

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL COROA VERMELHA, SUL DA BAHIA

ECOSYSTEM SERVICES IN THE COROA VERMELHA ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA, SOUTHERN BAHIA

Micléia Nascimento Vieira^a; Igor Emiliano Gomes Pinheiro^a, Elfany Reis do Nascimento Lopes^a

^aCentro de Formação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB

micleia.vieira@gfe.ufsb.edu.br, igoregp@ufsb.edu.br, elfany@csc.ufsb.edu.br

Submissão: 13 de novembro de 2024

Aceitação: 15 de abril de 2025

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar os serviços ecossistêmicos em função do uso e cobertura da terra na Área de Proteção Ambiental Coroa Vermelha (APA), com ênfase em serviços relacionados aos recursos hídricos, mudanças climáticas e atividades recreativas. Foi construído um banco de dados de uso e cobertura da terra para a APA Coroa Vermelha, derivado do Projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo no Brasil. Avaliaram-se as transições de uso e cobertura da terra entre os períodos 1992-2022, 2002-2012, 2012-2022 e 1992-2022. Foram construídas matrizes de oferta e demanda em função dos usos e cobertura da terra existentes. Formação florestal, rios, lagos e oceano mostraram capacidade para fornecer múltiplos serviços ecossistêmicos (provisão, regulação e manutenção e cultural) relacionados com os recursos hídricos, mudanças climáticas e recreação. Áreas costeiras possuem a maior demanda de serviços ecossistêmicos e se relacionam com expansão urbana, agropecuária e turismo. Apesar da unidade de conservação objetivar o uso direto e sustentável dos recursos naturais, políticas de conservação e governança devem ser prioritárias para garantir a oferta de serviços ecossistêmicos e a manutenção dos ecossistemas.

Palavras-chave: Unidades de Conservação; recursos hídricos; uso e cobertura da terra.

Abstract

The objective of this study was to evaluate ecosystem services as a function of land use and land cover in the Coroa Vermelha Environmental Protection Area (APA), with emphasis on services related to water resources, climate change, and recreational activities. A land use and land cover database was constructed for the Coroa Vermelha APA, derived from the Annual Land Use and Land Cover Mapping Project in Brazil. Land use and land cover transitions were evaluated between the periods 1992-2022, 2002-2012, 2012-2022, and 1992-2022. Supply and demand matrices were constructed as a function of existing land use and land cover. Forest formation, rivers, lakes, and the ocean showed the capacity to provide multiple ecosystem services (provision, regulation and maintenance, and cultural) related to water resources, climate change, and recreation. Coastal areas have the highest demand for ecosystem services and are associated with urban expansion, agriculture and tourism. Although conservation units aim to directly and sustainably use natural resources, conservation and governance policies must be a priority to ensure the provision of ecosystem services and the maintenance of ecosystems.

Keywords: Conservation Units; water resources; land use and cover.

INTRODUÇÃO

A natureza dispõe de bens e serviços que são essenciais para os seres humanos e para a manutenção da vida no planeta (La Notte *et al.*, 2017). Os sistemas naturais proveem serviços que

dão suporte à vida, direta e indiretamente, entre eles a purificação do ar e da água, regulação do clima e manutenção de organismos responsáveis pela ciclagem de nutrientes do solo (Alho, 2012). Esses serviços, denominados Serviços Ecossistêmicos (SE) são divididos em provisão,

regulação e manutenção e cultural, e definidos pelo sistema de *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) como as contribuições que os ecossistemas (ou seja, os vivos sistemas) fornecem para o bem-estar humano (EEA, 2018; Brasil, 2024).

Atualmente, muitos desses serviços encontram-se sob pressão em função das atividades antrópicas, entre elas as mudanças no uso e cobertura da terra (Tolessa; Senbeta; Kidane, 2017). Estas mudanças estão associadas ao crescimento populacional, à urbanização e ao desenvolvimento econômico (Elmqvist *et al.*, 2013). Diversos são os impactos oriundos dessas mudanças, como alteração dos ciclos biogeoquímicos, do balanço de radiação e do sistema climático, tendo esta relação direta com as emissões de gases do efeito estufa (Xaud; Epiphany, 2014). Atividades como agricultura e pecuária, também estão entre as principais causas, podendo provocar perda da diversidade biológica, redução na fertilidade do solo e intensificação dos processos erosivos (Vanzela; Hernandez; Franco, 2010).

No Brasil, o processo de ocupação do solo urbano provocou diversos impactos no ambiente, o que vem alterando suas características originais (Peres, 2011). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre 2018 e 2020, cerca de 0,8% do seu território sofreu alguma mudança efetiva no uso e cobertura da terra, equivalendo a cerca de 70 mil km² de modificações (IBGE, 2018; 2020). Ainda segundo o IBGE há um avanço das áreas antrópicas, especialmente áreas agrícolas e de pastagens (com manejo, sobre a vegetação natural), com uma alternância entre áreas agrícolas (pastagens com manejo e cultivos florestais). Nas regiões Sudeste e Sul, no sertão nordestino e no trecho de costa entre Natal (RN) e Salvador (BA), a ocupação é caracterizada pela fragmentação da paisagem, dominada por mosaicos de diferentes formas de ocupação.

No Sul da Bahia, segundo estudo realizado por Ramos, Nuvoloni e Lopes (2022), entre 1985 e 2019 houve transformações significativas na paisagem, como a conversão de áreas florestais naturais em pastagens e silvicultura de eucalipto, ocasionando uma perda de floresta nativa da Mata Atlântica de 328.598 hectares ao longo dos 34 anos. Esta região compreende uma diversidade de áreas protegidas, incluindo as Unidades de Conservação (UCs) de uso sustentável (Brasil, 2000). Essas UCs auxiliam na preservação dos recursos naturais e serviços ecossistêmicos,

principalmente em áreas onde os povos originários são os principais usuários dos recursos naturais. No entanto, os múltiplos usos que ocorrem no interior dessas áreas podem representar riscos e ameaças ao ambiente, conseqüentemente na oferta e demanda de SE.

As ameaças à oferta de SE dependem diretamente do tipo de uso da terra inserido nas UCs, enquanto a manutenção da cobertura natural com qualidade ambiental tem potencial para ofertar serviços essenciais à sociedade. Assim, a oferta é caracterizada pela capacidade de uma determinada área em fornecer um conjunto específico de bens e serviços ecossistêmicos em um determinado período, enquanto a demanda é a soma de todos os bens e serviços ecossistêmicos atualmente consumidos ou utilizados em uma determinada área durante um determinado período (Burkhard *et al.*, 2012). Por exemplo, uma área com uso associado a atividade antrópica excessiva tende a demandar mais SE do que ofertar; já uma área de cobertura florestal tem potencial para ofertar inúmeros SE para a sociedade (Peng *et al.*, 2020).

Diante do contexto, considerando que UCs de uso sustentável têm uma permissibilidade jurídica no uso direto dos recursos naturais, ao tempo em que se observa a expansão da urbanização, da agropecuária e das atividades turísticas nestes espaços, que pode comprometer a capacidade das UCs em fornecer SE, busca-se avaliar o potencial de oferta e demanda de SE dessas áreas. Assim, o estudo teve por objetivo avaliar os serviços ecossistêmicos em função do uso e cobertura da terra na Área de Proteção Ambiental Coroa Vermelha, no Sul da Bahia, com ênfase nos serviços relacionados aos recursos hídricos, mudanças climáticas e atividades recreativas.

METODOLOGIA

Área de Estudo

A Área de Proteção Ambiental Coroa Vermelha possui 3.807,06 hectares e está inserida no Bioma Mata Atlântica, nos municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália, estado da Bahia, nordeste do Brasil (Figura 1).

Por razões de limitação do mapeamento de uso da cobertura da terra, as análises apresentadas neste estudo consideram o território continental da APA Coroa Vermelha e não se atrelam aos espaços marinhos contidos em seu limite.

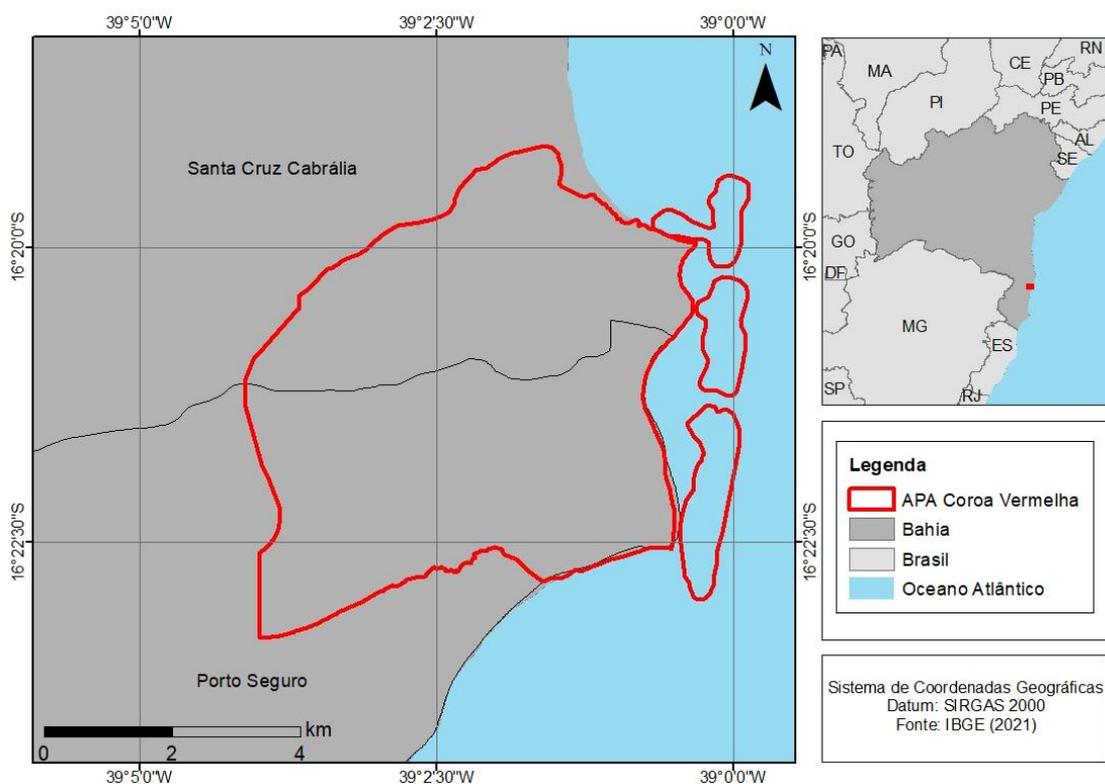
A UC foi criada por meio do Decreto nº 2.184

de 7 de junho de 1993, por ser considerada de importância ecossistêmica em função da presença de várzeas associadas à vegetação de restinga costeira e à existência de remanescentes da Mata Atlântica, bem como de recifes de corais, constituindo-se patrimônio ambiental local. A APA foi criada com o objetivo principal de assegurar o disciplinamento do uso do solo e sua ocupação, bem como a adequada proteção dos recursos naturais (Bahia, 1993). No entanto, há conflitos que limitam o cumprimento dos seus objetivos de criação (garantir a preservação dos recursos naturais e o desenvolvimento de atividades

turísticas), como depósitos irregulares de resíduos sólidos, extração ilegal de areia, ocupação desordenada do solo e o desmatamento (Bahia, 1993).

Está inserida em território de valor histórico, o marco do descobrimento do Brasil, realçado pela existência de comunidade indígena Pataxó. Por ser uma área com características naturais de apreciável valor cênico, favorece o desenvolvimento do turismo ecológico, compatível com as exigências para o desenvolvimento sustentável da região (Bahia, 1993).

Figura 1 - Localização da APA Coroa Vermelha, sul da Bahia



Fonte: autores (2024).

Coleta e análise de dados

Foi construído um banco de dados de uso e cobertura da terra, adquiridos gratuitamente no Projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias, coleção 8), entre os anos de 1992 e 2022 (30 anos), com resolução espacial de 30 m e formato matricial. Os mapeamentos foram segmentados para a APA Coroa Vermelha, reprojatados para o sistema de referência espacial UTM e DATUM horizontal SIRGAS 2000, zona 24S. Em seguida, foi realizada a análise quantitativa das categorias de uso e cobertura da terra, em hectares.

Foram avaliadas as transições das mudanças de uso e cobertura da terra entre os anos 1992-2012, 2002-2012, 2012-2022 e 1992-2022, a partir de tabulação cruzada em *software* de geoprocessamento QGIS, v. 3.22 (QGIS Development Team, 2022). As matrizes de transições consistem na comparação do ano anterior com o ano posterior para detectar as mudanças ocorridas em cada categoria e em metros quadrados (m²). Os valores identificados foram registrados em uma matriz de transição. Nessa matriz (Tabela 1), as células com tonalidade escura ao longo das diagonais superior e inferior indicam as áreas onde os mesmos usos foram

mantidos durante o período analisado. Já as células de tonalidade clara representam as transições de uso ocorridas no período em cada categoria. Na matriz, as linhas representam o ano anterior e as colunas o ano posterior.

Para a avaliação dos serviços ecossistêmicos, procedeu-se à averiguação em campo das atividades predominantes na APA e suas relações entre oferta e demanda, aplicando a *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) (EEA, 2018). As matrizes de oferta e demanda foram construídas pela ponderação dos usos da terra existentes e sua disponibilidade para oferta e demanda de serviços de provisão, regulação e manutenção e cultural, com ênfase em serviços ecossistêmicos relacionados aos recursos hídricos, mudanças climáticas e atividades recreativas. No eixo y das matrizes foram alocados os tipos de uso e cobertura da terra existentes. No eixo x foram organizadas as categorias de serviços ecossistêmicos. Para a ponderação foi avaliada individualmente a capacidade de cada uso e

cobertura da terra em prover ou demandar o serviço ecossistêmico, considerando-se uma escala entre "0" = sem oferta/demanda relevante a "5" = oferta/demanda relevante muito alta, conforme Petroni, Siqueira-Gay e Gallardo (2022). Os valores finais das matrizes de demanda e oferta foram obtidos subtraindo-se os valores de oferta dos de demanda, obtendo-se uma matriz orçamentária que variou de "-5" (a demanda excede significativamente a oferta, forte sub oferta) a "5" (a oferta excede significativamente a demanda, forte excesso de oferta), e "0" é o valor neutro, conforme Petroni, Siqueira-Gay e Gallardo (2022).

A espacialização da matriz orçamentária foi realizada por associação ao mapeamento do uso e cobertura da terra da APA, em formato matricial, atribuindo-se a relevância das classes de uso e cobertura da terra para os serviços ecossistêmicos relacionados aos recursos hídricos, mudanças climáticas e atividades recreativas, utilizando o QGIS, v. 3.22 (QGIS Development Team, 2022).

Tabela 1 - Modelo da matriz de transição para as categorias de uso do solo e cobertura vegetal

	Uso e cobertura da terra (ano posterior)													Área total (ano anterior)	Transições (no período)
Uso e cobertura da terra (ano anterior)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
	2														
	3														
	4														
	5														
	6														
	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
Área total (ano posterior)															

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre 1992 e 2022, a APA Coroa Vermelha apresentou 14 categorias de uso e cobertura da terra (Tabela 2), das quais destacam-se na paisagem a formação florestal, restinga herbácea, área urbanizada, mosaico de uso (agropecuária) e pastagem. Nesse período observou-se a redução

de áreas naturais, com destaque para a perda de floresta em 23% de sua área total em 1992. Neste mesmo ano, 80,82% da APA era composta por coberturas naturais e 19,18% por atividades antrópicas, passando para 60,98% e 39,02% em 2022, evidenciando um longo processo de antropização em três décadas. A redução das

áreas naturais observadas na APA Coroa Vermelha é reflexo de uma longa transformação na paisagem da Mata Atlântica, bioma que tem sido altamente impactado pela atividade humana ao longo do tempo, principalmente no que diz respeito

à agropecuária, urbanização e pastagem, conforme observado em estudos que analisaram essas transformações (Lira *et al.*, 2012; Lira, Portela e Tambosi, 2021).

Tabela 2 – Quantitativo de uso e cobertura da terra em 2022, 2012, 2002 e 1992 (em hectares) na APA Coroa Vermelha, sul da Bahia

Categorias de uso e cobertura da terra	2022	2012	2002	1992
FF	1532,54	1560,23	1675,23	2005,85
MA	8,73	7,67	6,53	5,91
SI	-	-	0,35	-
CAAP	48,77	69,76	72,31	50,71
OFNF	17,64	20,81	29,10	41,18
PA	472,60	401,61	347,82	58,65
MU	344,91	353,46	280,17	270,03
PDA	8,03	6,79	13,67	15,70
AU	364,31	335,73	312,98	274,53
OANV	131,22	21,17	21,34	9,52
API	-	-	-	0,62
RLO	15,46	16,48	9,52	10,85
RA	9,50	9,69	10,67	10,67
RH	456,20	606,50	630,19	655,68
Total	3409,90	3409,90	3409,90	3409,90

Fonte: autores (2024). Formação Florestal; MA = Mangue; SI = Silvicultura; CAAP = Campo Alagado e Área Pantanosa; OFNF = Outras Formações não florestais; PA= Pastagem; MU = Mosaico de Uso; PDA = Praia, Duna e Areal; AU = Área Urbanizada; OANV = Outras Áreas não vegetadas; API = Apicum; RLO = Rio, Lago e Oceano; RA = Restinga Arbórea; RH = Restinga Herbácea.

A formação florestal apresentou redução de área correspondente a 330,62 hectares entre 1992-2002, 115 hectares (2002-2012) e 27,69 hectares entre 2012-2022. Por outro lado, a ocupação por pastagem aumentou 289,17 hectares entre 1992-2002, 53,69 hectares (2002-2012) e 70,99 hectares entre 2012-2022. Embora se note a desaceleração de perdas florestais e do aumento das pastagens, ainda assim, a redução de áreas naturais desencadeia mudanças ambientais que reduzem os serviços ecossistêmicos ofertados e afetam em nível local e global a biodiversidade (Kumar; Kumar; Saikia, 2022). A redução de conversões pode ser associada à existência da área protegida, combinada com processos de fiscalização e cumprimento de medidas legais inerentes às políticas públicas ambientais. No estudo desenvolvido por Sousa *et al.* (2023) também foi observada a efetividade de áreas protegidas ao analisar mudanças temporais de uso da terra, identificando que a presença de UCs corroboram para a manutenção recursos naturais e o controle do avanço de categorias de uso agropecuário.

Em 30 anos, a transição entre uso e cobertura da terra (Tabela 3) variou entre 14 categorias,

sendo que as principais transições ocorridas foram entre a formação florestal para pastagem e a formação florestal para mosaico de uso agropecuário. Essas transições reduziram 568,88 ha de floresta e alavancaram a problemática de modificação da unidade de conservação, de forma abrupta, e sem uma coerente aplicação da noção de sustentabilidade. O período entre 1992-2002 apresentou as maiores taxas de conversão de floresta para as atividades antrópicas, que ainda incluem área urbana, silvicultura e áreas não vegetadas diversas. Adicionalmente, as restingas arbóreas e herbáceas também apresentaram transições para atividades antrópicas, com maior ênfase na área urbana, referente à expansão, especulação e conversão de áreas para a ampliação de espaços construídos, seja para espaços de lazer em cabanas de praias, hotelaria ou residências.

Quando considerado um período total de 30 anos (1992 a 2022), a formação florestal também se mostrou a principal cobertura da terra com maior transição para pastagem e mosaico de uso agropecuário (Figura 2). Essa distribuição também evidencia a redução dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelas áreas naturais, sugerindo uma

sobrecarga sobre esses recursos e a necessidade de discutir a função da existência da unidade de conservação na região, seja pelo potencial de proteção ou pela relação com o uso direto dos

ecossistemas, as necessidades humanas e a conservação da biodiversidade, garantindo dessa forma os objetivos pelos quais a UC foi criada.

Tabela 3 – Transição de uso e cobertura da terra no período de 1992 - 2002, 2002 – 2012, 2012 – 2022 e 1992 – 2022 na APA Coroa Vermelha, sul da Bahia

1992	FF	MA	SI	CAAP	OFNF	PA	MU	PD	AU	OANV	API	RLO	RA	RH	Área Total	Transições
FF	1648,24	0,0	0,3	0,09	0,18	257,51	92,2	0,0	3,17	0,09	0,0	3,4	0,0	0,53	2005,85	357,60
MA	0,00	5,56	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,35	0,0	0,0	0,0	0,00	5,91	0,35
SI	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
CAAP	0,00	0,0	0,0	45,42	0,00	0,00	4,50	0,0	0,18	0,00	0,0	0,0	0,0	0,62	50,71	5,29
OFNF	0,71	0,0	0,0	0,26	25,75	6,79	4,32	0,0	1,76	1,50	0,0	0,0	0,0	0,09	41,18	15,43
PA	1,50	0,0	0,0	0,97	0,71	44,71	10,7	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	58,65	13,93
MU	24,69	0,0	0,0	20,37	2,47	37,30	160,06	0,9	14,8	2,20	0,0	1,0	0,6	5,47	270,03	109,97
PDA	0,00	0,0	0,0	0,09	0,00	0,00	0,88	8,11	5,38	0,53	0,0	0,3	0,0	0,18	15,52	7,41
AU	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,09	3,09	271,36	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	274,53	3,17
OANV	0,09	0,18	0,0	0,00	0,00	1,50	1,23	0,0	0,00	5,73	0,0	0,0	0,0	0,71	9,44	3,70
API	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,1	0,44	0,62	0,62
RLO	0,00	0,0	0,0	0,79	0,00	0,00	0,44	0,79	0,26	3,62	0,0	4,5	0,0	0,18	10,58	6,09
RA	0,00	0,71	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,09	0,0	0,0	9,79	0,00	10,67	0,88
RH	0,00	0,0	0,0	4,32	0,00	0,00	5,64	0,62	15,87	7,06	0,0	0,0	0,0	621,99	655,68	33,69
Total (2002)	1675,23	6,53	0,35	72,31	29,10	347,82	280,17	13,67	312,80	21,17	0,00	9,35	10,67	630,19	3409,37	558,14

2002	FF	MA	SI	CAAP	OFNF	PA	MU	PD	AU	OANV	RLO	RA	RH	Área Total	Transições
FF	1539,86	0,0	0,0	0,26	0,09	49,47	81,4	0,0	0,00	0,00	4,14	0,0	0,00	1675,23	135,37
MA	0,00	6,44	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	6,53	0,09
SI	0,35	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,35	0,35
CAAP	0,26	0,71	0,0	62,70	0,09	0,00	6,79	0,0	0,00	0,71	0,00	0,5	0,53	72,31	9,61
OFNF	0,00	0,0	0,0	0,00	18,08	7,50	3,26	0,0	0,26	0,00	0,00	0,0	0,00	29,10	11,02
PA	0,62	0,0	0,0	0,00	1,06	300,46	45,59	0,0	0,00	0,09	0,00	0,0	0,00	347,82	47,36
MU	19,05	0,0	0,0	5,29	0,53	42,33	203,63	0,35	4,94	0,26	0,26	0,0	3,53	280,17	76,55
PDA	0,00	0,0	0,0	0,26	0,00	0,00	0,88	5,47	6,17	0,53	0,09	0,1	0,00	13,58	8,11
AU	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,26	0,62	311,57	0,00	0,35	0,0	0,18	312,98	1,41
OANV	0,00	0,26	0,0	0,09	0,88	1,85	1,06	0,0	0,00	11,55	3,97	0,1	1,50	21,34	9,79
RLO	0,00	0,0	0,0	0,09	0,00	0,00	1,15	0,26	0,35	0,26	7,41	0,0	0,00	9,52	2,12
RA	0,00	0,26	0,0	0,00	0,00	0,00	0,62	0,0	0,62	0,00	0,09	8,82	0,26	10,67	1,85

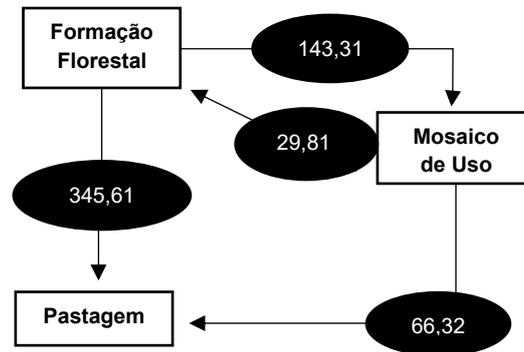
RH	0,09	0,0	0,0	1,06	0,09	0,00	8,82	0,0	11,8	7,50	0,09	0,0	600,74	630,19	29,45
Total (2012)	1560,23	7,67	0,00	69,76	20,81	401,61	353,46	6,70	335,73	20,90	16,40	9,79	606,74	3409,81	333,09

2012	FF	MA	CAA P	OFN F	PA	MU	PD A	AU	OAN V	RLO	RA	RH	Área Total	Transição
FF	1471,42	0,00	0,00	0,09	21,52	66,23	0,00	0,18	0,00	0,62	0,00	0,18	1560,23	88,81
MA	0,00	7,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,18	0,00	7,67	0,26
CAAP	0,18	0,26	43,65	0,09	0,62	23,28	0,00	0,09	0,62	0,18	0,00	0,79	69,76	26,10
OFNF	0,00	0,00	0,00	9,88	7,67	1,59	0,00	1,68	0,00	0,00	0,00	0,00	20,81	10,94
PA	15,87	0,00	0,00	4,76	350,55	20,81	0,00	9,61	0,00	0,00	0,00	0,00	401,61	51,06
MU	43,74	0,00	4,50	2,82	91,36	196,31	0,44	7,58	0,44	1,41	0,00	4,85	353,46	157,15
PDA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	5,20	1,23	0,00	0,09	0,00	0,00	6,61	1,41
AU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	2,20	333,09	0,00	0,09	0,00	0,09	335,73	2,65
OANV	0,00	0,53	0,00	0,00	0,79	2,12	0,18	0,00	13,40	1,68	0,00	2,47	21,17	7,76
RLO	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,35	3,17	10,98	0,18	0,09	16,49	5,56
RA	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	9,17	0,00	9,79	0,62
RH	0,00	0,26	0,62	0,00	0,09	33,42	0,00	10,49	113,50	0,44	0,00	447,82	606,74	158,92
Total (2022)	1532,54	8,73	48,77	17,64	472,60	344,91	8,03	364,31	131,22	15,43	9,61	456,29	3410,07	511,23

1992	FF	MA	CAA P	OFN F	PA	MU	PD A	AU	OAN V	AP I	RL O	RA	RH	Área Total	Transiç ão
FF	1500,53	0,00	0,18	0,00	345,61	143,31	0,00	9,17	0,00	0,00	6,97	0,00	2005,85	505,32	
MA	0,00	5,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,18	5,91	0,26	
CAAP	0,00	0,97	31,40	0,00	0,26	16,23	0,00	0,26	0,35	0,00	0,00	0,30	50,71	19,31	
OFNF	0,00	0,00	0,18	13,05	16,76	3,88	0,00	7,32	0,00	0,00	0,00	0,00	41,18	28,13	
PA	2,03	0,00	1,68	1,06	39,42	13,85	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	58,65	19,23	
MU	29,81	0,00	11,29	3,53	66,32	124,52	0,62	26,02	1,50	0,00	1,68	0,88	270,03	145,51	
PDA	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	1,15	4,85	7,76	0,71	0,00	0,53	0,18	15,43	10,58	
AU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	1,94	272,33	0,00	0,00	0,00	0,18	274,53	2,20	
OANV	0,18	0,44	0,00	0,00	3,88	0,79	0,00	0,00	3,70	0,00	0,44	0,09	9,52	5,82	
API	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,62	0,62	
RLO	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,53	0,35	1,15	3,35	0,00	5,11	0,09	10,85	5,73	
RA	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	0,71	0,00	0,53	0,00	0,00	7,94	0,09	10,67	2,73	
RH	0,00	0,18	3,53	0,00	0,35	39,86	0,26	38,98	121,44	0,00	0,62	0,09	450,38	655,68	
Total (2022)	1532,54	8,73	48,77	17,64	472,60	344,91	8,03	364,31	131,22	0,00	15,43	9,61	456,29	3409,63	

Fonte: autores (2024). Formação Florestal; MA = Mangue; SI = Silvicultura; CAAP = Campo Alagado e Área Pantanosa; OFNF = Outras Formações não florestais; PA= Pastagem; MU = Mosaico de Uso; PDA = Praia, Duna e Areal; AU = Área Urbanizada; OANV = Outras Áreas não vegetadas; API = Apicum; RLO = Rio, Lago e Oceano; RA = Restinga Arbórea; RH = Restinga Herbácea

Figura 2 - Transições de uso e cobertura da terra entre florestas e usos antrópicos entre 1992 e 2022 na APA Coroa Vermelha, sul da Bahia (em hectares)



Fonte: autores (2024).

Neste segmento, a Tabela 4 avaliou os serviços ecossistêmicos ofertados e demandados conforme o uso e cobertura da terra, considerando o ano de 2022 para a APA Coroa Vermelha.

Embora evidenciadas as atividades e modificações antrópicas desenvolvidas na UC, observou-se que a APA Coroa Vermelha ainda possui capacidade de ofertar SE de provisão, regulação/manutenção e cultural. A categoria rio, lago e oceano fornece múltiplos serviços em função da característica costeira da área, com recursos hídricos continentais e marinhos, seguidos de formação florestal e campo alagado e área pantanosa, configurando para um forte excesso de oferta de serviços ecossistêmicos voltados para os recursos hídricos, mudanças climáticas e atividades recreativas. Entre os serviços ofertados estão a água para beber e a regulação da condição química das águas doces por processos vivos. Outras unidades de conservação também apresentaram as áreas florestais com elevada capacidade de fornecer serviços de provisão (Peng *et al.*, 2020; Petroni; Siqueira-Gay; Gallardo, 2022). Igualmente, Simões, Fiore e Silva (2022) também verificaram que as áreas naturais de uma área protegida de uso sustentável foram capazes de fornecer SE variados, incluindo *habitats* para espécies, água potável, regulação dos fluxos de água e experiência espiritual.

As demandas mais elevadas de serviços estão nas áreas urbanizadas, pastagem e áreas não vegetadas, representadas por edificações e vias, incluindo áreas com infraestrutura turística; atividade agropecuária e pastagem, caracterizadas como formações campestres ou

campo alagado (MapBiomias, 2022). Expansão de atividades antrópicas e taxas elevadas de uso da terra expõem a dificuldade em coberturas naturais ofertarem SE pela APA, para além de reafirmar a necessidade de estudos de capacidade de suporte dos ecossistemas. Em áreas da Amazônia, Siqueira-Gay *et al.* (2020) também evidenciaram que áreas urbanas e o mosaico agropecuário possuem capacidade de elevar a demanda de SE, assim como confirmaram que as formações naturais e a hidrografia são áreas com alta oferta e baixa/intermediária demanda de SE, assim como identificado na APA Coroa Vermelha.

As Figuras 3 e 4 apresentam a variação dos serviços ecossistêmicos relacionados aos recursos hídricos, mudanças climáticas e atividades recreativas ao longo do tempo. Em 1992, um ano antes da criação da APA (formalizada em 1993), a área apresentava um notável potencial de oferta dos SE de água superficial para consumo, regulação da condição química das águas doces por processos biológicos e promoção da saúde por meio de interações passivas ou observacionais. No entanto, ao longo do tempo, após a instituição da APA em 2002, o aumento da demanda por esses serviços revelou a degradação das áreas naturais e evidenciou a expansão da demanda em toda a UC. Esse processo deve-se, principalmente, à perda significativa de cobertura florestal, substituída por áreas de pastagem (Figura 3), o que compromete a capacidade da APA de fornecer esses serviços. Para esse tipo de serviço, pastagens e o mosaico de uso agropecuário apresentam uma demanda significativa, especialmente para a dessedentação de animais e a irrigação.

Tabela 4 - Matriz orçamentária de SE para o ano de 2022 na APA Coroa Vermelha, sul da Bahia

Classes de Uso e Cobertura da Terra	Provisão							Regulação/Manutenção		Cultural		
	Água superficial para beber	Águas superficiais utilizadas como material (fins não potáveis)	Água superficial de água doce utilizada como fonte de energia	Água costeira e marinha utilizada como fonte de energia	Água subterrânea (e subsuperficial) para beber	Águas subterrâneas (e subsuperficiais) utilizadas como material (fins não potáveis)	Águas subterrâneas (e subsuperficiais) utilizadas como fonte	Regulação da condição química das águas doces por processos	Regulação da condição química das águas salgadas por processos vivos	Características dos sistemas vivos que possibilitam atividades de promoção da saúde, recuperação ou fruição por meio de interações ativas	Características dos sistemas vivos que possibilitam atividades de promoção da saúde, recuperação ou fruição por meio de interações	Características dos sistemas vivos que têm um valor de existência
Formação Florestal	4	4	0	0	3	3	0	0	5	5	5	
Outras Formações não Florestais	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
Outras Áreas não vegetadas	-5	-4	0	0	-3	-3	0	0	-3	-3	0	
Campo Alagado e Área Pantanosa	5	5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	
Mangue	0	0	0	0	0	0	3	3	1	1	0	
Restinga Arbórea	3	3	0	0	2	2	0	0	2	2	0	
Restinga Herbácea	2	2	0	0	1	1	0	0	2	2	0	
Praia, Duna e Areal	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	
Mosaico de Usos	-2	-2	0	0	-1	-1	0	0	2	2	0	
Rio, Lago e Oceano	5	5	0	0	0	0	4	4	5	5	5	
Área Urbanizada	-5	-4	0	0	-3	-3	0	0	-2	-2	0	
Pastagem	-3	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	

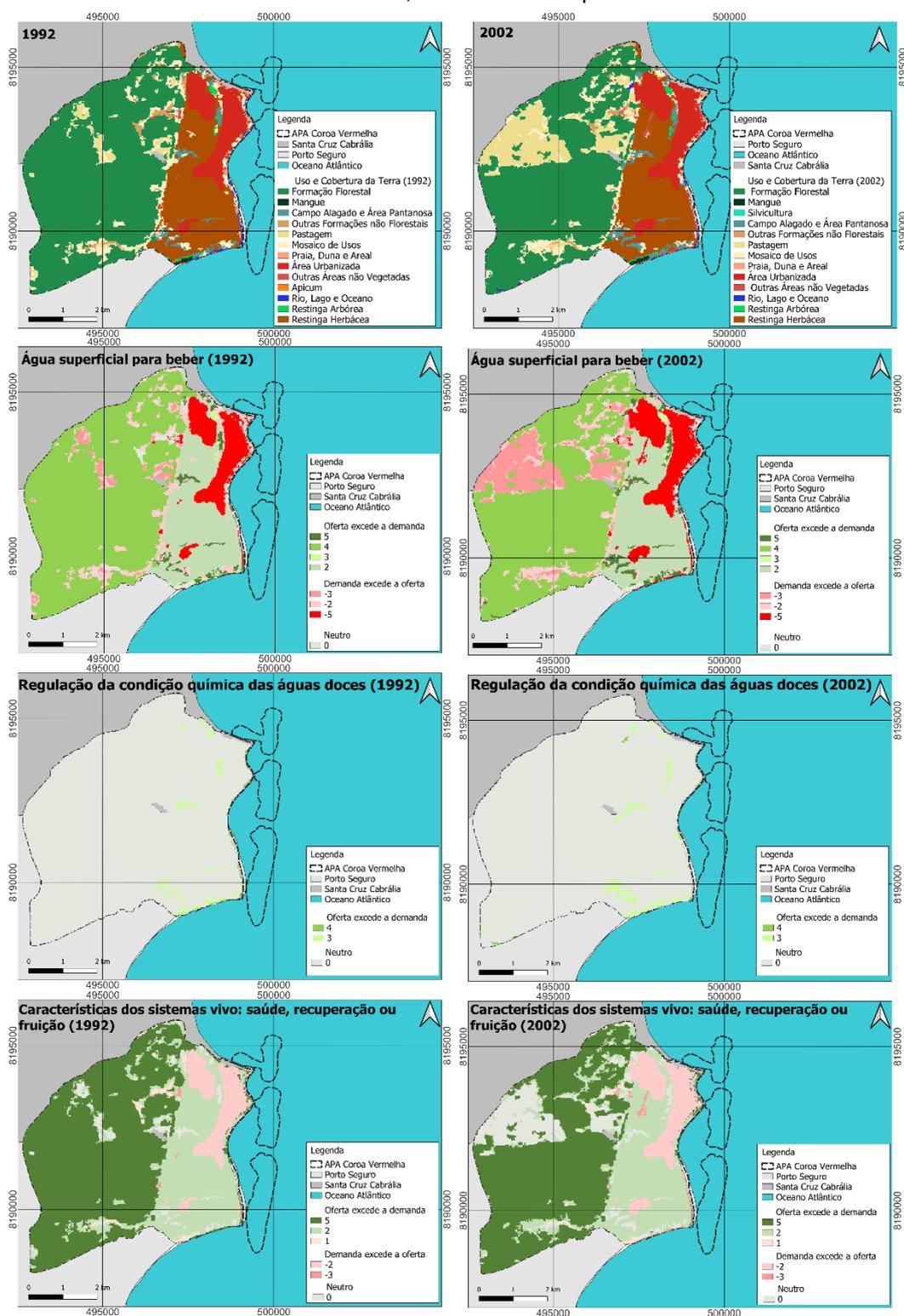
Fonte: autoria própria (2024). Escala: "-5" (vermelho escuro - a demanda excede significativamente a oferta), "0" (branco - valor neutro) e "5" (verde escuro - a oferta excede significativamente a demanda).

Entre 2002 e 2012, observa-se um aumento gradual na demanda pelo serviço ecossistêmico de água superficial para beber. Essa tendência continua entre 2012 e 2022, sendo que em 2022 essa dinâmica torna-se ainda mais evidente devido ao crescimento da categoria "outras áreas não vegetadas" nesse período. Essa categoria inclui superfícies não permeáveis, como infraestrutura, áreas de expansão urbana ou mineração, que não foram classificadas em categorias específicas no mapeamento (MapBiomass, 2022). Apesar de haver mecanismos de gestão, como o plano de manejo, órgão gestor e fiscalização ambiental em nível estadual, fica evidente que ainda assim a expansão urbana, ao provocar mudanças compromete a oferta de SE, resultando em uma demanda cada vez mais intensa, visto que essa dinâmica pode ameaçar os ecossistemas, consequentemente seus serviços (Sun *et al.*, 2018). É necessário especificar que, atualmente, o espaço de Coroa Vermelha é o principal destino de praia do município de Santa Cruz Cabrália e compõe parte do território de Porto Seguro, também procurado para o turismo de praia. Além

disso, conflitos ambientais diversos são observados, entre eles pisoteio de recifes de coral, caça predatória, desmatamento e uso intensivo de faixa de praia.

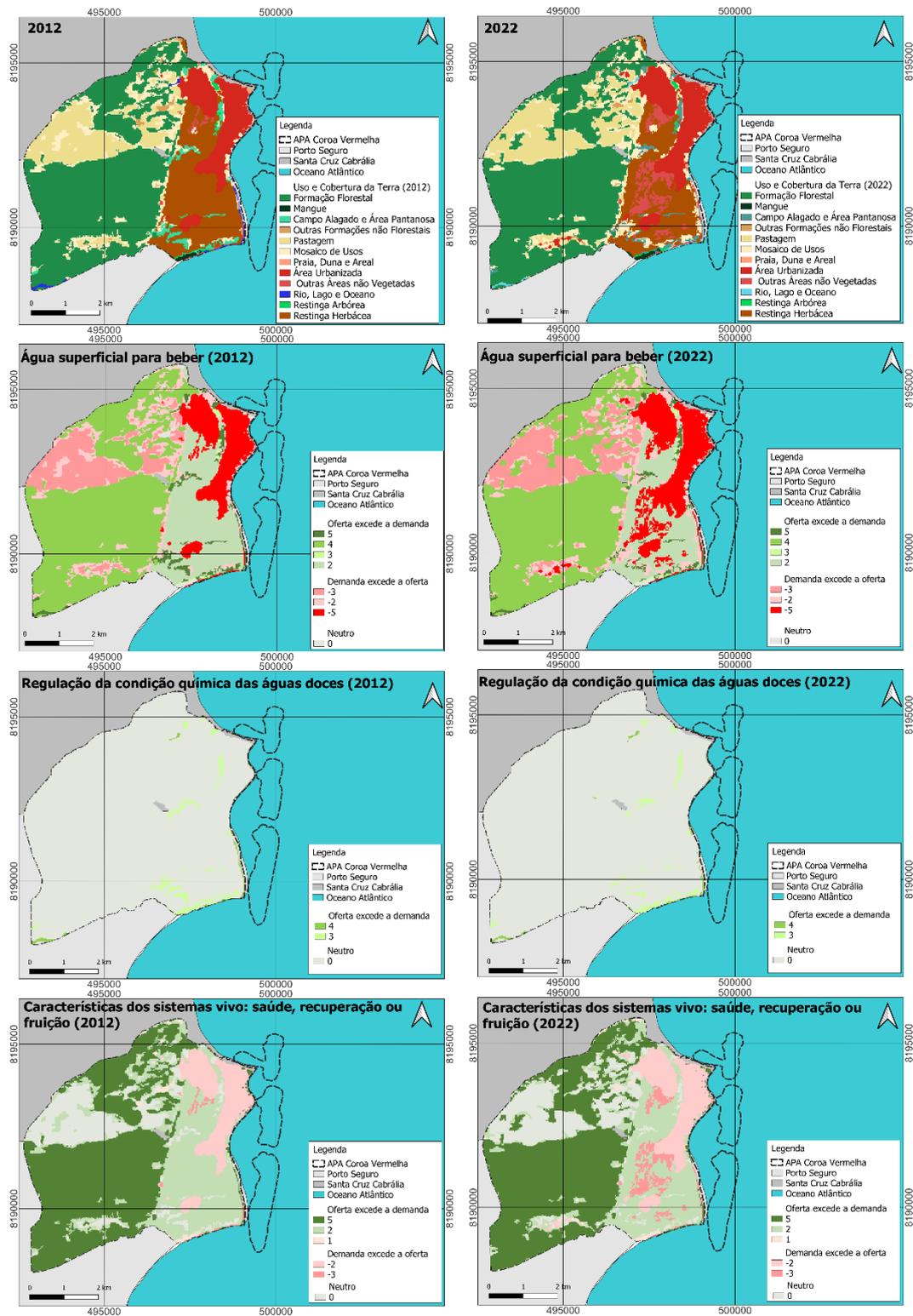
Em 2022 chama-se atenção para o fato dos serviços culturais que, embora se beneficiem dos espaços naturais, vêm sendo reduzidos em capacidade de oferta. Atualmente, os espaços capazes de oferecer serviços de bem-estar cultural aos indivíduos situam-se na comunidade indígena Pataxó da Jaqueira, que mantém e protege uma área extensa de 827 hectares de floresta e utiliza os caminhos do etnoturismo para a promoção de práticas de conservação, turismo ecológico e preservação da cultura indígena. Nesse contexto, Araújo *et al.* (2017) afirma que esse tipo de turismo, se bem planejado, pode gerar benefícios a longo prazo, considerando que o turismo sustentável irá manter o equilíbrio entre os aspectos econômicos, sociais e ambientais, promovendo o desenvolvimento das comunidades locais, a preservação dos aspectos naturais além da sensibilização dos turistas.

Figura 3 - Serviços ecossistêmicos ofertados e/ou demandados em função do uso e cobertura da terra na APA Coroa Vermelha, sul da Bahia no período de 1992-2002



Fonte: autores (2024).

Figura 4 - Serviços ecossistêmicos ofertados e/ou demandados em função do uso e cobertura da terra na APA Coroa Vermelha, sul da Bahia no período de 2012-2022.



Fonte: autores (2024).

De forma geral, as áreas com demanda dos SE estão localizadas na porção nordeste e costeira, associada ao adensamento urbano e de maior frequência turística, que intensificam o abastecimento doméstico (água para beber, banho e usos gerais), despejo de efluentes, pesca e uso dos espaços para prática de atividades de lazer, entre elas ecoturismo, trilhas, observação de fauna e flora e esportes de aventura. Além das florestas, a presença de rio, lago e oceano na área protegida possibilita a oferta serviços de regulação/manutenção da condição química das águas doces por processos vivos, em função da presença de campo alagado e mangue (Chaves *et al.*, 2021). Os manguezais ainda possibilitam a capacidade de capturar e acumular metais pesados como zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu) do ambiente, atuar como filtros naturais para purificação da água e sequestro de carbono, como também para a melhoria da qualidade da água ao reter sedimentos e demais impurezas sólidas através de suas raízes (Akram *et al.*, 2023).

Assim, em um contexto geral, a APA possui locais nos quais a oferta excede a demanda de serviços ecossistêmicos, demonstrando a sua capacidade em prover serviços, embora ainda falte uma compreensão mais ampla sobre o quanto o ecossistema consegue suportar em longo prazo. Este cenário ressalta a importância das áreas protegidas, especificamente as UCs de uso sustentável para o fornecimento de condições fundamentais para a manutenção de SE essenciais para a vida na terra. Petroni, Siqueira-Gay e Gallardo (2022) também reforçam que as UCs que possuem centros urbanos têm um papel fundamental na promoção da saúde e do bem-estar, proporcionando aos cidadãos residentes um sentimento de pertencimento e de conservação da natureza.

CONCLUSÃO

O estudo buscou avaliar os serviços ecossistêmicos em função do uso e cobertura da terra na Área de Proteção Ambiental Coroa Vermelha, com ênfase em serviços relacionados aos recursos hídricos, mudanças climáticas e atividades recreativas. Foi identificado que as áreas naturais representam 60,98% do total de uso e cobertura da terra existente, sendo formação florestal predominante. Esse percentual é capaz de produzir múltiplos serviços ecossistêmicos relacionados aos recursos hídricos, mudanças climáticas e atividades recreativas. Serviços

ecossistêmicos como água superficial para beber, regulação da condição química das águas doces por processos vivos e atividades de promoção da saúde, recuperação ou fruição por meio de interações passivas ou observacionais, estão sendo reduzidos temporalmente em função da expansão de atividades de pastagem, agropecuária e área urbana.

Apesar de ser permitido o desenvolvimento de atividades antrópicas na APA Coroa Vermelha, a noção de uso direto e de uso sustentável precisa ser debatida e amplamente dialogada, visando subsidiar a conservação da área protegida, que, embora possua alta conversão de áreas naturais em antrópicas nos últimos 30 anos, continua ofertando serviços ecossistêmicos. A capacidade de resiliência e de prover serviços essenciais para os seres vivos, mesmo diante de intervenções humanas, demonstram a importância de unidades de conservação em áreas costeiras, de modo que políticas de conservação e governança devem ser prioritárias para a regulação do uso e dos serviços ecossistêmicos.

REFERÊNCIAS

- AKRAM, H. *et al.* Mangrove health: A review of functions, threats, and challenges associated with mangrove management practices. *Forests*, v. 14, n. 9, p. 1698, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4907/14/9/1698>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. *Estudos Avançados*, v. 26, p. 151-166, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100011>. Acesso em: 11 jun. 2023.
- ARAÚJO, W. A. *et al.* Desenvolvimento local, turismo e populações tradicionais: elementos conceituais e apontamentos para reflexão. *Interações (Campo Grande)*, v. 18, n. 04, p. 05-18, out./dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.20435/inter.v18i4.1392>. Acesso em: 11 jun. 2023.
- BAHIA. Decreto nº 2.184 de 07 de junho de 1993. Cria a Área de Proteção Ambiental da Coroa Vermelha, nos Municípios de Porto Seguro e Santa Cruz de Cabrália, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/09/DECRETO-N%C2%BA-2.184-DE-07-DE-JUNHO-DE-1993-Cor%C3%B3a-Vermelha.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- BRASIL. Lei nº 9.985, 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. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 11 mai. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Serviços Ecossistêmicos**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/servicos-ecossistemicos>. Acesso em: 5 abr. 2024.

BURKHARD, B. *et al.* Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 17-29, oct. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019>

CHAVES, A. M. S *et al.* Análise dos serviços ecossistêmicos na paisagem semiárida a Bacia do Riacho São José em Pernambuco. **GEOSABERES: Revista de Estudos Geoducacionais**, v. 12, n. 1, p. 139-158, mai. 2021. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5528/552866526011/html/>. Acesso em: 30 jun. 2024

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Towards a common classification of ecosystem services**. 2018. Disponível em: <https://cices.eu/supporting-functions/>. Acesso em: 30 jun. 2024.

ELMQVIST, T. *et al.* Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities: a global assessment. **Springer Nature**, 2013. 775p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil: 2018-2020**. Brasília: DF., 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil.html>. Acesso em: 11 jun. 2023.

KUMAR, R.; KUMAR, A.; SAIKIA, P. Deforestation and forests degradation impacts on the environment. *In*: SINGH, V. P.; YADAV, S.; YADAV, K. K.; YADAVA, R. N. (eds.). **Environmental Degradation: Challenges and Strategies for Mitigation**. Cham, Switzerland: Springer Nature, 2022, p. 19-46. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/353680761_Deforestation_and_forest_degradation_impact_on_Environment. Acesso em: 1 abr. 2024.

LA NOTTE, A. *et al.* Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. **Ecological Indicators**, v.

74, p. 392-402, mar. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.030>. Acesso em: 02 fev. 2024.

LIRA, P. K. *et al.* Land-use and land-cover change in Atlantic Forest landscapes. **Forest Ecology and Management**, v. 278, p. 80-89, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/257197803_Land-use_and_land-cover_change_in_Atlantic_Forest_landscapes. Acesso em: 02 fev. 2024.

LIRA, P. K; PORTELA, R. de C. Q; TAMBOSI, L. R. Land-cover changes and an uncertain future: will the Brazilian atlantic forest lose the chance to become a hopespot? *In*: MARQUES, M. C. M.; GRELE, C. E. V. (eds.). **The Atlantic Forest: history, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest**. Cham, Switzerland: Springer Nature, 2021, [e-book], p. 233-251. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-55322-7_11. Acesso em: 11 abr. 2024.

MAPBIOMAS. **Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/codigos-de-legenda/>. Acesso em: 3 out. 24.

PENG, J. *et al.* Urbanization impact on the supply-demand budget of ecosystem services: Decoupling analysis. **Ecosystem Services**, v. 44, p. 101139, Aug. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101139>. Acesso em: 02 mar. 2024.

PERES, R. B. Uso e ocupação do solo e impactos ambientais urbanos. **Cadernos do Cescar**. São Carlos: Gráfica e Editora Futura, 2011, p. 173-183. Disponível em: <https://www.hu.usp.br/wp-content/uploads/sites/512/2019/06/2011-CadernoCescar-2.pdf#page=175>. Acesso em: 05 mar. 2024.

PETRONI, M. L; SIQUEIRA-GAY, J; GALLARDO, A. L. C. F. Understanding land use change impacts on ecosystem services within urban protected areas. **Landscape and Urban Planning**, v. 223, p. 104404, jul. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104404>. Acesso em: 15 jan. 2024.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. (2022). **QGIS Geographic Information System**. QGIS Association. Open-Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <https://qgis.org/en/site/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

RAMOS, E. A; NUVOLONI, F. M; LOPES, E. R. N. Landscape Transformations and loss of Atlantic

Forests: challenges for conservation. **Journal for Nature Conservation**, v. 66, abr. 2022.

Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126152>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SIQUEIRA-GAY, J. *et al.* Pathways to positive scenarios for the Amazon forest in Pará state, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 20, p. e20190905, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0905>.

Acesso em: 29 jan. 2024

SIMÕES, G. dos S.; FIORE, F. A.; SILVA, L. C. Mapping of Ecosystem Services provided by the Paraíba do Sul River Environmental Protection Area. **Environment & Society**, v. 25, p. e01882, 2022. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20210188r2vu2022L2OA>. Acesso em:

25 jan. 2024

SOUSA, M. V. L *et al.* Importance of Protected Areas by Brazilian States to Reduce Deforestation in the Amazon. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 12, n. 5, p.190, may. 2023. Disponível em:

<https://doi.org/10.3390/ijgi12050190>. Acesso em: 30 jan. 2024.

SUN, X. *et al.* Urban expansion simulation and the spatio-temporal changes of ecosystem services, a case study in Atlanta Metropolitan area, USA.

Science of the Total Environment, v. 622, p.

974-987, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.062>.

Acesso em: 03 fev. 2024.

TOLESSA, T.; SENBETA, F.; KIDANE, M. The impact of land use/land cover change on ecosystem services in the central highlands of Ethiopia. **Ecosystem Services**, v. 23, p. 47-54, feb. 2017. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.010>.

Acesso em: 03 fev. 2024.

VANZELA, L.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 55-64, 2010.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000100008>.

Acesso em: 03 abr. 2024.

XAUD, M. R; EPIPHANIO, J. C. N. Dinâmica do uso e cobertura da terra no sudeste de Roraima utilizando técnicas de detecção de mudanças.

Acta Amazonica, v. 44, p. 107-120, 2014.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672014000100011>.

Acesso em: 08 fev. 2024.