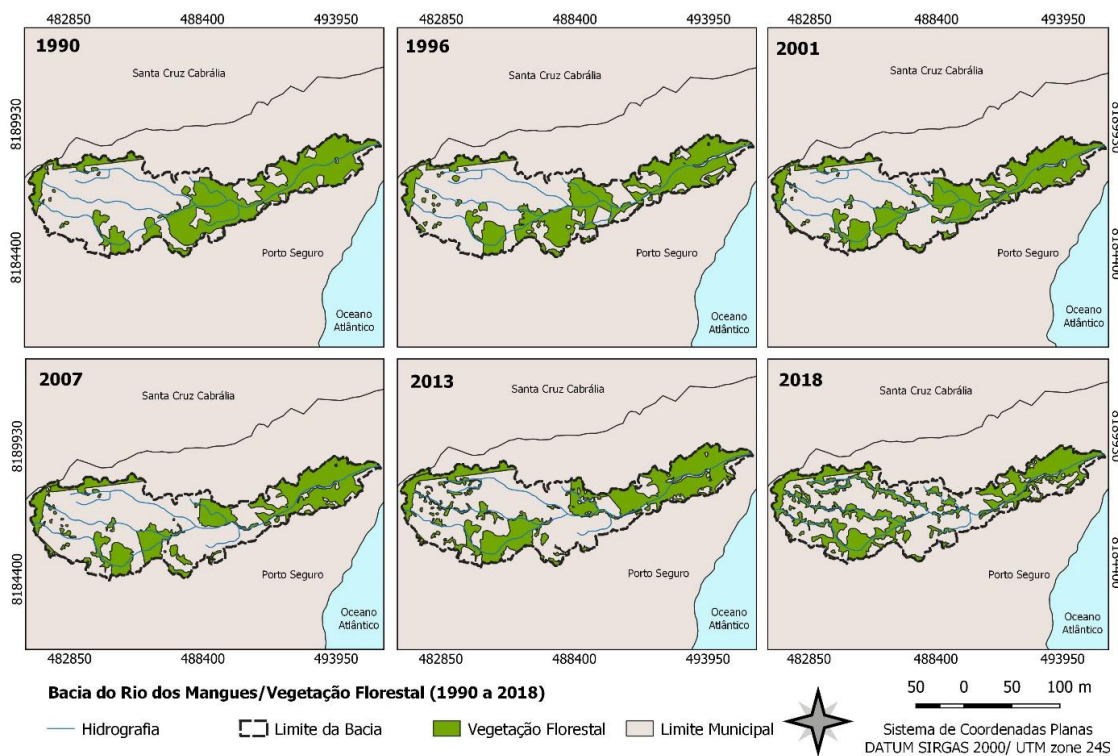
¹⁸ Ribeiro et al., 2009, 1141-1153.

Figura 2. Características topográficas da Bahia Hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia. (A) Hipsometria e (B) Declividade / Características topográficas del Río dos Mangues Hidrográfico Bahía, Porto Seguro, Bahía. (A) Hipsometría y (B) Pendiente



Fonte: Autoria.

Figura 3. Mapa de evolução da fragmentação florestal, entre os anos de 1990 a 2018 na Bacia / Mapa de evolución de la fragmentación forestal, entre los años 1990 a 2018 en la Cuenca



Fonte: Autoria.

O quantitativo de fragmentos em tamanho pequeno apresenta um padrão de fragmentação que pode ser justificado pelo seu entorno. Essas áreas encontram-se circundadas por uso agropecuário que impactam e proporcionam o aumento de efeito de borda à medida que a sua área é reduzida, contribui para a redução da biodiversidade e mudanças climáticas locais.

Estudos realizados na região Norte do Brasil, denominada Amazônia oriental brasileira, apresentaram resultados semelhantes. Onde é apontado que intervenções externas geradas pela intensa atividade de dendeicultura é responsável por provocar efeitos prejudiciais a biota, o aumento na fragmentação florestal e aos riscos para os recursos hídricos. Observou-se que, as atividades vinculadas ao extrativismo vegetal e à agropecuária correspondem aos maiores percentuais de uso econômico do território, consequentemente definindo um padrão de produção para atender aos interesses e necessidades de rentabilidade econômica regional¹⁹.

O maior processo de fragmentação foi observado espacialmente no alto e médio curso da bacia, corroborando com os achados em uma bacia hidrográfica na região sudeste, em que a evolução da perda de vegetação em uma bacia hidrográfica também se deu na região central e oeste da sub-bacia. A bacia apresentou evidente crescimento da fragmentação florestal, destacando que os fragmentos mais conservados, em estágio avançado de regeneração, estão localizados espacialmente no baixo curso da bacia, nas proximidades da foz do curso d'água. Esse contato com uma topografia plana pode ser reflexo da proximidade com comunidade

indígenas situadas nessa região, o que pode favorecer a conservação da vegetação²⁰.

Os dados deste estudo apresentam relevância da compreensão da fragmentação da vegetação local e representa justificativas suficientes para propor Programas de Recuperação dos fragmentos pequenos e a conectividade entre suas áreas, esperando-se que a regularização de propriedades rurais sejam fortes propulsores para a recuperação, aumento da área de vegetação e o seu monitoramento como indutores da conservação da água.

Historicamente, a bacia encontra-se inserido em área rural, mas tem experimentado um desenvolvimento periurbano com a combinação de atividades agrícolas, silvícolas e o loteamento de grandes áreas, o que predispõe a urbanização. Em outros estudos identificou-se que em áreas ocupadas por atividades agrícolas aumenta-se o número de fragmentos pequenos e a sua redução tem ocorrido para a conversão de pastagens²¹. Ademais, ajudou a compreender que em áreas rurais o tamanho da propriedade rural também pode favorecer processos de fragmentação, uma vez que o pequeno produtor escolhe as melhores áreas para o plantio e a proximidade entre as propriedades eleva esse padrão²².

Por esses aspectos, a vegetação encontra-se em direta influência do processo agrícola, Contudo, com o futuro incremento das áreas de reserva legal pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR), as áreas de vegetação devem apresentar maior atenção, representando até uma forma de compensação devido a maior abordagem do Código Florestal para as áreas de preservação

Tabela 1: Distribuição quantitativa de fragmentos florestais entre 1990 e 2018 na Bacia Hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia / Distribución cuantitativa de fragmentos de bosque entre 1990 y 2018 en la Cuenca del Río dos Mangues, Porto Seguro, Bahía

Tamanho dos Fragmentos	1990	1996	2001	2007	2013	2018
Pequeno	09	16	09	16	36	10
Médio	02	06	05	09	10	09
Grande	03	04	04	05	01	03

¹⁹ Lima et al., 2021, 131-150.

²⁰ Santos et al., 2017, 76-85.

²¹ Goerl, Siefert e Schultz, 2011, 1000-1012. Saito et al., 2016, 201-210.

²² Souza et al., 2014, 631-644.

de áreas permanentes²³. Esse processo gera um sistema contínuo de fragmentação que pode ser independente do padrão topográfico e estar associado a demanda do produtor em atender e acompanhar o desenvolvimento econômico regional, como os plantios de café e mamão, e criação de gado. Um segundo fator é o domínio de impactos negativos que estão associados ao processo de cultivo em área declivosas, que contribuem para a erosão, lixiviação, deslizamentos e contaminação dos recursos hídricos.

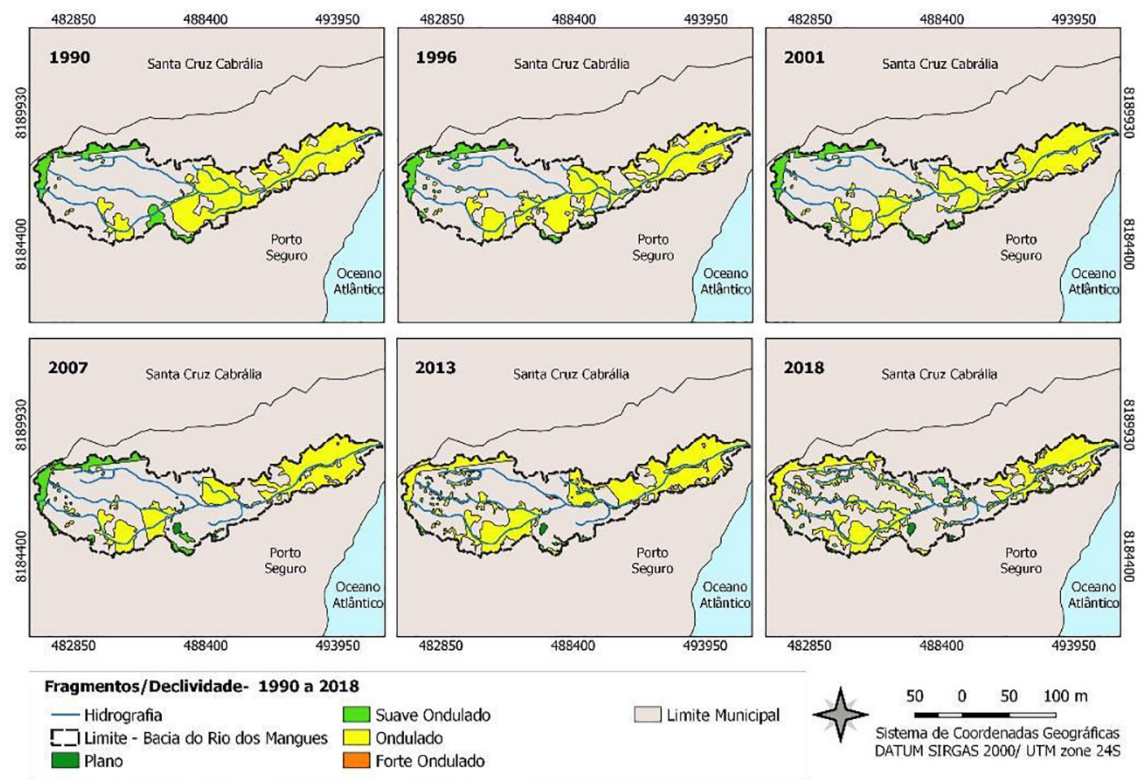
Tal processo de fragmentação evidencia as alterações sofridas pela bacia hidrográfica, causando o isolamento de áreas naturais de vegetação, gerando a perda de biodiversidade e outros impactos de forma sinérgica que potencializam a degradação da bacia principalmente ao que se refere aos recursos hídricos, com o aumento de erosão e lixiviação de sedimentos ao longo de todo o curso do Rio dos Mangues.

Quando associado as informações topográficas, as figuras 4 e 5 evidenciam a relação entre os fragmentos florestais, a hipsometria e a declividade. Em 1990, os fragmentos possuíam média de 62,02 metros em relação ao nível do mar entre os fragmentos florestais existentes. Os fragmentos pequenos possuem 56% situados em relevo suave ondulado enquanto os fragmentos médios localizam-se integralmente em relevos suave ondulado. Entre os fragmentos grandes, 67% situam-se em relevos ondulados.

Em 1996 a área de fragmentos era de 1463,61 ha, com média de 59,09 metros e fragmentos pequenos em relevos plano a ondulado, sendo que 50% encontram-se na categoria ondulado. Os fragmentos médios possuíam 12% de suas áreas em relevo ondulado, enquanto neste mesmo relevo os fragmentos possuíam 50% das áreas.

Analisando o ano de 2001, a área total fragmentada foi de 1490,41ha e seguiu a tendência dos anos

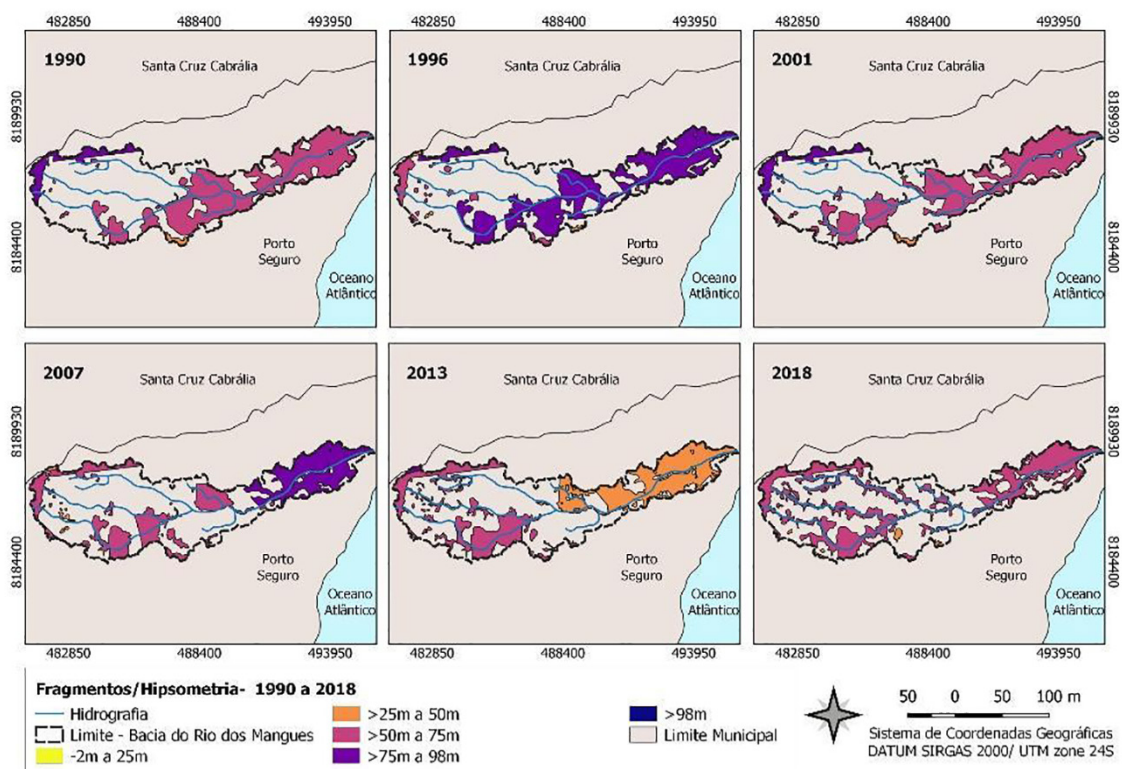
Figura 4. Relação entre fragmentos florestais e declividade entre 1990 e 2018 na Bacia Hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia / Relación entre fragmentos de bosque y pendiente entre 1990 y 2018 en la Cuenca del Río dos Mangues, Porto Seguro, Bahía



Fonte: Autoria.

²³ Brasil, 2012.

Figura 5. Relação entre fragmentos florestais e hipsometria entre 1990 e 2018 na Bacia Hidrográfica do Rio dos Mangues, Porto Seguro, Bahia / Relación entre fragmentos de bosque e hipsometría entre 1990 y 2018 en la Cuenca del Río dos Mangues, Porto Seguro, Bahía



Fonte: Autoria.

anteriores, os relevos dos fragmentos variam entre plano e ondulado, mas com o aumento de fragmentos pequenos em relevo plano. Os fragmentos médios e grandes localizam-se em áreas mais declivosas. Em 2007, os fragmentos encontravam-se entre 2,19 e 22,53 metros de altitude, em uma área de 1289,45 ha, fragmentos pequenos predominantemente em áreas de relevo suave ondulado, enquanto, os fragmentos médios e grandes em áreas de relevo ondulado. Identificando assim, que em sua maioria os fragmentos encontram-se concentrados no relevo mais íngremes.

Avaliando a topografia dos fragmentos florestais em 2013 identificou uma área total de 1457,97 ha, em altitude variável entre 1,41 e 24,32 metros. Aumento de áreas pequenas de fragmentos em relevos planos, e fragmentos médios e grandes predominantemente em relevo suave ondulado. Em 2018, os fragmentos ocuparam 1383,17 ha em uma altitude variável de 1,26 a 15,98 metros. Os fragmentos pequenos eram predominantes em relevos ondulosos, os médios e grandes em relevo ondulado, conforme evidenciado no ano anterior.

Nesse contexto, podemos observar a redução da área de vegetação natural ao longo do tempo, com predominância de fragmentos grandes em áreas declivosas e elevada altitude. Conseqüentemente, os fragmentos pequenos e médios estão presentes frequentemente em áreas com as menores declividades também em áreas mais baixas, reforçando padrões de que áreas mais planas são propicias para a instalação de atividades antrópicas e conversão de áreas naturais. Nesse sentido, também se associa aos estudos que encontraram fragmentos pequenos em áreas baixas e de relevo plano e fragmentos grandes em áreas mais altas e declivosas²⁴.

Em cenários semelhantes aos apresentados, além de apontar os mesmos resultados são reforçados que os padrões territoriais coincidem com o crescimento acelerado e desordenado, que são impulsionados por demandas de empreendimentos, ocupações por

²⁴ Abdala e Cruz, 2015.

residências e usos agrícolas tradicionais, tornando esses espaços exemplos claros de áreas que apresentam riscos devido aos processos inter-relacionados e sinérgicos²⁵.

Ademais, é imprescindível lembrar que as características topográficas dos fragmentos cooperam para a ação abiótica com a alteração na umidade do ar, temperatura e radiação solar, erosão, assoreamento e redução dos cursos d'água e maior evapotranspiração e no meio biótico a perda de biodiversidade microbiológica do solo, da flora e da fauna, a perda da diversidade genética, a redução da densidade, abundância e a alteração da estrutura da vegetação²⁶. Quanto ao maior número de fragmentos pequenos, como evidenciado neste estudo, se reforça a tendência futura de sua supressão e ausência da capacidade de proteger a diversidade biológica, ocorrência de endogamia, redução ou extinção de espécies e populações²⁷.

Em paisagens similares como a da bacia hidrográfica do Rio dos Mangues, sugere-se que a prática de conservação dos fragmentos seja realizada com a eliminação dos agentes de perturbação através de cercamento de gado e construção de aceiros para controle do fogo nos locais onde ocorre a propriedades rurais²⁸. De igual importância a formação de cortinas de proteção e o fomento de pequenos plantios florestais para diminuir as pressões nos fragmentos nativos remanescentes também são sugeridos pelos autores.

A luz dos instrumentos de gestão municipal que instrui quanto ao desenvolvimento e expansão urbana, assim como as medidas de preservação e conservação da Mata Atlântica, identificou-se que medidas podem ser propostas para que ocorra um desenvolvimento regional com segurança aos recursos naturais na bacia hidrográfica. O plano diretor municipal identifica a área do Rio dos Mangues como Zona Mista (ZM), correspondente à área de amortização urbana com destinação a sítios e chácaras, sem especificar as limitações de edificações e formas de controle dessas ocupações.

Das estratégias de desenvolvimento municipal, o plano diretor destaca a necessidade de promoção do desenvolvimento social, econômico e cultural e atendimento das ações estabelecidas no Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica do Município de Porto Seguro. Ainda assim, incentiva a elaboração e

execução do Projeto “CASA VERDE” com a Criação de Centros de Pesquisa e Visitas nas bacias dos rios locais e programas de educação ambiental²⁹. Até o presente momento não é encontrado o projeto mencionado em planos desenvolvidos no município, mas ressalta-se o prazo de execução do plano em um horizonte de dez anos.

Quando observada as diretrizes do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Porto Seguro (PMMA), observa-se estratégias para a conservação da área do Rio dos Mangues. É ressaltada a importância da bacia hidrográfica para o abastecimento urbano da orla norte do município, a indicação da nascente do Rio dos Mangues encontrar-se em áreas de preservação, e iniciativas de restauração da mata ciliar conduzidos pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (EMBASA) e pela ONG Movimento de Defesa de Porto Seguro³⁰.

É citado ainda que a bacia do Rio dos Mangues encontra-se numa área de “sensível relação”, pois além de estar inserida no contexto periurbano da cidade, a abertura de uma via rápida em suas proximidades e a extração ilegal de areia tendem a acelerar o processo de expansão urbana sobre a região.

O Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Porto Seguro (PMMA) também reconhece a bacia do Rio dos Mangues como área com relevância para conservação e recuperação, pois conta-se o maior rio municipal, abastece a cidade de Porto Seguro, possui potencial paisagístico na periferia da cidade, e potencial para área protegida. Não obstante, os impactos negativos são caracterizados pelo lançamento de esgoto doméstico, degradação de mata ciliar e expansão urbana desordenada³¹.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que a topografia da bacia se concentra em maior extensão com relevo suavemente ondulado e com altitude média de 52,45 metros. Temporalmente, os fragmentos pequenos e médios apresentaram maiores frequências em relevos menos declivosos e mais baixos enquanto os fragmentos grandes em relevos mais declivosos e elevados, reforçando uma fragmentação florestal em áreas de maior facilidade de acesso para conversão.

²⁵ Reina, 2023.

²⁶ Borges et al., 2004, 22-38.

²⁷ Pirovani et al., 2014, 271-281.

²⁸ Calegari et al., 2010, 871-880.

²⁹ Porto Seguro, 2019.

³⁰ Marques, 2014.

³¹ Marques, 2014.

Embora a bacia hidrográfica esteja desempenhando um papel fundamental no abastecimento urbano, os instrumentos de gestão existem possuem potencial para fomentar uma paisagem homogênea e conservada, mas possui baixas ações efetivamente aplicadas para manutenção dos recursos naturais da bacia hidrográfica. As atividades e ações que poderiam promover a proteção dessas áreas são pouco eficazes para que se mantenha uma segurança hídrica e territorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdala L. S. e Cruz C. B. M.** 2015: "Análise de fragmentação florestal no município de silva jardim, APA do rio São João, RJ". *Revista Brasileira de Cartografia*, 67 (1), 169-184. <https://doi.org/10.14393/revbrascartogr>
- Andrade A. S., Ribeiro, S. C. A., Pereira, B. W. F. e Brandão, V. P.** 2020: "Fragmentação da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Marapanim, nordeste do Pará". *Ciência Florestal*, 30 (2), 406-420. <https://doi.org/10.5902/1980509835074>
- Alaska Satellite Facility Distributed Active Archive Center (ASF DAAC)*. 2020. <https://asf.alaska.edu/data-sets/sar-data-sets/alos-palsar/>. Consulta realizada em 07 de abril de 2021.
- Barbosa E. D.** 2019: *Análise da paisagem da bacia hidrográfica do rio Javaés a partir do método GTP-Geossistema, território e paisagem*. tese de mestrado, Universidade Federal do Tocantins, Palmas (Brasil).
- Borges L. F. R., Scolforo J. R., Oliveira A. D.; Mello J. M., Acerbi F. W. e Freitas D. G.** 2004: "Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem". *CERNE*, 10 (1), 22-38.
- Brasil.** 2006: *Lei n. 11.428, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Consulta realizada em 28 março de 2022.
- Brasil.** 2008: *Decreto n. 6.660, que regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm. Consulta realizada em 28 março de 2022.
- Brasil.** 2012: *Lei 12.651 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.ºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.ºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Consulta realizada em 28 março de 2022.
- Calegar I. L., Martins S. V., Gleriani J. M., Silva E. e Busato L. G.** 2010: "Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal". *Revista Árvore*, 34 (5), 871-880. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000500012>
- Dias M. A. e Coelho Neto A. L.** 2011: "A influência da topografia na distribuição de gramíneas em um fragmento de floresta atlântica urbana montanhosa – maciço da Tijuca/RJ". *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 12 (2), 3-14. <https://doi.org/10.20502/rbg.v12i2.230>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. 2018: "Sistema brasileiro de classificação de solos". *Embrapa Solos - Centro Nacional de Pesquisa do Solo*. 5, 292.
- García-Rivero A. E., Sánchez, B. L. M., Chávez E. S. e Gonzalez A. Z. D.** 2019: "A cartografia das paisagens com sistemas de informação geográfica, como base para o diagnóstico geológico da bacia hidrográfica do rio ariguanabo, Cuba". *Revista Da ANPEGE*, 15 (27), 169-194. <https://doi.org/10.5418/RA2019.1527.006>
- Goerl R. F., Siefert C. e Schultz G. B.** 2011: "Elaboração e aplicação de índices de fragmentação e conectividade da paisagem para análise de bacias hidrográficas". *Revista Brasileira de Geografia Física*, 4 (5), 1000-1012. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v4i5.232678>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. 2021: "Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2021". *IBGE*, 2021. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/porto-seguro/panorama>. Consulta realizada em 19 março de 2022.
- Jesus E. N., Ferreira R. A., Aragão A. G., Santos T. I. S. e Rocha S. L.** 2015: "Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Poxim-SE, como subsídio à restauração ecológica." *Revista Árvore*. 39 (3), 467-474. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000300007>
- Lima A. M. M., Corrêa J. A. M., Silva L. M., Ferreira, S. C. G.** 2021: "Análise da relação entre a paisagem e a hidrogeoquímica da bacia hidrográfica do rio Moju, Amazônia Oriental-Brasil". *Agua y Territorio/Water and Landscape*, 17, 131-150.
- Marques A. M. S.** 2014: *Plano municipal de conservação e recuperação da mata atlântica de Porto Seguro - Bahia*. Salvador (Brasil), Grupo Ambientalista da Bahia.
- Pirovani D. B., Silva A. G., Santos A. R., Cecílio R. A., Gleriani J. M. e Martins S. V.** 2014: "Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES". *Revista Árvore*, 38 (2), 271-281. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000200007>

- Porto Seguro.** 2019: *Lei Municipal nº 1511 que aprova o Plano Diretor Municipal Participativo de Porto Seguro*. <http://www.aceessoinformacao.com.br/ba/portoseguro/wp-Includes/ExternalApps/downloader.php?url=aHR0cDovL2RvZW0ub3JnLmJyL2JhL3BvcnRvc2VndXJvL2FycXVpdm9zL2Rvd25sb2FkL2E1NmIzYmZiODImNjM4NjkzYmYwZTBiOGY5MzRiZjdmL0xlaSBu wrogMTUxMSAtIDE5IFBsYW5vIERpcmV0b3IgdXVuaWNpcGF-sIFBhcnRyY2lwYXRpdm8ucGRm>. Consulta realizada em 26 de março de 2022.
- QGIS Development Team.** 2020: *Open Source Geospatial Foundation Project*. <https://qgis.org/en/site/>. Consulta realizada em 07 de abril de 2021.
- Ramos E. A., Nuvoloni F. M. e Lopes, E. R. N.** 2022: "Landscape Transformations and loss of Atlantic Forests: challenges for conservation". *Journal for Nature Conservation*, 66, 126152. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126152>
- Reina A. G.** 2023: "Cambio en los patrones territoriales y análisis diacrónico de inundabilidad y erodabilidad en cuencas de la provincia de Málaga (1956-2010)". *Agua y Territorio/Water and Landscape*. 21.
- Ribeiro M. C., Metzgera J. P., Martensen A. C., Ponzoni F. J., Hirota, M. M.** 2009: "The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation". *Biological Conservation*. 142 (6), 1141-1153. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>
- Robert A. e Moravie M.** 2003: "Topographic variation and stand heterogeneity in a wet evergreen forest of India". *Journal of Tropical Ecology*. 19 (6), 697-707. <https://doi.org/10.1017/S0266467403006096>
- Rosa P. A., Breunig F. M., Almeida C. M. e Balbinot R.** 2017: "Avaliação das relações entre os parâmetros da modelagem geomorfológica e a cobertura florestal no noroeste do Rio Grande do Sul". *Geo UERJ*, 31, 371-388. <http://dx.doi.org/10.12957/geouerj.2017.19502>
- Saito N. S., Moreira M. A., Santos A. R., Eugenio F. C. e Figueiredo A. C.** 2016: "Geotecnologia e Ecologia da Paisagem no Monitoramento da Fragmentação Florestal". *Floresta e Ambiente*. 23 (2), 201-210. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.119814>
- Sampaio B. D. S. e Pinto A. L.** 2022: "Paisagem e qualidade da água na bacia hidrográfica do Córrego da Onça, Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil". *Revista Formação (Online)*. 29 (54). 199-223. <https://doi.org/10.33081/formacao.v29i54.8404>
- Santos R., Landim I. A. M., Corte A. P. D. e Sanquetta C. R.** 2017: "Dinâmica e fragmentação florestal na sub-bacia do Médio Iguaçu (PR) no período de 2000 a 2015". *BIOFIX Scientific Journal*. 2 (2). 76-85. <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v2i2.55342>
- Souza C. G., Zanella L., Borém R. A. T., Carvalho L. M. T., Alves H. M. R. e Volpato M. M. L.** 2014: "Análise da fragmentação florestal da Área de Proteção Ambiental Coqueiral, Coqueiral – MG". *Ciência Florestal*. 24 (3). 631-644. <https://doi.org/10.5902/1980509815743>
- Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI).** 2014: "Estatística dos municípios baianos". 4,130.
- Taubert F., Fischer R. Groeneveld J., Lehmann S., Müller M. S., Rödig E., Wiegand T. e Huth A.** 2018: "Global patterns of tropical forest fragmentation". *Nature* 554, 519–522. <https://doi.org/10.1038/nature25508>