

Valoração dos serviços ecossistêmicos em uma unidade de conservação na Amazônia Brasileira

Valuation of ecosystem services in a conservation unit in the Brazilian Amazon

Mayara Gomes da Silva¹

Norma Ely Santos Beltrão²

Gundisalvo Piratoba Morales³

RESUMO

Apesar dos ecossistemas possuírem valor ecológico, sociocultural e econômico, os serviços ecossistêmicos não possuem indicadores que expressem seus reais benefícios para o bem-estar humano, levando à ausência de incentivos a sua preservação e utilização de forma racional pelos agentes econômicos. Dessa forma, o estudo objetivou quantificar os serviços ecossistêmicos perdidos pelo desmatamento ocorrido no período de 1985 a 2017, a partir da análise das mudanças do uso e ocupação da UC – Unidade de Conservação Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo – RBNSC, localizada no estado do Pará. A metodologia baseou-se nas mudanças no uso do solo realizada pelo Projeto MapBiomias e valoração dos serviços ecossistêmicos por meio do método *Benefit Transfer*, utilizando coeficientes de valor de bens e serviços ecossistêmicos obtidos a partir de estudos secundários. Observou-se uma diminuição de mais de 25 mil hectares de formação florestal e uma perda superior a US\$ 130 milhões em relação aos serviços ecossistêmicos, apesar de ter apresentado altos e baixos durante o período de 1985 a 2017, possivelmente por conta da alteração nos padrões naturais de uso no interior dessa unidade de conservação. Logo, a pesquisa identificou a estreita relação das alterações na dinâmica do uso solo com a valoração, além de que atribuir valor aos benefícios fornecidos pela floresta apresenta-se como forma de sensibilizar a comunidade sobre a relevância dos recursos naturais e serviços intangíveis prestados pela floresta, fundamentais para a manutenção do bioma e para assegurar a qualidade de vida da população.

Palavras-chave: Reserva biológica; Capital Natural; Benefit Transfer.

ABSTRACT

Although ecosystems have ecological, sociocultural and economic value, ecosystem services do not have indicators that express their real benefits for human well-being, leading to the absence of incentives for their preservation and rational use by economic agents. Thus, the study aimed to quantify the ecosystem services lost by deforestation that occurred from 1985 to 2017, based on the analysis of changes in the use and occupation of the CU - Conservation Unit Nascentes da Serra do Cachimbo Biological Reserve – RBNSC, located in the state of Pará. The methodology was based on changes in land use carried out by the MapBiomias Project and valuation of ecosystem services using the Benefit Transfer method,

- 1 Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. mayara_gomes12@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6889-4088>
- 2 Docente, Departamento de Ciências Naturais e Tecnologia/Universidade do Estado do Pará. normaelybeltrao@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1991-2977>
- 3 Docente, Departamento de Ciências Naturais e Tecnologia/Universidade do Estado do Pará. gundymorales@yahoo.com.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5930-7053>

using value coefficients for ecosystem goods and services obtained from secondary studies. The results showed a decrease of more than 25 thousand hectares of forest and a loss of more than US\$ 130 million in relation to ecosystem services, despite having presented ups and downs during the analyzed period from 1985 to 2017, possibly due to the change in natural patterns of land use within this conservation unit. Therefore, this research identified the relationship between changes in the dynamics of land use and valuation, in addition to assigning value to the benefits provided by the forest as a way to raise awareness in the community about the relevance of natural resources and intangible services provided by the forest, essential for the maintenance of the biome and to ensure the quality of life of the population.

Keywords: Biological reserve; Natural capital; Benefit Transfer.

Introdução

As Unidades de Conservação – UCs, regulamentadas a partir do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei nº 9.985/2000), têm sido uma das alternativas mais eficientes contra a exploração e na preservação da Amazônia, além disso, desempenham uma série de funções como a conservação da integridade dos ecossistemas, proteção dos processos ecológicos, provisão e manutenção dos serviços ecossistêmicos (MEDEIROS et al., 2011; EASTWOOD et al., 2016; ARAÚJO et al., 2017).

O termo “serviços ecossistêmicos” (*ecosystem services*) especificamente, pode ser entendido como características, funções ou processos ecológicos que direta ou indiretamente contribuem para o bem-estar humano, portanto, são considerados a interface básica entre o capital natural e o bem-estar humano (COSTANZA et al., 1997; DAILY, 1997; *MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT* - MEA, 2005). Existe uma variedade de benefícios provenientes dos ecossistemas, principalmente os de provisão, regulação, culturais e de suporte, os quais podem ser fortemente afetados pelas mudanças ocorridas nos ecossistemas (AHAMMAD et al., 2019).

Apesar dos ecossistemas apresentarem valor ecológico, sociocultural e econômico, os serviços ecossistêmicos não possuem indicadores que expressem seus reais benefícios para o bem-estar humano, levando à ausência de incentivos a sua preservação e utilização de forma racional pelos agentes econômicos (CROSSMAN; BRYAN, 2009; CROSSMAN; BRYAN; SUMMERS, 2011; CASTRO; ANDRADE, 2016; CRESPIAN; SIMONETTI, 2016). Portanto, segundo Estéfano, De Figueiredo e Neiman (2022), atribuir valor aos serviços ecossistêmicos em unidades monetárias, torna-se um importante instrumento na conscientização acerca da utilização sustentável dos recursos naturais e na condução de políticas públicas.

A valoração econômica consiste em atribuir um valor monetário aos recursos ambientais, de forma que os custos externos gerados por um determinado agente venham a ser internalizados nos preços estipulados (CASTRO; ANDRADE, 2016). De acordo com esses autores, existem diversos métodos de avaliação dos serviços ecossistêmicos, como a transferência de benefícios (*Benefit Transfer*), que consiste na estimativa de valor econômico de um local para aplicação em outro ambiente com características similares.

A metodologia de transferência de benefícios (*benefit transfer*) embora seja criticado por conta de incertezas, esse método vem sendo amplamente utilizado para estimar valor de serviços ecossistêmicos em áreas onde há restrições de recurso financeiro, humano, tempo e disponibilidade de informações para realizar estudos como este (NELSON et al., 2009; CASTRO; ANDRADE, 2016; TOLESSA et al., 2017; FERREIRA et al., 2019).

A técnica de valoração de um determinado ambiente auxilia na criação e implantação de políticas de preservação e/ou conservação ambiental (SOUSA; CUNHA, 2013). Aliado a isso, utilizam-se produtos de sensoriamento remoto que propiciam a identificação das mudanças da cobertura da terra. Essas alterações no uso do solo são consideradas como um dos mais importantes fatores de transformação dos ecossistemas e seus serviços (GAO et al., 2001; LOPES et al., 2010; WANG et al., 2015).

O principal motivador da perda desses SEs – Serviços Ecossistêmicos na Amazônia brasileira tem sido o desmatamento (CASTRO; ANDRADE, 2016). O estado do Pará é considerado o que mais desmata da Amazônia e de 2012 a 2017 perdeu 91.547 hectares em UCs federais (CARDOSO; SOUZA JR, 2018). As UCs de proteção integral especificamente, aquelas que possibilitam apenas o uso indireto dos recursos naturais, sofrem grandes pressões devido à expansão agrícola e ocupação urbana, a RBNSC - Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo é uma delas (ZAMADEI; HEIMANN; PIRES, 2019).

A necessidade de implantação da RBNSC deu-se pela sua significativa importância ambiental, principalmente pela heterogeneidade e peculiaridade ambiental presente na área (BRASIL, 2009; ZAMADEI et al., 2019). A reserva está localizada às margens da BR-163, na região do Arco do Desmatamento, e garante a manutenção de grandes blocos de vegetação nativa e a diversidade genética de formações florestais. Além disso, a RBNSC abriga centenas de nascentes perenes formadoras de importantes rios das bacias do Xingu e do Tapajós.

Nesse contexto, considerando a dificuldade em sensibilizar a população acerca dos múltiplos benefícios provenientes dos serviços ecossistêmicos ofertados pela floresta, o estudo objetivou quantificar os serviços ecossistêmicos perdidos pelo desmatamento ocorrido no período de 1985 a 2017 na Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo, a partir da análise das mudanças do uso e ocupação da UC. Dessa forma, espera-se que a representação da floresta em valor monetário, facilite o entendimento sobre a importância e criação de políticas públicas.

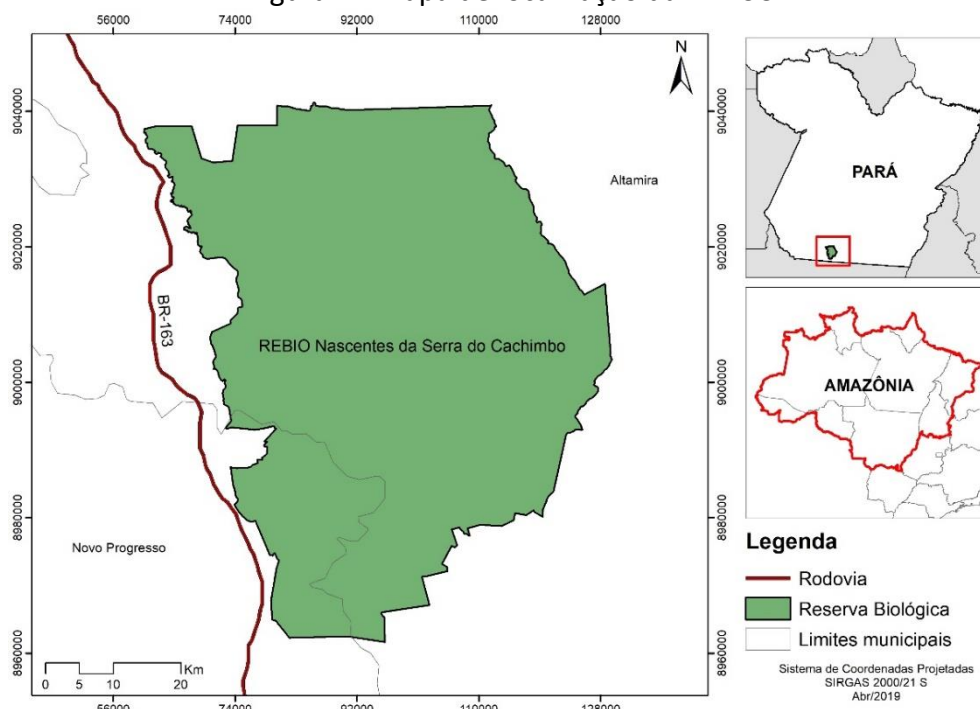
Caracterização da área de estudo

A Rebio é uma unidade de conservação de proteção integral federal, atualmente administrada pelo ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. A área permaneceu desconhecida e intocada até o início da década de 1950, principalmente pela dificuldade de acesso à área, topografia acidentada, rios encachoeirados tornava a navegação praticamente inviável, porém, a construção da BR-163 facilitou o acesso por via terrestre (BRASIL, 2009; ZAMADEI; HEIMANN; PIRES, 2019).

A RBNSC está localizada no sul do Pará, entre as coordenadas geográficas de latitude 8°39'41" / 9°22'14" (Sul) e longitude 54° 59' 44" / 54° 22'36" (Oeste), abrangendo parte dos municípios de Altamira e Novo Progresso, adjacente à BR-163 (Figura 1) (BRASIL, 2009). A reserva foi criada dentro do contexto do Programa BR-163 Sustentável, pelo Decreto de 20 de maio de 2005, com o objetivo de preservar os ecossistemas naturais existentes, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades controladas de educação ambiental (BRASIL, 2005).

Conforme o mapeamento descrito no Plano de Manejo da unidade, a área apresenta um mosaico de formações vegetais, composto sobretudo de Floresta Ombrófila Sub-Montana e Campinaranas, além de pequenas manchas de Floresta Estacional e áreas antropogênicas. A pedologia é caracterizada por Argissolos, Neossolos e Afloramento Rochoso e as rochas são predominantemente ígneas e sedimentares. O clima varia entre o equatorial úmido e o tropical, Af e Aw na classificação de Köppen respectivamente (BRASIL, 2009).

Figura 1 - Mapa de localização da RBNSC



Fonte: IBGE (2017); ISA (2017).

Metodologia

Coleta e análise de dados

A análise das mudanças nos padrões de uso do solo baseou-se na classificação realizada pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil – MapBiomas. O MapBiomas é um projeto que utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados de imagens capturadas pelo satélite Landsat, desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine* – GEE para todo o território do Brasil (MAPBIOMAS, 2019).

As imagens classificadas foram coletadas durante todo o período monitorado pelo projeto, com um intervalo de cinco anos e considerando também o último ano publicado, gerando oito mapas temáticos referentes aos anos 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2017. As imagens foram extraídas do GEE, as quais foram processadas no *software* ArcMap 10.5. Foram identificadas seis diferentes classes de uso: Formação Florestal; Outra Formação Natural Não Florestal; Agropecuária; Área Não Vegetada; Rio, Lago e Oceano; Não Observado. Destaca-se que foi utilizada a nomenclatura das classes proposta pelo projeto

MapBiomass. Posteriormente, as áreas em hectares foram calculadas para serem utilizadas no cálculo do valor dos serviços ecossistêmicos.

A valoração dos serviços ecossistêmicos por classes de uso e ocupação da terra, por meio do método *Benefit Transfer* (Transferência de Benefícios) vem sendo utilizada para estimar os valores dos serviços ecossistêmicos dos biomas globais e suas mudanças, a partir de dados existentes em áreas similares, geralmente quando há insuficiência de recursos e/ou tempo para realizar a coleta detalhada de dados no campo (COSTANZA et al., 1997; WILSON; HOEHN, 2006; COSTANZA et al., 2014). Esse método vem sendo amplamente usado por diversos autores nos últimos anos, como mostram os estudos de Andrade et al. (2012), Wang et al. (2015), Castro e Andrade (2016), Crespin e Simonetti (2016), Santos et al. (2017) e Ferreira et al. (2019).

Nesse estudo, foram utilizados os coeficientes de valor de bens e serviços ecossistêmicos em dólares americanos por hectare por ano (US\$ ha⁻¹ a⁻¹) obtidos por De Groot et al. (2012) e Costanza et al. (2014), referentes ao bioma Florestas Tropicais, o qual mais se assemelha ao bioma Amazônia, corroborando com estudos de Castro e Andrade (2016) e Santos, Herreros e Beltrão (2017). Logo, tornou-se possível quantificar ganhos ou perdas nos valores dos SEs de acordo com as alterações que foram observadas na classe “Formação Florestal” na RBNSC. A classe “Formação Florestal” foi escolhida devido ser considerada como a área correspondente à Floresta Ombrófila Sub-Montana no local, conforme a descrição do Plano de Manejo, classificada com um tipo de vegetação mais densa e arbustiva que as demais.

Dessa forma, o cálculo dos valores de bem e serviço ecossistêmico – VSEs foi realizado conforme as equações utilizadas em estudos de Hu et al. (2008), Das e Das (2019) e Solomon et al. (2019) (Equação 1 e 2), com a multiplicação da área da classe em hectares pelo valor do coeficiente do SE selecionado, descrito em De Groot et al. (2012) e Costanza et al. (2014), e posteriormente a somatória dessas multiplicações para a obtenção do valor total em cada ano estudado.

$$VSE = Ak \times CVk$$

Eq. 1

Onde:

VSE corresponde a estimativa do valor de bem e serviço ecossistêmico;

A_k é a área da categoria k de uso e ocupação da terra em hectares; e

CV_k é o coeficiente do valor de bem e serviço ecossistêmico por categoria de uso e ocupação da terra (US\$ ha⁻¹ a⁻¹), obtido por De Groot et al. (2012).

$$VSE_t = \sum A_k \times CV_k \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

VSE_t corresponde a estimativa total dos serviços ecossistêmicos por ano;

A_k é a área da categoria k de uso e ocupação da terra em hectares; e

CV_k é o coeficiente do valor de bem e serviço ecossistêmico por categoria de uso e ocupação da terra (US\$ ha⁻¹ a⁻¹), obtido por De Groot et al. (2012).

Além disso, a exportação dos dados referentes aos processos realizados para o *software Microsoft Office Excel 2016*, possibilitou a tabulação das variáveis e organização dos dados para as análises das variações nos valores entre os anos analisados.

Resultados e discussão

Considerando os resultados encontrados pela análise do uso e cobertura do solo, nota-se a diminuição acima de 25 mil hectares de formação florestal, apesar de apresentar altos e baixos durante o período analisado. Observa-se também o aumento da atividade agropecuária na Rebio, superior a 17 mil hectares, principalmente a partir de 1990, com uma leve redução nos últimos dois anos verificados, e o aumento da classe “outra área não vegetada”, classe correspondente às áreas com predomínio de vias, estradas e construções, em aproximadamente 114 hectares de 1985 a 2017 (Tabela 1).

Inferese com esses dados, uma alteração nos padrões naturais de uso no interior dessa unidade de conservação, visto que possivelmente a expansão de áreas não vegetadas e atividades agropecuárias foram em detrimento da classe de vegetação, levando a considerar como indicadores do aumento da pressão na RBNSC. Para Costa et al. (2015) e Fearnside (2017), uma grande quantidade de UCs na Amazônia tem sido pressionada principalmente por atores relacionados à pecuária, exploração madeireira e produção de soja.

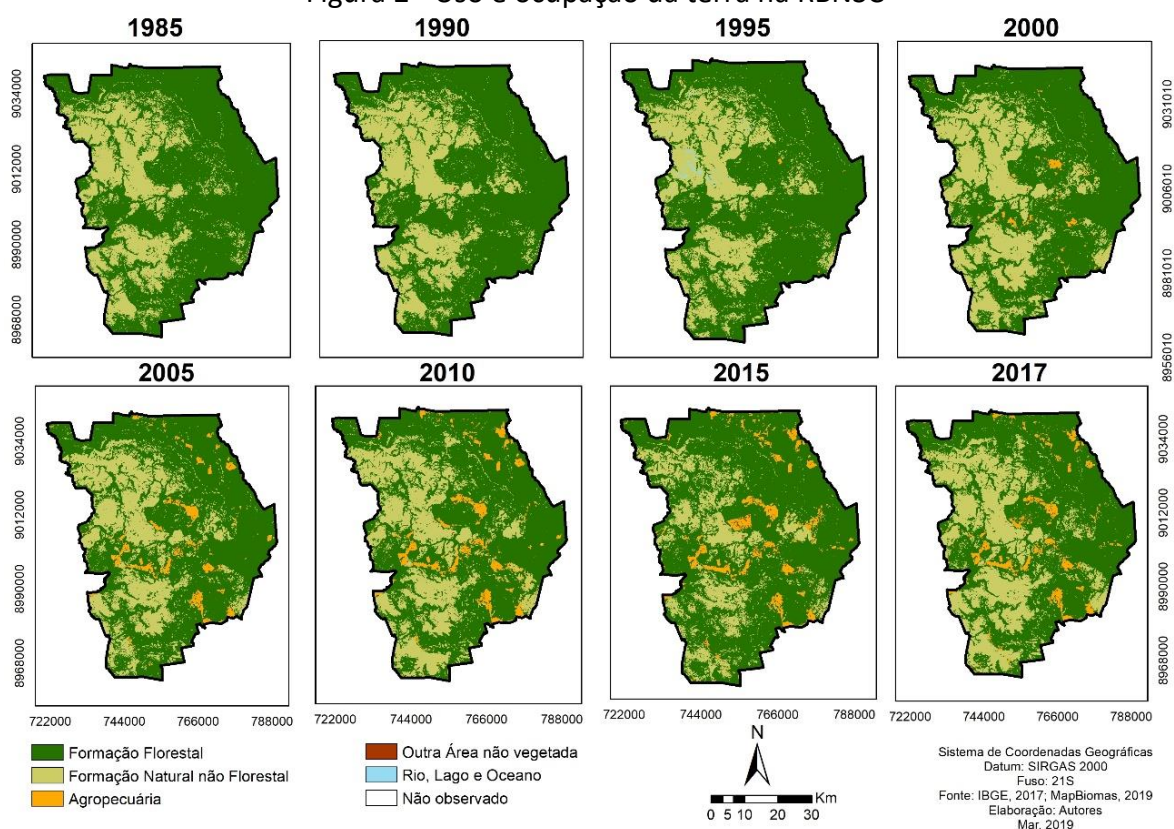
Tabela 1 - Classes de uso e cobertura do solo na RBNSC

Classes	Área (hectares)							
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017
Formação Florestal	242.401,79	238.694,87	241.940,34	224.778,44	228.975,97	224.864,08	256.099,97	217.238,40
Formação Natural não Florestal	100.471,54	104.423,97	98.727,63	113.235,66	99.912,66	99.484,72	65.881,95	108.042,90
Agropecuária	68,07	45,56	1.002,66	5.168,34	14.190,94	18.631,38	20.849,86	17.800,15
Outra área não vegetada	112,00	75,71	38,68	247,94	270,48	217,50	471,50	226,83
Rio, Lago e Oceano	493,01	304,71	1.820,13	101,64	182,13	334,74	225,42	213,79
Não observado	0,00	1,71	4,85	3,61	2,60	4,33	3,25	9,52

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Outras unidades de conservação localizadas nas proximidades da RBNSC também apresentaram comportamento semelhante, como a Flona do Jamanxim, na qual foi observada estabelecimentos não familiares e ocupação por comunidades não tradicionais, indicando a ocorrência de conflitos e usos ilegais dentro dos limites dessa UC, afirmam Marcuartú et al. (2017). Além dela, a APA Triunfo do Xingu sofre com grande pressão antrópica e alta concentração populacional, de acordo com Costa (2013) e Lobato (2010). Portanto, a partir de dados de Cardoso e Souza Jr (2018), considera-se que UCs dentro da zona de influência de estradas, como a BR-163 em questão, tendem a ser muito mais pressionadas.

Figura 2 - Uso e ocupação da terra na RBNSC



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

A partir dos dados de uso e cobertura do solo, pôde-se extrair os valores relativos aos serviços ecossistêmicos prestados pela floresta na RBNSC durante o período (Quadro 1). Considerando a metodologia utilizada, o valor estimado da floresta presente na unidade de conservação diminuiu ao longo do período estudado. Em 1985 foi de US\$1,2 bilhões e em 2017 de US\$1,1 bilhões, ou seja, perda de mais de US\$ 130 milhões.

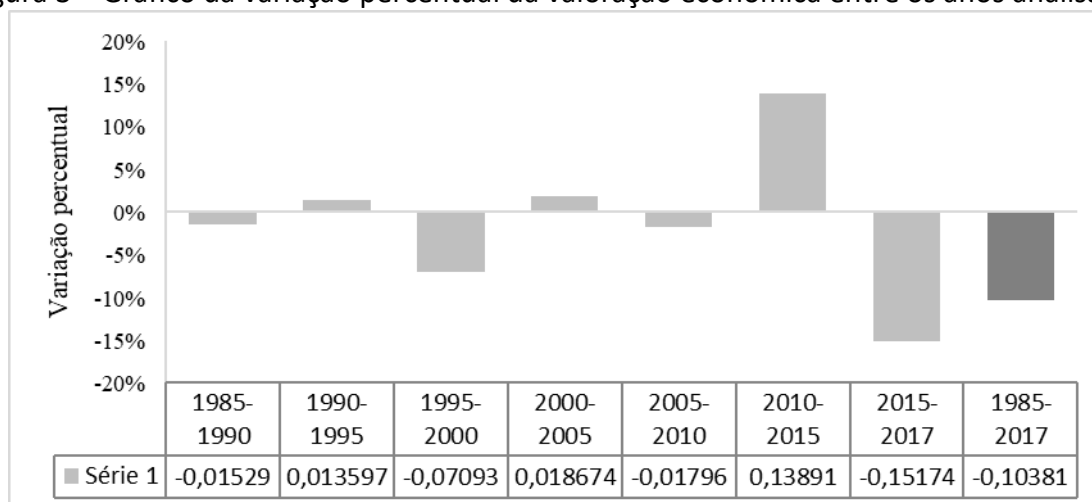
Apesar da redução em relação aos valores estimados, é possível analisar detalhadamente a variação percentual dessa valoração nos anos analisados (Figura 3). Dessa forma, de 1985 a 1990 ocorre uma discreta diminuição em 1,53% nos valores e posteriormente um leve aumento de 1,36%. No período de 1995 a 2000, houve uma redução mais significativa, de 7,09%, representando um total superior a US\$ 90 milhões, enquanto nos dez anos subsequentes, houve tanto um aumento quanto redução de aproximadamente 1,80%. Os últimos sete anos analisados mostraram um comportamento diferenciado, acréscimo de 13,89% seguido de uma diminuição de 15,17%, a maior observada no período estudado e no menor intervalo.

Quadro 1 - Valoração dos serviços ecossistêmicos na RBNSC

Serviços ecossistêmicos	1985 (\$/ano)	1990 (\$/ano)	1995 (\$/ano)	2000 (\$/ano)	2005 (\$/ano)	2010 (\$/ano)	2015 (\$/ano)	2017 (\$/ano)
Provisão	443.110.470,55	436.334.220,28	442.266.944,08	410.894.988,34	418.568.077,28	411.051.530,16	468.150.741,44	397.111.787,86
Provisão de alimentos	48.480.357,83	47.738.973,77	48.388.068,28	44.955.688,00	45.795.194,45	44.972.815,12	51.219.993,59	43.447.679,20
Fornecimento de água	6.544.848,31	6.444.761,46	6.532.389,22	6.009.017,88	6.182.351,25	6.071.330,04	6.914.699,14	5.865.436,69
Matéria-prima	20.361.750,29	20.050.368,98	20.322.988,68	18.881.388,96	19.233.981,67	18.888.582,35	21.512.297,51	18.248.025,26
Recursos genéticos	3.151.223,26	3.103.033,30	3.145.224,44	2.922.119,72	2.976.687,64	2.923.232,98	3.329.299,58	2.824.099,15
Recursos medicinais	364.572.290,87	358.997.082,77	363.878.273,47	338.066.773,78	344.379.862,27	338.195.569,67	385.174.351,82	326.726.547,56
Recursos ornamentais								
Regulação	613.034.124,74	603.659.323,35	611.867.123,40	568.464.674,79	579.080.233,84	568.681.247,14	647.676.818,98	549.395.903,44
Regulação da qualidade do ar	2.908.821,47	2.864.338,43	2.903.284,10	2.697.341,28	2.747.711,67	2.698.368,91	3.073.199,62	2.606.860,75
Regulação climática	495.469.257,00	487.892.311,96	494.526.057,82	459.447.131,38	468.026.887,29	459.622.170,48	523.468.334,52	444.035.281,39
Moderação de eventos extremos	15.998.518,08	15.753.861,34	15.968.062,53	14.835.377,04	15.112.414,17	14.841.028,99	16.902.597,89	14.337.734,13
Regulação do fluxo de água	82.901.411,89	81.633.645,15	82.743.596,76	76.874.226,48	78.309.782,51	76.903.513,85	87.586.189,04	74.295.531,43
Tratamento de efluentes	1.454.410,73	1.432.169,21	1.451.642,05	1.348.670,64	1.373.855,83	1.349.184,45	1.536.599,81	1.303.430,38
Prevenção de erosão	3.636.026,84	3.580.423,03	3.629.105,12	3.371.676,60	3.434.639,58	3.372.961,13	3.841.499,52	3.258.575,94
Ciclagem de nutrientes	727.205,37	716.084,61	725.821,02	674.335,32	686.927,92	674.592,23	768.299,90	651.715,19
Polinização	7.272.053,67	7.160.846,07	7.258.210,24	6.743.353,20	6.869.279,17	6.745.922,27	7.682.999,04	6.517.151,88
Controle Biológico	2.666.419,68	2.625.643,56	2.661.343,76	2.472.562,84	2.518.735,69	2.473.504,83	2.817.099,65	2.389.622,36
Maintenance	9.453.669,78	9.309.099,89	9.435.673,31	8.766.359,16	8.930.062,92	8.769.698,95	9.987.898,75	8.472.297,44
Maintenance da diversidade genética	5.575.241,15	5.489.981,98	5.564.627,85	5.169.904,12	5.266.447,36	5.171.873,74	5.890.299,26	4.996.483,11
Habitat para espécies	3.878.428,63	3.819.117,90	3.871.045,46	3.596.455,04	3.663.615,56	3.597.825,21	4.097.599,49	3.475.814,34
Cultura	210.162.351,18	206.948.451,30	209.762.275,99	194.882.907,49	198.522.167,95	194.957.153,53	222.038.672,22	188.345.689,32
Informação estética								
Recreação	210.162.351,18	206.948.451,30	209.762.275,99	194.882.907,49	198.522.167,95	194.957.153,53	222.038.672,22	188.345.689,32
Inspiração para cultura, arte e design								
Experiência espiritual								
Desenvolvimento cognitivo								
TOTAL	1.275.760.616,24	1.256.251.094,83	1.273.332.016,79	1.183.008.929,78	1.205.100.541,98	1.183.459.629,77	1.347.854.131,39	1.143.325.678,05
FINAL-INICIAL								-132.434.938,19

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Figura 3 – Gráfico da variação percentual da valoração econômica entre os anos analisados

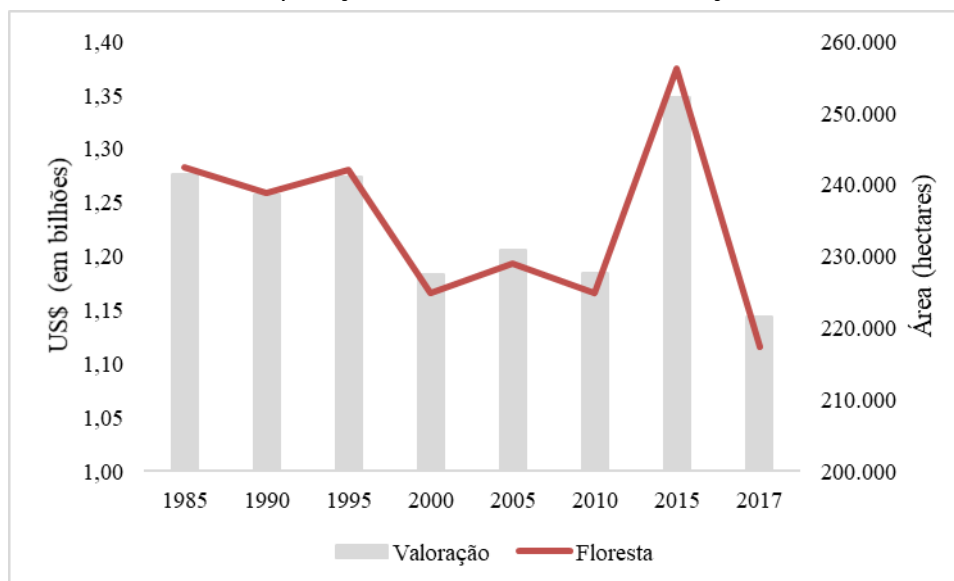


Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

De uma forma geral, houve uma variação percentual de 1985 a 2017, concentrando os maiores valores nos últimos sete anos, em decorrência da variação da área de floresta identificada na classificação do uso do solo. Isto porque, observa-se que a valoração ambiental e a área de floresta são diretamente proporcionais, quanto maior a quantidade de área vegetada, maior é o valor que essa floresta apresenta, e o inverso ocorre proporcionalmente. Dessa forma, identifica-se que, entre altos e baixos, houve uma diminuição de 10,38% no valor total estimado dos serviços ecossistêmicos, ou seja, a RBNSC perdeu aproximadamente 25 mil hectares de 1985 a 2017, os quais podem ser também representados nesse estudo como mais de US\$ 130 milhões (Figura 4).

Diversos autores têm constatado redução semelhante em seus estudos, Gashaw et al. (2018) por exemplo, mostrou que US\$ 5, 83 milhões no valor dos SEs foi em decorrência de uma perda de floresta durante os anos de 1985 e 2015 na Etiópia, enquanto Kindu et al. (2016) encontraram uma redução bem mais significativa, de quase US\$ 20 milhões, em um período de 1973 e 2012. No Brasil, Ferreira et al. (2019) relatou acerca de uma perda de aproximadamente US\$ 10 milhões em uma microbacia hidrográfica na Paraíba, entre 1989 e 2014.

Figura 4 – Gráfico da comparação entre os dados da valoração e da área de floresta



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Especificamente sobre a perda no valor dos serviços ecossistêmicos pelo desmatamento, Castro e Andrade (2016) relataram sobre o custo do desmatamento na Amazônia brasileira (1988 a 2014), atingiu o montante de quase R\$ 10 bilhões de reais. Enfatiza-se então no estudo de Castro e Andrade (2016) que a depredação da floresta nativa amazônica propicia a redução no fornecimento de serviços ecossistêmicos para a população, ou seja, também deve ser considerada como uma perda econômica.

Os municípios que abrangem a RBNSC, Altamira e Novo Progresso, são considerados como municípios que mais desmatam na Amazônia brasileira, e os números elevados de desflorestamento estão comumente relacionados com as principais atividades desenvolvidas na área, pecuária e agricultura (MARUSSIA; CAMPANILI, 2013). Logo, as altas taxas de desmatamento nessas áreas, inclusive adentrando em unidades de conservação de proteção integral, deve-se ao corte raso e queima da floresta para alteração do uso (COY; KLINGLER, 2014; SOARES et al., 2014).

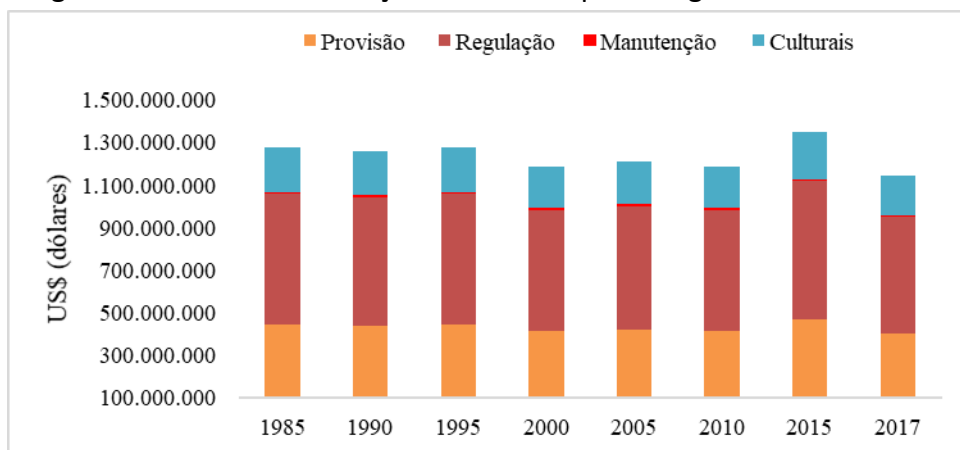
Segundo MEA (2005), Wang et al. (2015) e Liu et al. (2020) as alterações dos ecossistemas de forma geral, como por exemplo a substituição de florestas por áreas cultivadas, pastagens e áreas construídas, além da perda e fragmentação de habitats naturais podem levar a influenciar o funcionamento do ciclo da água e ameaças a espécies e redução da biodiversidade. Conseqüentemente, mudanças nos padrões de uso do solo

afetam a qualidade e quantidade de serviços ecossistêmicos, levando também a impactos significativos nos valores dos SEs (COSTANZA et al., 2014; WANG et al., 2015).

A expansão de áreas cultivadas em detrimento de vegetação nativa fornece o aumento nos serviços de provisão de alimentos, enquanto serviços de regulação e culturais são comprometidos com o aumento dessas áreas (KINDU et al., 2016; TOLESSA et al., 2017). No caso específico da RBNSC, o objetivo de criação é a manutenção desse espaço com toda a potencialidade de fornecimento dos SEs, portanto, não se contabiliza nenhum tipo de benefício da atividade agropecuária, sequer o alimentício, uma vez que se trata de um espaço especialmente protegido, com objetivo específico voltado a proteção exatamente para manutenção dos SEs e qualquer atividade é considerada criminosa (BRASIL, 2000; SIRVINSKAS, 2018).

Em relação à divisão desses valores entre as categorias de serviços ecossistêmicos, observa-se ainda que os principais responsáveis pelo quantitativo referente aos serviços são da categoria de regulação e provisão, seguido pela categoria dos culturais e o de manutenção, conforme mostra na Figura 5, evidenciando assim a grande importância de determinados serviços intangíveis no bem-estar humano.

Figura 5 - Gráfico da valoração econômica por categorias de SEs



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Quase metade dos valores estimados para o total de SEs refere-se àqueles serviços que promovem a regulação natural dos processos ecossistêmicos, como a manutenção da qualidade do ar e o controle da poluição, regulação climática, controle da erosão, entre outros (MEA, 2005). Outra grande parte está relacionada àqueles que fornecem os produtos

obtidos dos ecossistemas (provisão) e os culturais. Cabe ressaltar que a utilização dos serviços de provisão não é permitida, visto que na área de proteção integral. Em menor proporção, os de manutenção, propiciam as condições necessárias para que os demais serviços possam ser disponibilizados à sociedade e por conta disso, uma das justificativas para explicar o baixo valor, seria que as outras categorias podem trazer “embutido” o valor dos de manutenção (MEA, 2005; ANDRADE, 2010).

Estudos de Msofe et al. (2020) mostraram que na análise dos valores dos SEs, houve um decréscimo, principalmente, nos serviços de regulação e que esse fato está associado ao desflorestamento na área de estudo, corroborando com os dados encontrados para a RBNSC. Ademais, faz-se possível identificar os serviços individualmente conforme Solomon et al. (2019), onde analisou os anos de 1985, 2000 e 2016 e constatou que os maiores valores estão sempre relacionados à regulação climática, tal como encontrado para a RBNSC, onde equivale a mais de 80% dos serviços de regulação.

Portanto, o desmatamento de áreas com floresta amazônica faz com que uma série de serviços ecossistêmicos sejam afetados, sendo mais facilmente identificados a partir da prática da monetarização desses serviços, representando assim uma perda econômica a partir dessa depredação, afirmam Castro e Andrade (2016).

Considerações Finais

O estudo em questão constatou que a Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo apresentou uma perda superior a US\$ 130 milhões em relação aos serviços ecossistêmicos de 1985 a 2017, mostrando a estreita relação das alterações na dinâmica do uso solo, como a retirada de floresta para a implantação de pecuária e agricultura, com os valores dos serviços ecossistêmicos.

A ação de atribuir valor aos benefícios fornecidos pela floresta apresentam-se como forma de sensibilizar a comunidade sobre a relevância desses recursos e o valor agregado na proteção de áreas naturais vegetadas, a reflexão sobre o possível quantitativo necessário para recuperar uma área protegida do desmatamento e uma abordagem diferenciada para incentivar a criação e implementação de políticas públicas almejando reforçar a proteção dessas áreas.

Dessa forma, essa análise da valoração econômica de serviços ecossistêmicos funcionou como mecanismo para salientar a importância dos serviços intangíveis (valores de uso indireto) agregados ao patrimônio ambiental nacional – o meio ambiente ecologicamente equilibrado, o qual eram de difícil precificação por ser considerado muito tempo apenas como um bem público disponível e inesgotável. No entanto, hoje, ciente das funções fundamentais que representam, sua categoria está como bem difusa, ou seja, que pertence a todos, objeto indivisível e cuja proteção pertence ao Poder Público e a coletividade. Sugere-se que futuros estudos investiguem a valoração econômica especificamente para as UCs de proteção integral, levando em consideração suas particularidades legais e deem continuidade às pesquisas sobre a RBNSC.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor durante a realização da pesquisa.

Referências

AHAMMAD, R.; STACEY, N.; EDDY, I. M. S.; TOMSCHA, S. A.; SUNDERLAND, T. C. H. Recent trends of forest cover change and ecosystem services in eastern upland region of Bangladesh. **Science of the Total Environment**, v. 647, p. 379–389, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.406>.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R.; FASIABEN, M. C. R.; GARCIA, J. R. Dinâmica do uso do solo e valoração de serviços ecossistêmicos: notas de orientação para políticas ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 25, p. 53-71, 2012. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/26056/18573>.

ARAÚJO, E.; BARRETO, P.; BAIMA, S.; GOMES, M. Unidades de conservação mais desmatadas da Amazônia Legal (2012-2015). Belém. Imazon. 92 pp. 2017. Disponível em: http://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/UCS%20mais%20desmatadas%20Amazonia_2012-2015.pdf.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 8 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: DOU de 19/07/2000.

BRASIL. Decreto Federal s/n de 20 de maio de 2005. Institui a criação da unidade de conservação de proteção integral Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo. Brasília: DOU de 23/05/2005.

BRASIL. Plano de Manejo da Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2009. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/rebio_nascentes_da_serra_do_cachimbo.pdf.

CARDOSO, D.; SOUZA JR, C. Degradação florestal em áreas protegidas. Imazon. 12 pp. Belém. 2018. Disponível em: https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/outros/OEstadoAPs_DegradacaoFlorestal.pdf.

CASTRO, A. S.; ANDRADE, D. C. O custo econômico do desmatamento da Floresta Amazônica brasileira (1988-2014). **Perspectiva Econômica**, v. 12, n. 1, p. 1–15, 2016. Doi: 10.4013/pe.2016.121.01.

COY, M; KINGLER, M. Frentes pioneiras em transformação: o eixo da BR-163 e os desafios socioambientais. **Revista Território & Fronteiras**, v. 7, n. 1, p. 1-26, 2014. Doi: 10.22228/rt-f.v7i0.282.

COSTA, A. L. S. Efetividade de gestão da Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu: desafios de consolidação de uma unidade de conservação na região da Terra do Meio, Estado do Pará. 201 p. 2013.

COSTA, G.; SILVA, G.; BRAMBILLA, C.; LOBATO, L.; CUNHA, L.; TELES, V.; NUNES, D.; CAVALCANTE, M. Ocupações ilegais em unidades de conservação na Amazônia: o caso da Floresta Nacional do Bom Futuro no Estado de Rondônia/Brasil. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, v. 8, p. 33-49, 2015. Doi: [dx.doi.org/10.17127/got/2015.8.003](https://doi.org/10.17127/got/2015.8.003).

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBERK, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. THE VALUE OF THE WORLD'S ECOSYSTEM SERVICES AND NATURAL CAPITAL. **Nature**, v. 387, p. 253–260, 1997. Disponível em: https://www.biodiversity.ru/programs/ecoservices/library/common/doc/Costanza_1997.pdf.

COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; SUTTON, P.; PLOEG, S.; VAN DER.; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, J.; FARBER, S.; TURNER, R. K. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, 2014. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>.

CRESPIN, S. J.; SIMONETTI, J. A. Loss of ecosystem services and the decapitalization of nature in El Salvador. **Ecosystem Services**, v. 17, p. 5-13, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.10.020>.

CROSSMAN, N. D.; BRYAN, B. A. Identifying cost-effective hotspots for restoring natural capital and enhancing land landscape multifunctionality. **Ecological Economics**, v. 68, p. 654–668, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.05.003>.

CROSSMAN, N. D.; BRYAN, B. A.; SUMMERS, D. M. Carbon payment and low-cost conservation. **Conservation Biology**, v. 25, p. 835–845, 2011. Doi: 10.1111/j.1523-1739.2011.01649.x.

DAILY, G. C. Nature's services: societal dependence on natural systems. Washington DC: Island Press. 1997.

DAS, M.; DAS, A. Estimation of Ecosystem Services (EESs) loss due to Transformation of Local Climatic Zones (LCZs) in Sriniketan-Santiniketa Planning Area (SSPA), West Bengal, India. **Sustainable Cities and Society**, v. 47, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101474>.

DE GROOT, R. S.; BRANDER, L.; PLOEG, S. VAN DER.; COSTANZA, R.; BERNARD, F.; BRAAT, L.; CHRISTIE, M.; CROSSMAN, N.; GHERMANDI, A.; HEIN, L.; HUSSAIN, S.; KUMAR, P.; MC VITTIE, L.; PORTELA, R.; RODRIGUEZ, L.C.; BRINKM, P.; VAN BEUKERING, P. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. **Ecosystem Services**, v. 1, p. 50–61, 2012. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>.

EASTWOOD, A., BROOKER, R., IRVINE, R. J., ARTZ, R. R. E., NORTON, L. R., BULLOCK, J. M., ROSS, L., FIELDING, D., RAMSAY, S., ROBERTS, J., ANDERSON, W., DUGAN, D., COOKSLEY, S., PAKEMAN, R. J. Does nature conservation enhance ecosystem services delivery? **Ecosystem Services**, v. 17, p. 152–162, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.12.001>.

ESTÉFANO, C.; DE FIGUEIREDO, L. A. V.; NEIMAN, Z. Serviços ecossistêmicos direcionando políticas públicas e ações conservacionistas na região de Paranapiacaba e Parque Andreense, Santo André (SP). *Revista de Ciências Ambientais*, v. 16, n. 2, 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.18316/rca.v16i2.8424>.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation of the Brazilian Amazon. In: H. Shugart (ed.) *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*: Oxford University Press, New York, 2017. doi:10.1093/acrefore/9780199389414.013.102.

FERREIRA, L. M. R.; ESTEVES, L. S.; SOUZA, E. P.; SANTOS, C. A. C.; RÊGO, V. G. S. Mudanças espaço temporal da disponibilidade de serviços ecossistêmicos em uma microbacia hidrográfica do nordeste brasileiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 52, p. 155-174, 2019. Doi: 10.5380/dma.v52i0.57716. e-ISSN 2176-9109.

GASHAW, T.; TULU, T.; ARGAW, M.; WORQLUL, A.W.; TOLESSA, T.; KINDU, M. Estimating the impacts of land use/land cover changes on ecosystem service values: The case of the andassa watershed in the upper blue Nile basin of Ethiopia. **Ecosystem Services**, v. 31, p. 219–228, 2018. Doi: 10.1016/j.ecoser.2018.05.001.

GAO, J.; ZHA, Y.; NI, S. Assessment of the effectiveness of desertification rehabilitation measures in Yulin, northwestern China using remote sensing. **International Journal of Remote Sensing**, v. 22, n. 18, p. 3783-3795, 2001. Doi: 10.1080/01431160010030073.

HU, H.; LIU, W.; CAO, M. Impact of land use and land cover changes on ecosystem services in Menglun, Xishuangbanna, Southwest China. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 156, p. 146–147, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-007-0067-7>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: data mês (abreviado). Ano.

ISA. Instituto Socioambiental. 2017. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/>. Acesso em: data mês (abreviado). Ano.

LIU, Y.; HOU, X.; LI, X.; SONG, B.; WANG, C. Assessing and predicting changes in ecosystem service values based on land use/cover change in the Bohai Rim coastal zone. **Ecological Indicators**, v. 111, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.106004>.

LOBATO, C. Mapa geral das unidades de conservação da natureza instituídas pelo Governo do Estado do Pará. Belém: SEMA/DIAP, 2010.

LOPES, F.; MIELNICZUK, J.; OLIVEIRA, E. S.; TORNQUIST, C. G. Evolução do uso do solo em uma área piloto da região de Vacaria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 10, p. 1038-1044, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n10/v14n10a03.pdf>.

KINDU, M.; SCHNEIDER, T.; TEKETAY, D.; KNOKE, T. Changes of ecosystem service values in response to land use/land cover dynamics in munessa–shashemene landscape of the Ethiopian highlands. **Science of the Total Environment**, v. 547, p. 137–147, 2016. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.12.127.

MAPBIOMAS. Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil. Coleção 3.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. 2019. Disponível em: <http://mapbiomas.org/map#coverage>. Acesso em: data mês (abreviado). Ano.

MARCUATÚ, B. C.; COELHO, A. S.; MANESCHY, R. Q.; CANTO, O. Uso e cobertura da terra na Floresta Nacional do Jamaxim, Novo Progresso, Pará: considerações sobre sua desafetação. **Estudos Geográficos**, v. 15, n. 2, p. 35-56, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>. Acesso em: data mês (abreviado). Ano.

MARUSSIA, W.; CAMPANILI, M. Programa Municípios Verdes: lições aprendidas e desafios para 2013/2014. Belém, PA: Pará. Governo do Estado. Programa Municípios Verdes, 2013.

MEA. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human well-being. Synthesis. Island Press, Washington, DC. 2005.

MEDEIROS, R.; YOUNG, C.E.F.; PAVESE, H. B.; ARAÚJO, F. F. S. Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo. Brasília: UNEP-WCMC. 44p. 2011.

MSOFE, N. K.; SHENG, L.; LI, Z.; LYINO, J. Impact of Land Use/Cover Change on Ecosystem Service Values in the Kilombero Valley Floodplain, Southeastern Tanzania. **Forests**, v. 11, n. 109, p. 1-17, 2020. Doi: 10.3390/f11010109.

NELSON, E.; MENDOZA, G.; REGETZ, J.; POLASKY, S.; TALLIS, H.; CAMERON, D. R.; CHAN, K. M. A.; DAILY, G. C.; GOLDSTEIN, J.; KAREIVA, P. M.; LONSDORF, E.; NAIDOO, R.; RICKETTS, T. H.; SHAW, M. R. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production and tradeoffs at landscape scales. **Frontiers Ecology Environment**, v. 7, p. 4-11, 2009. Doi: 10.1890/080023.

SANTOS, N. G.; HERREROS, M. M. A. G.; BELTRÃO, N. E. S. O custo do desmatamento em um município verde: uma análise a partir de dados globais. VIII Colóquio Organizações, Desenvolvimento e Sustentabilidade. Gestão Organizacional e Desenvolvimento: do Global ao Local. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326827386_O_CUSTO_DO_DESMATAMENTO_EM_UM_MUNICIPIO_VERDE_UMA_ANALISE_A_PARTIR_DE_DADOS_GLOBAIS. Acesso em: 25 out. 2018.

SIRVINSKAS, L. P. **Manual de direito ambiental**. São Paulo: Saraiva Educação, 16. ed., 2018.

SOLOMON, N.; SEGNON, A. C.; BIRHANE, E. Ecosystem Service Values Changes in Response to Land-Use/Land-Cover Dynamics in Dry Afromontane Forest in Northern Ethiopia. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 16, n. 4653, p. 1-15, 2019. Doi: 10.3390/ijerph16234653.

SOARES, F. R.; DAL'ASTA, A. P.; AMARAL, A. Evolução espacial da população, núcleos de ocupação e desmatamento no município de Novo Progresso - PA. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 66, n. 1, p. 115-125, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43900>. Acesso em: data mês (abreviado). Ano.

SOUSA, T. B.; CUNHA, E. B. Valoração econômica ambiental: uma estimativa do valor de uso e valor de não uso do Rio Amazonas no litoral da capital amapaense. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 3, n. 2, p. 265-286, 2013. Disponível em: <https://www.uninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/182>. Acesso em: data mês (abreviado). Ano.

TEEB. Projeto: Integrando a Economia da Natureza: uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações do TEEB. 2010.

TOLESSA, T.; SENBETA, F.; ABEBE, T. Land use/land cover analysis and ecosystem services valuation in the central highlands of Ethiopia. **Forests Trees Livelihoods**, v. 26, p. 111–123, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1080/14728028.2016.1221780>.

WANG, Z.; WANG, Z.; ZHANG, B.; LU, C.; REN, C. Impact of land use/land cover changes on ecosystem services in the Nenjiang River Basin, Northeast China. **Ecological Processes**, v. 4, n. 11, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13717-015-0036-y>.

WILSON, M. A.; HOEHN, J. P. Valuing environmental goods and services using benefit transfer: The state-of-the art and science. **Ecological Economics**, v. 60, n. 2, p. 335–342, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.08.015>.

ZAMADEI, T.; HEIMANN, J. P.; PIRES, P. T. L. Recategorização de Unidades de Conservação: Estudo de Caso Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo – PA, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1796-1808, 2019. Doi: <https://doi.org/10.5902/1980509831421>.