

Análise de áreas de preservação por índices adimensionais: Solos e floresta

Analysis of preservation areas using dimensionless indices: Soils and forest

Márcia Pereira da Silva Manoel^{1,2,*}, Camila Porfírio Albuquerque Ferraz¹, Elisabeth Teixeira Pereira², Douglas Henrique Manoel Pereira³, Regina Márcia Longo⁴ & Admilson Írio Ribeiro¹

¹ Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP), Sorocaba, Brasil

² Universidade de Aveiro (UA), Campus Universitário de Santiago, Aveiro, Portugal

³ Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Alfenas, Brasil

⁴ Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC), Campinas, Brasil

(*E-mail: marcia.p.silva@unesp.br)

<https://doi.org/10.19084/rca.33904>

Recebido/received: 2023.07.31

Aceite/accepted: 2023.11.20

RESUMO

A fragilização de áreas de preservação devido às pressões antrópicas das atividades agrícolas e urbanização descaracteriza a finalidade de uso dessas áreas. No cenário da gestão ambiental, índices adimensionais podem contribuir na avaliação dessas fragilidades. Nesse contexto, a análise dimensional foi o método utilizado na composição dos índices adimensionais desta pesquisa ao considerar a combinação dimensional massa, comprimento e tempo de indicadores de manejo do solo. Como resultados desse estudo foram demonstradas as aplicabilidades e potencialidades de dois índices adimensionais na avaliação da fragilização de áreas de preservação. O primeiro índice relativo à área natural (IRAN) que estabelece uma relação entre área natural pela área de manejo agrossilvipastoril. O segundo índice relativo ao solo exposto foi denominado IRSE e que exprime a relação entre o solo exposto e a área de manejo agrossilvipastoril. Como consideração final os índices se mostraram aplicáveis na análise espacial da fragilidade das áreas de preservação, podendo ser utilizados no monitoramento e gerenciamento dessas áreas dentro de bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Análise Dimensional, Modelagem, Gestão, Planejamento Ambiental, Manejo Agrossilvipastoril.

ABSTRACT

The fragilization of preservation areas due to anthropic pressures from agricultural activities and urbanization deprives these areas of their intended use. In the environmental management scenario, dimensionless indices can contribute to the evaluation of these fragilities. In this context, dimensional analysis was the method used in composing the dimensionless indices of this research when considering the dimensional combination of mass, length and time of soil management indicators. The results of this study demonstrated the applicability and potential of two dimensionless indices in the evaluation of the fragility of preservation areas. The first index relates to the natural area (IRAN), which establishes a relationship between the natural area and the area under agro-forestry-pasture management. The second index related to the exposed soil was named IRSE and expresses the relation between the exposed soil and the agrosilvipastoral management area. As a final consideration, the indices showed to be applicable in the spatial analysis of the fragility of the preservation areas, and can be used in the monitoring and management of these areas within watersheds.

Keywords: Dimensional Analysis, Modeling, Management, Environmental Planning, Agrosilvipastoral Management.

INTRODUÇÃO

A fragilidade ambiental caracteriza-se pela influência antrópica nos ambientes naturais que em razão dos avanços tecnológicos, científicos e econômicos apresentam rápidas transformações nos sistemas de produção gerando pressão e modificação nos recursos naturais de modo irreversível (Ross, 1994; Materano e Brito, 2020).

Portanto, compreender a ocupação irregular e a degradação ambiental torna-se necessário. Dama-me *et al.* (2019) dizem que essa compreensão da degradação pode auxiliar na previsão e controle de impactos futuros, além de possibilitar a identificação da susceptibilidade dos ambientes às pressões externas em áreas de preservação estratégica.

Conhecer às práticas de manejo exercidas em bacias hidrográficas, de acordo com Costa *et al.* (2015), pode contribuir para o equilíbrio das relações ecossistêmicas entre o meio físico, biótico e antrópico ao conciliar o desenvolvimento econômico com as potenciais fragilidades ambientais decorrentes dos processos de uso e ocupação da terra por manejos de agricultura, silvicultura e pecuária. A pressão antrópica em áreas de preservação permanente (APPs) da bacia geram degradações e a substituição da paisagem natural por diversos tipos de usos resultando em fragmentação (Costa *et al.*, 2020). Preservar as APPs pode contribuir com a regulação e abastecimento de água, equilíbrio do clima, proteção de taludes e atenuação de desastres, fertilidade e proteção do solo e no computo dos serviços ambientais e ecossistêmicos (Fiorese, 2021).

Ao selecionar indicadores com capacidade de realizar estudos sobre o uso da terra e, posteriormente, combiná-los em índices pode trazer contribuições para a gestão agroambiental. E utilizar-se do método como a análise dimensional para relacionar variáveis dimensionais de manejo do solo pode ser uma solução racional para problemas com muitas variáveis envolvidas. Albiero (2006) explica que essa metodologia permite a dedução lógica dos indicadores ao considerar conhecimentos básicos de álgebra linear em espaços e subespaços lineares independentes em que as dimensões se encontram coerentes dimensionalmente, pois mesmo que os grupos adimensionais apresentem uso

simplificado podem ser fundamentais em relação à praticidade ao proporcionar o conhecimento das propriedades fundamentais de uma análise antes mesmo de sua prática experimental.

Dentro da representação espacial, as técnicas de geoprocessamento, de acordo com Oliveira e Aquino (2020), podem ser utilizadas na representação de índices, além de serem amplamente consideradas em relação ao gerenciamento e monitoramento das características do meio. As imagens de satélite constantemente utilizadas no estudo do uso da terra facilitam o monitoramento das modificações na cobertura do solo ao empregar índices ambientais (Silva *et al.*, 2020). Em virtude dos diversos usos da terra dentro das bacias hidrográficas, isso as tornam estratégicas para a análise ambiental. Follmann *et al.* (2018) explicam que estudá-las capacita a tomada de decisões estratégicas com intuito de reduzir os impactos potenciais existentes e o mapeamento das APPs facilita a fiscalização, uma vez que a inexistência de demarcação oficial facilita o descumprimento da legislação com as ocupações ilegais (Pessi *et al.*, 2018).

A construção dos índices adimensionais considerados neste escopo resultaram da aplicação do Teorema Π de Buckingham em um grupo de variáveis de solos relacionadas com o manejo agrossilvipastoril e que foram associadas de modo adimensional, ou seja, com nulidade dos termos (Manoel, 2020). Esses indicadores embora dependentes organizaram-se em termos independentes formando índices (Fengler, 2018).

A aplicação da análise dimensional nessas variáveis possibilitou a elaboração de seis índices adimensionais, entre os quais dois deles: o Índice Relacional de Solo Exposto (IRSE) e o Índice Relacional de Áreas Naturais (IRAN), podem ser aplicados na análise espacial de áreas sob manejo e, somente eles, foram considerados nessa investigação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim (BH-JM) situa-se na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 05 (UGRHI 05) e se estratifica

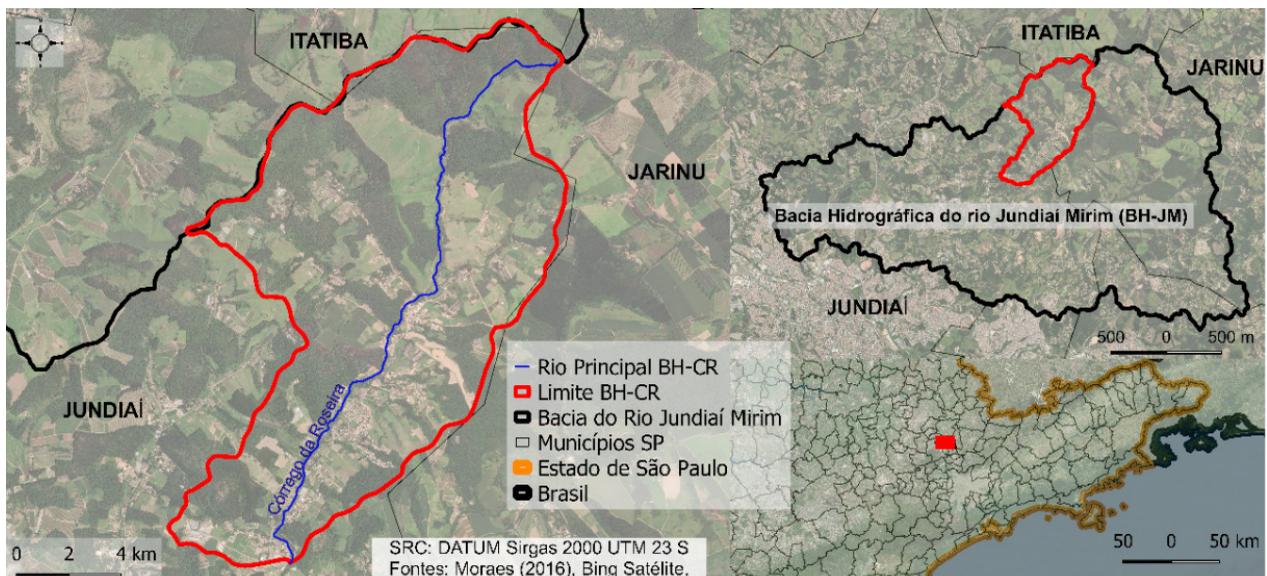


Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica Córrego da Roseira (BH-CR).

em 18 Sub-Bacias, em que uma delas é a bacia hidrográfica Córrego da Roseira (BH-CR) (Figura 1) (Andrade *et al.*, 2021). A BH-CR possui 9,59 km² de área, 15,81 km de perímetro, densidade de drenagem de 4,3 km/km², declividade média de 22% na área e no rio principal 1,42%, sendo seu comprimento de 9,48 km (Moraes *et al.*, 2016).

O solo cambissolo do tipo distrófico consitui-se no mais frequentemente observado na área (81%). Essa classe apresenta grau moderado de evolução e textura média ou argilosa (Andrade *et al.*, 2021). A temperatura média anual varia entre 18° C e 20° C, com máximas absolutas entre 34° C a 36° C e a precipitação é superior a 1.300 mm anuais (Prado, 2005 apud Moraes *et al.*, 2016).

Entre os usos da terra na BH-CR que favorecem a perda do solo ocorrem loteamentos, atividades de mineração com extração de folheto argiloso, caulim, tungstênio e granito, além de atividades agrícolas de silvicultura, fruticultura de clima temperado e pastagens para fins pecuários (Fengler *et al.*, 2015).

Procedimentos metodológicos

A BH-CR foi escolhida para a aplicação dos dois índices adimensionais, Índice Relativo à Área Natural (IRAN) e Índice Relativo ao Solo Exposto

(IRSE), originados da aplicação do método de análise dimensional nos indicadores associados aos solos sob manejos agrossilvipastoris (Manoel, 2020). Entre os indicadores associados pelo método e formadores dos índices estão: cobertura natural (CN), solo exposto (SE) e manejo agrossilvipastoril (MA). Esses índices demonstram, especificamente, duas relações: a CN sobre o MA (IRAN) e o SE sobre o MA (IRSE), elucidados pelas Equações 1 e 2, respectivamente.

$$\text{IRAN} = \text{CN}/\text{MA} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{IRSE} = \text{SE}/\text{MA} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: CN = Cobertura Natural (m²); SE = Solo Exposto (m²); MA = Manejo Agrossilvipastoril (m²).

O modelo foi elaborado com auxílio da ferramenta de sistema de informação geográfica (SIG) QGIS 3.8.2 com base nas determinações da legislação brasileira Lei 12.651/2012 (Artigos 3º e 4º incisos I, IV e V) (Brasil, 2012).

O programa SIG foi manipulado para classificar manualmente o uso e cobertura da terra na APP a partir de um mosaico criado com imagens de alta resolução do Bing Satélite coletadas em junho de 2021. A classificação apresentou cinco classes: floresta, solo exposto, manejo, pastagem e urbanização. Essas áreas foram consideradas sob a unidade

dimensional de metros quadrados (m²). As cinco classes de uso da terra foram subdivididas em três classes CN, MA e SE que compõem os índices (Equações 1 e 2). O SE somou-se ao MA diante da possibilidade de tratar-se de período de rotação de culturas e a área urbanizada somou-se ao SE devido a intensidade de fragilização promovida pelas atividades antrópicas.

A divisão da BH-CR foi estruturada com base no perfil de elevação do rio principal, partes alta, média e baixa, lados esquerdo e direito do rio, seguida por novas subdivisões considerando os interflúvios dos cursos d'água, intencionando reduzir a generalização da área devido ao tamanho da escala. Ao considerar essas características, a BH-CR foi particionada e recebeu siglas: alto direito 1 e 2 (AD1 e AD2), alto esquerdo 1, 2 e 3 (AE1, AE2 e AE3), médio direito 1, 2 e 3 (MD1, MD2 e MD3), médio esquerdo 1, 2 e 3 (ME1, ME2 e ME3), baixo direito e baixo esquerdo (BD1 e BE1).

Para tanto, realizou-se a vetorização manual das curvas de nível na determinação das cotas altimétricas que dividiram a bacia em três partes. Os dados foram extraídos na plataforma do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC-SP) do mapa índice de topografia na escala de 1:10.000. Além disso, em fevereiro de 2022 adquiriu-se o modelo digital de elevação (MDE) do satélite Alos Palsar com 12,5 metros de resolução espacial e correção radiométrica

(ASF, 2018) utilizado para mapear declividade e perfil de elevação do rio principal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro resultado consiste na aplicação da modelagem da fragilidade ambiental promovida pela expansão agrícola irregular na APP da BH-CR com base nos produtos elaborados no SIG. Assim, a Figura 2 apresenta os dados altimétricos que caracterizam o relevo da área e a Figura 3 expõe o uso e cobertura da terra e os índices adimensionais, IRAN e IRSE, para análise do manejo inadequado na APP conforme as Equações 1 e 2. A determinação apoiou-se na legislação ambiental brasileira (Brasil, 2012) e na literatura existente sobre a temática.

Conforme o Novo Código Florestal Brasileiro Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (Artigos 3º e 4º incisos I, IV e V), a APP corresponde as faixas marginais de qualquer curso d'água natural desde a borda da calha do leito regular, além disso deve possuir uma largura mínima de 30 metros em cada margem de cursos d'água menores do que 10 metros de largura e nas nascentes, todavia, deve possuir 50 metros de APP. Além disso, encostas com declividade superior a 45º (quarenta e cinco graus) equivale-se a 100 % na linha de maior declive (Brasil, 2012).

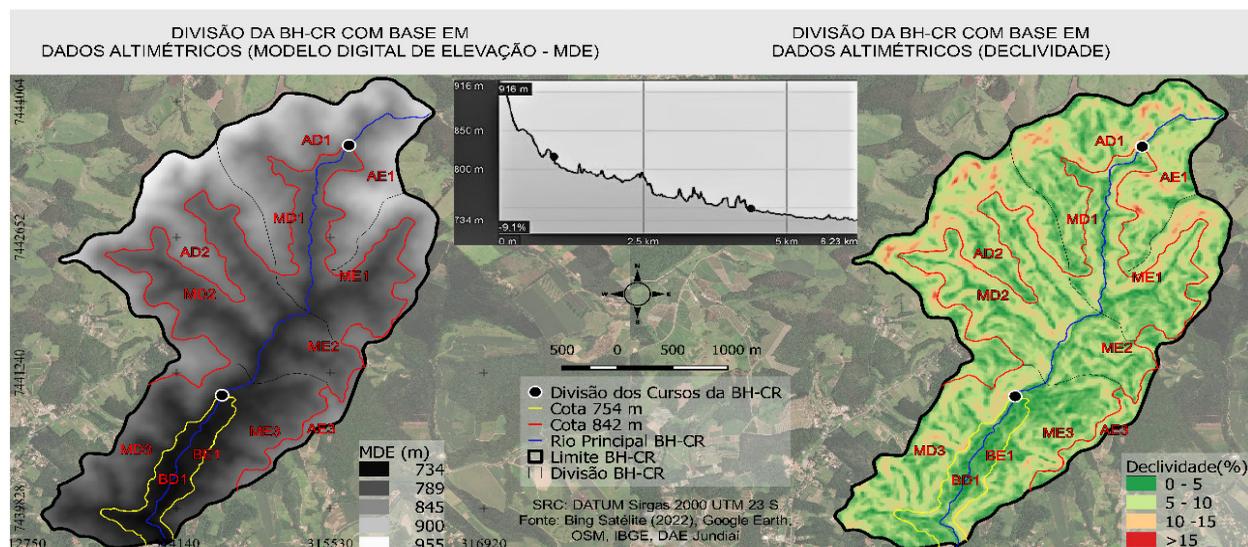


Figura 2 - Modelo digital de elevação (MDE) e Declividade do terreno para a BH-CR com base em dados altimétricos do satélite Alos Palsar e cotas altimétricas extraídas do IGC-SP.

O MDE (Figura 2) demonstrou uma amplitude altimétrica de 221 metros para a BH-CR, ou seja, baixa elevação entre o ponto mais baixo e o mais alto do terreno. A declividade (Figura 2), por sua vez, sofreu uma variação de 0 a 15% na área denotando um relevo plano a ondulado (EMBRA-PA, 1999). Panza *et al.* (2021) explicam que essas características topográficas do relevo demonstradas pelo MDE e declividade apresentam baixa suscetibilidade da área aos processos erosivos pelo escoamento superficial, uma vez que o fluxo da água se dá mais lentamente e, assim, contribui com a infiltração da água no solo. Além disso, as características de cambissolos presentes em relevos plano/suave ondulados apresentam algum potencial para o uso agrícola (Ramos *et al.*, 2021). O uso e cobertura da terra e os índices adimensionais, IRAN e IRSE (Figura 3), amplificaram a análise e apresentaram a intensidade da expansão do manejo sobre as áreas naturais e, ainda, a magnitude de solo exposto presente na área de APP da BH-CR, características que demonstram inconformidade com a legislação que exprime que essas áreas devem estar completamente ocupadas por vegetação natural (Brasil, 2012).

A fragilidade ambiental associa-se ao maior ou menor grau de vulnerabilidade de uma determinada área, bem como a suscetibilidade de um ambiente em sofrer danos quando submetido a uma ação, sendo assim, o mapeamento é um processo de distribuição espacial, temporal e social utilizado como subsídio de análise dos impactos, bem

como auxilia no planejamento ambiental. O estudo da fragilidade ambiental em bacias hidrográficas torna-se necessário ao levantamento das condições de uso ou de preservação do meio, levando em conta suas características. Sendo assim, a fragilidade pode ser usada como mecanismo de planejamento, tanto a nível regional quanto local (Silva *et al.*, 2021). Segundo os mesmos autores a fragilidade possui relação com a pressão antrópica aplicada ao fato de as ações humanas contribuírem significativamente para o impacto ambiental.

A Figura 3 apresenta o uso e cobertura da terra no ano de 2021 para a APP da BH-CR considerando a dimensão dessas áreas em metros quadrados (m²). Ao analisar apenas o uso presente na APP nota-se que mais da metade da área compõe-se de vegetação nativa (54,55%) em conformidade com a legislação ambiental, seguida por pastagem (26,51%), manejo (10,86%), urbanização (5,23%) e solo exposto (2,85%), respectivamente. Essas condições de uso da terra demonstram que a APP encontra-se fragilizada sob a pressão antrópica e em situação irregular em relação à legislação, que deixa expressa que a APP deve estar completamente composta por vegetação natural nos 30 metros de cada margem dos rios de até 10 metros de largura e 50 metros nas nascentes.

Os índices adimensionais buscaram aprimorar essa análise de uso da terra em razão de suas finalidades: o IRAN busca monitorar a pressão da expansão agrícola sobre as áreas naturais e, o IRSE,

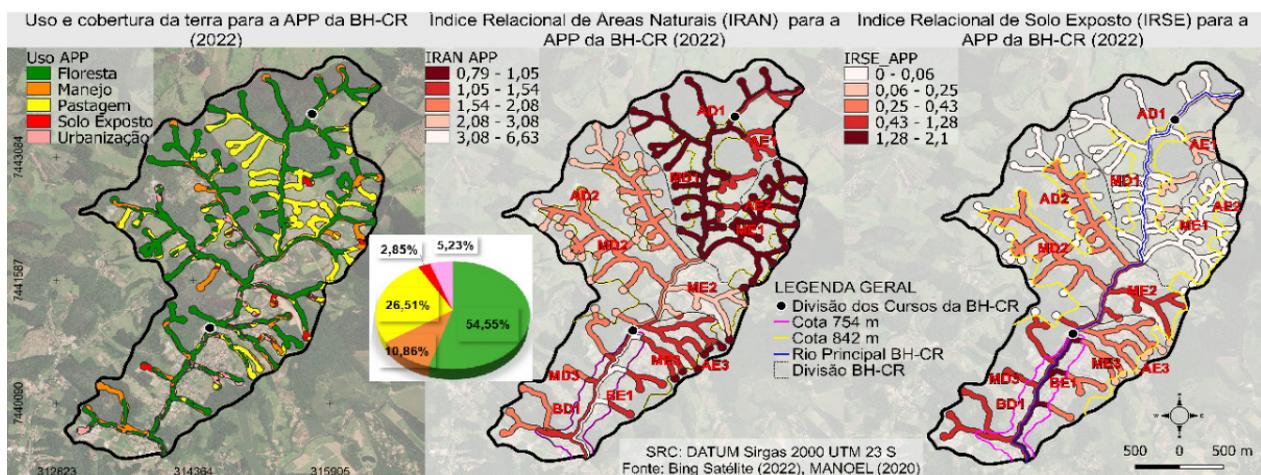


Figura 3 - Uso e cobertura da terra, Índice relativo à área natural (IRAN) e Índice relativo ao solo exposto (IRSE) para a área de proteção permanente da BH-CR, ano 2021.

por sua vez, contribui com o gerenciamento da fragilização ambiental promovida pelas atividades de manejo agrossilvipastoris.

O índice adimensional IRAN (Figura 3) que corresponde à proporção entre CN e o MA (Equação 1), expressa que os menores valores indicam maior fragilização ambiental e os maiores correspondem a menor incidência de atividades de manejo agrossilvipastoris em detrimento das áreas naturais. Ao aplicar esse índice na APP da BH-CR foram notados os menores valores nas áreas AD1, AE2, AE3, ME1 e MD1 (0,79 a 1,05) correspondendo as reações mais pressionadas devido ao avanço do MA sobre a CN, condição evidenciada na parte mais alta da bacia que requer maior preservação em virtude da suscetibilidade natural. Os maiores valores e mais positivos foram encontrados nas regiões BE1 (3,08 a 6,63) seguidas por AD2, ME2, MD2 e MD3 (2,08 a 3,08) o que denota menor pressão do MA e predomínio da CN nas regiões médias e baixa da BH.

O índice adimensional IRSE (Figura 3), por sua vez, exprime que os menores valores, ao contrário do índice anterior, indicam menor impacto por SE em detrimento do MA, já os maiores expressam aumento do SE promovido pelo MA. Esse índice exprimiu maior pressão antrópica nas regiões BE1 (1,28 a 2,1) seguido por BD1, ME2 e MD3 (0,43 a 1,28), ou seja, aumento da incidência de SE no MA, essa evidência ocorre principalmente pelas ocupações urbanas às margens do rio. Em contrapartida, na região AD1, AD2, AE2 e ME1 (0 a 0,06) foram obtidos os melhores resultados, correspondendo aos menores valores do índice, ou seja, menor exposição do solo no MA.

Ao comparar os dois resultados percebe-se que apesar da área mais alta da APP na BH-CR possuir alta interferência das atividades de MA corresponde, também, ao local com menor incidência de SE, isso ocorre em virtude da presença de atividade de Silvicultura / florestas plantadas. Além disso, nota-se que a parte média da APP possui valores intermediários em ambos os índices com pressão antropica mediana.

CONCLUSÕES

As informações expressadas pelos índices IRAN e IRSE buscam contribuir com a gestão agroambiental da fragilidade em bacias hidrográficas ao identificar as áreas prioritárias à recuperação ambiental. Sugere-se, portanto, que as pressões antrópicas identificadas na APP pelos índices contribuam para sua recuperação e regularização ao expressar a situação de fragilização na área e, assim, capacitar de modo ordenado a sua recuperação conforme o grau de prioridade em relação à degradação. Identificar esses problemas auxilia no monitoramento e gerenciamento da expansão do MA e ocorrência de SE em áreas protegidas pela legislação, impedindo maiores consequências advindas da expansão das atividades agrícolas em áreas prioritárias à conservação ambiental.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) pelo fomento e Universidade de Aveiro (UA) pela oportunidade de intercâmbio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASF (2018) - *Alos Palsar*. Alaska satellite facility. [cit. 2018.02.16]. <https://search.asf.alaska.edu/#/>
- Albiero, D. (2006) - *Avaliação do preparo de solo empregando o sistema de cultivo conservacionista em faixas com "Paraplow" rotativo usando análise dimensional*. Dissertação de mestrado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas. 320 p.
- Andrade, E.L.; Faria, C.C.; Maia Júnior, L.P.; Takikawa, B.Y.; Manoel, M.P.S.; Ribeiro, A.I. & Medeiros, G.A. (2021) - Impacto dos fatores topográficos e do uso e cobertura da terra na qualidade das águas da bacia do Córrego da Roseira, Jundiaí, São Paulo–Brasil. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, vol. 51, p. 58-80. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v51i0.70081>
- Brasil (2012) - Serviço Florestal Brasileiro. *Lei Federal n. 12.651, de 25 de maio de 2012*. Novo Código Florestal. Brasília: Senado Federal. [cit. 2023.06]. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm
- Costa, C.W.; Piga, F.G.; Moraes, M.C.P.; Dorici, M.; Sanguineto, E.C.; Lollo, J.A.; Moschini, L.E.; Lorandi, R. & Oliveira, L.J. (2015) – Fragilidade ambiental e escassez hídrica em bacias hidrográficas: Manancial do Rio das Araras–Araras, SP. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, vol. 20, n. 4, p. 946-958.
- Costa, H.F.; Sacramento, B.H.; Sousa, J.A.P. & Lourenço, R.W. (2020) - Conflitos ambientais em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Paiol, Ibiúna, SP. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, vol. 9, p. 403–418. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020403-418>
- Damame, D.B.; Longo, R.M. & Oliveira, E.D. (2019) - Impactos ambientais pelo uso e ocupação do solo em sub bacias hidrográficas de Campinas, São Paulo, Brasil. *Acta Brasiliensis*, vol. 3, n. 1, p. 1-7. <https://doi.org/10.22571/2526-4338108>
- EMBRAPA (1999) - *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, Serviço de Produção de Informação, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 412p.
- Fengler, F.H.; Moraes, J.F.L.; Ribeiro, A.I.; Peche Filho, A.; Storino, M. & Medeiros, G.A. (2015) - Qualidade ambiental dos fragmentos florestais na Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim entre 1972 e 2013. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 19, n. 4, p. 402-408. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p402-408>
- Fengler, F.H. (2018) - *Aplicação da análise dimensional em indicadores ambientais de áreas degradadas pela exploração de cassiterita*. Tese de Doutorado. Sorocaba, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). 116 p.
- Fiorese, C.H.U. (2021) - Uso e ocupação das terras na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Salgado (Espírito Santo). *Sustentabilidade: Diálogos Interdisciplinares*, vol. 2, p. 1-16. <https://doi.org/10.24220/2675-7885v2e2021a5292>
- Follmann, F.M.; Manfio, J.C.; Cruz, R.C.; Bohrer, R.E.G.; Tiecher, T.L. & Patricio Luiz, T.B. (2018) - Determinação da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica em relação à suinocultura utilizando SIG. *Ciência e Natura*, vol. 40, art. e33. <https://doi.org/10.5902/2179460X28758>
- Manoel, M.P.S. (2020) - *Índices de manejo do solo para análise da fragilização ambiental em áreas agrossilvipastoris utilizando análise dimensional*. Dissertação de mestrado. Sorocaba, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 123 p.
- Materano, L.S. & Brito, J.L.S. (2020) - Fragilidade ambiental potencial da bacia hidrográfica do Rio Castán, estado Trujillo-Venezuela. *Caminhos de Geografia*, vol. 21, n. 73, p. 86–97. <https://doi.org/10.14393/RCG217347216>
- Moraes, J.F.L.; Carvalho, Y.M.C. & Peche Filho, A. (2016) - *Diagnóstico agroambiental para gestão e monitoramento da bacia do Rio Jundiaí Mirim: Relatório Final*. Instituto Agrônomo de Campinas. 145 p.
- Oliveira, L.N. & Aquino, C.M.S. (2020) - Índice da Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) na sub-bacia hidrográfica do rio Gurguéia, Piauí-Brasil: análise do efeito da expansão agrícola. *Revista Georaguaiá*, vol. 10, n. 2, p. 126-143.
- Panza, M.R.; Souza, T.W.S.; Donegá, M.V.B.; Lima, M.M.; Saraiva, J.G.; Pacheco, F.M.P.; Cavalheiro, W.C.S. & Vendruscolo, J. (2021) - Hidrogeomorfometria e índice de desmatamento da microbacia Rio dos Veados, Amazônia Ocidental, Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, vol. 12, n. 4, p. 399-411. <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.004.0031>

- Pessi, D.D.; Ereio, P.K.B.; Alves, G.B.M.; Martarello, A.P. & Loverde-Oliveira, S.M. (2019) - Qualidade da cobertura vegetal em áreas de preservação permanente de nascentes. *Anuário do Instituto de Geociências*, vol. 41, n. 3, p. 270-280. http://dx.doi.org/10.11137/2018_3_270_280
- Prado, T.B.G. (2005) - *Evolução do uso das terras e produção de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim*. Dissertação de Mestrado. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas (IAC). 72 p.
- Ramos, M.R.; Amorim, M.B.; Maia Pereira, O.C. & Gomes, A.C.S.L. (2021) - Indicação de uso e ocupação do solo da comunidade quilombola Barra do Aroeira-Santa Tereza do Tocantins-TO. *Revista Geonorte*, vol. 12, n. 40, p. 24-40. <https://doi.org/10.21170/geonorte.2021.V.12.N.40.24.40>
- Ross, J.L.S. (1994) - Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*. vol. 8, p. 63-74. <https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>
- Silva, V.F.; Pereira, J.S.; Cosme, A.M.F.; Pessoa, D.S.; Martins, W.A.; Lima, V.L.A. & Dantas Neto, J. (2020) - Análise da degradação da vegetação nativa em área de preservação permanente na Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, vol. 13, n. 1, p. 121-130. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.1.p121-130>
- Silva, K.N.; Ferreira, E.C. & Loureiro, G.E. (2021) - Environmental Fragility of the Itacaiúnas Hydrographic Sub-Region (SRHI). *Research, Society and Development*, vol. 10, n. 3, art. e25710313215. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13215>