



Estrutura de serviços de ecossistema em áreas de montanha

Bruno Santos Francisco¹,
Luis Filipe Gomes Lopes³,
Ana Sofia Santos⁴,
Fátima Conceição Márquez Piña-Rodrigues²

^{1,2}Programa de pós-graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis, UFSCar Sorocaba
(²brunofrancisco@estudante.ufscar.br, ²fpina@ufscar.br),

³CIFAP; ECAV; UTAD; Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801, Vila Real, Portugal.
(³lflopes@utad.pt),

⁴Ruralidade Verde, Lda, Vila Real, Portugal.
(⁴assantos@utad.pt)

RESUMO: *A manutenção dos ecossistemas de montanha pode ser a chave para o bem-estar humano, fornecendo serviços de provisão, suporte, regulação e culturais. Avaliamos seis ecossistemas de montanha: floresta periurbana, agricultura, a zona urbana de Vila Marim, matos dos Baldios de Vila Marim e Lamas de Olo, lameiros e Floresta de Folhosas, com intuito de fornecer subsídios para planos de gestão e políticas públicas. Aplicamos o protocolo de serviços de ecossistema em 120 pontos, totalizando uma área amostra de 9.420 m². Para cada conjunto de indicadores calculamos o índice de serviços de ecossistema (ISEG). Ecossistema que apresentou os maiores valores de ISEG para todos os serviços avaliados foi o carvalhal com valor de 72,8, seguido por lameiros 70,3, matos com 68,1, agricultura 60,54, floresta periurbana 57,7 e zona urbana 43,9. As florestas de folhosas são ecossistemas florestais próximos as vilas, com solos mais profundos e com presença de corpos d'água, onde muitas vezes ocorre a criação de animais domésticos, acreditamos que por isso apresentou os maiores índices dos SEs. O êxodo das zonas rurais em ambientes dependentes da ação humana estão a diminuir a capacidade dos ecossistemas de montanha responderem à crescente procura pelos seus serviços ambientais.*

Palavras-chave: Indicadores, êxodo, regulação, florestas, água.

Introdução

A MEA (2005) classifica os serviços em Serviços de Regulação (regulação climática, de doenças, biológica, de danos naturais, regulação e purificação da água e polinização); Serviços de Provisão (abastecimento de alimentos, água, madeira para combustível, fibras, bioquímicos e recursos genéticos); Serviços Culturais (ecoturismo e recreação, espiritual e religioso, estético e inspiração, educacional, senso de localização e cultural) e Serviços de Suporte (formação do solo, produção de oxigênio, ciclagem de nutrientes e produção primária).

Liderada pela Agência Ambiental Europeia (EEA), a Classificação Internacional Comum de Serviços Ecosistêmicos (CICES), reconhece três categorias de serviços: provisão, regulação e cultural. A CICES procura padronizar a descrição dos SE, permitindo a comparação entre métodos de contabilidade ambiental, mapeamento e avaliação deles (Haines-Young & Potschin, 2018).



O desenvolvimento de métodos de avaliação dos SE são importantes não apenas para a economia, mas também para a saúde, bem-estar e funcionamento das organizações civis, fauna e flora. Além de ser uma ferramenta que reconhece e comprova a necessidade e a urgência da proteção dos ecossistemas em conjunto com o desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, este estudo teve como objetivo calcular os índices de serviços de ecossistemas existentes na cordilheira do Alvão em áreas ocupadas e manejadas por seres humanos, com o intuito de fornecer subsídios para planos de gestão e conservação de áreas protegidas públicas e privadas de montanhas.

Material e métodos

A área de estudo está localizada na Cordilheira Alvão em um mosaico de ecossistemas naturais e semi-naturais entre a freguesia de Vila Marim (41° 10' 17" N e 7° 52' 07" W) e a freguesia de Lamas de Olo (41° 22' 17" N e 7° 48' 07" W). A cordilheira do Alvão possui elevações que chegam até 1283 m, essa cordilheira está localizada entre o “Douro Litoral” e o “Alto Douro”, sendo esta responsável por grande parte da regulação climática em toda a região de Trás-os-Montes já que funciona como uma barreira na movimentação das nuvens e massas de ar da costa para o interior (Lopes et al., 2010).

A paisagem é formada por mosaicos de agroecossistemas públicos e privados com cultivos de batatas, linho, vinhas e olerícolas, Lameiros (campos úmidos) com criação de gados, povoamentos florestais para resinagem e extração de madeira, matos mediterrânicos com predominância de espécies das famílias Ericaceae e Fabaceae, florestas de folhosas de *Quercus robur* L. e *Quercus pyrenaica* Willd. e coníferas com predominância de *Pinus pinaster* Aiton. e *Pinus sylvestris* L..

A manutenção dos agroecossistemas de montanha pode ser a chave para o bem-estar humano, fornecendo serviços de provisão, suporte, regulação e culturais (Lopes et al., 2015), para isso a seleção multicritério de indicadores usando o MESMIS prevê protocolos de seleção e aplicação de indicadores, permitindo combinar variações temporais e espaciais para avaliar processos ecológicos e serviços de ecossistemas (Matera et al., 1999; Martinez et al., 2017).

Assim, o protocolo MESMIS (Matera et al., 1999), adaptado por Piña-Rodrigues et al. (2015) foi dividido em serviços de provisão (fornecedores de alimentos e matéria-prima), regulação (capacidade de regular processos geradores de resiliência), suporte ou habitat (fornecem infraestrutura de vida para a produção primária, formação do solo e o ciclo da água e dos nutrientes)



e cultural (geradores de benefícios estéticos, culturais e religiosos) baseado nos serviços de ecossistemas propostos por Fisher, Turner, Morling (2009) e De Groot et al. (2010).

A partir de revisão de literatura e discussões com especialistas, foram estabelecidas as classes de serviços a serem avaliadas, os serviços de ecossistema percebidos, os indicadores, a forma de medição e os parâmetros. No total, foram estabelecidos 23 indicadores, sendo a maior proporção de serviços de regulação (sete), suporte ou habitat e cultural ambos com seis indicadores e provisão com quatro indicadores, baseados nas classes de De Groot et al. (2010), descritos:

- a) classe provisão (indicadores 1. Produção de alimentos; 2. Produção de água; 3. Produção de matérias-primas; 4. Produção de alimentos tradicionais;
- b) classe regulação (indicadores 5. Poluição sonora; 6. Manutenção de temperatura; 7. Cobertura do solo com vegetação; 8. Prevenção de incêndios; 9. Práticas de prevenção de incêndios; 10. Erosão do solo; 11. Presença de aves e predadores;
- c) classe suporte (indicadores 12. Ninhos e tocas; 13. Espécies zoocóricas; 14. Corredores ecológicos; 15. Presença de serapilheira; 16. Regenerantes nativos; 17. Estágios ontogenéticos na vegetação;
- d) classe cultural (indicadores 18. Características da paisagem com apreciação declarada; 19. Infraestrutura para lazer; 20. Construções antigas e paisagens inspiradoras; 21. Espécies culturalmente importantes; 22. Locais de culto e meditação; 23. Presença de lixo.

Para cada indicador, cenários positivos e negativos foram propostos, baseado nos métodos de Piña-Rodrigues et al. (2015), parâmetros de um à cinco foram atribuídos aos indicadores sendo um o pior cenário possível para aquele indicador e cinco o ótimo para aquele indicador.

Denominamos que o ponto de mensuração é parcela circular com raio de 5 metros e paisagem é toda a região observável que esteja visível do ponto de mensuração (parcela).

Amostramos seis ecossistemas naturais e seminaturais de montanha em áreas privadas e públicas, todos eles com manejo e presença humana, sendo eles: florestas periurbanas, áreas de agricultura, povoamento de Vila Marim, Matos em Baldios, lameiros e floresta de folhosas.

Foram sorteados vinte pontos de mensuração (parcela) de 78,5 m² em cada ecossistema estudado, totalizando 120 pontos ou aproximadamente 9.420 m² de área amostrada com o protocolo.

Calculamos o Índice de Serviços de Ecossistemas de Montanha (ISEM) da Cordilheira Alvão-Marão, os Índices de Serviços de Ecossistema Geral (ISEG) para cada um dos ecossistemas de montanha amostrados, a partir das equações:

$$ISEM = ((SDT - PTMin)/(PTMax-PTMin) * 100$$



Sendo: ISEM é valor entre 0 e 100, SDT o somatório de pontos feitos para todos indicadores de todos ecossistemas amostrados, PTMin é o somatório mínimo de pontos possíveis para todos indicadores de todos ecossistemas amostrados e PTMax é o somatório do máximo de pontos possíveis para todos indicadores de todos ecossistemas amostrados, da tabela de indicadores.

$$ISEG = ((SDG - PGM_{\min}) / (PGM_{\max} - PGM_{\min})) * 100$$

Sendo: ISEG é valor entre 0 e 100, SDT o somatório de pontos feitos para todos indicadores de cada ecossistema de montanha amostrado, PGM_{min} é o somatório mínimo de pontos possíveis para todos indicadores de cada ecossistema de montanha amostrado e PGM_{max} é o somatório do máximo de pontos possíveis para todos indicadores de cada ecossistema de montanha amostrado, da tabela de indicadores.

Resultados e discussão

Pouco antes da generalização da mecanização, da adubação com fertilizantes químicas e da adoção de um modelo baseado em energia fóssil, agroecossistemas de montanha baseavam-se em uma estrutura aureolar, com um gradiente de fertilidade e intensidade de utilização da terra, decrescendo do centro para a periferia do território das aldeias. Na cordilheira avaliado neste trabalho verificamos que o índice de serviço de ecossistema de montanha foi 62,3 (Tabela 1).

Nesse modelo de distribuição verificamos que os ecossistemas de montanha mais distantes do centro da aureolar e os lameiros (possui estrutura alongada e dispõe-se ao longo das linhas de água, conectando as diferentes auréolas) possuem os maiores índices de serviços de ecossistema geral (ISEG), enquanto os ecossistemas mais próximos do centro da aureola (agricultura, floresta periurbana e povoamento) encontramos menores índices (Tabela 1).

Tabela 1: Valor dos índices de serviço de ecossistema avaliados na cordilheira Alvão, para cada ecossistema (ISEG) e da cordilheira (ISEM).

Índices de Serviços de Ecossistema Geral e de Montanha	
Ecossistema	Valor Índice (ISEG)
Floresta de folhosas	72,8
Lameiros	70,3
Matos	68,1
Agricultura	60,5
Floresta Periurbana	57,7
Vilarejo	43,9
ISEM	62,3



As florestas de folhosas apresentaram o maior ISEG com valor de índice de 72,8, seguida pelos lameiros com 70,3 e matos com 68,1. Quando entramos nas aureolas mais centrais os valores gerais dos ISEG começam a diminuir, sendo áreas de agricultura com valor de índice de 60,5, floresta periurbana com 57,7 e o povoado com 43,9.

Os ecossistemas florestais e matos, possuem diversificação de estratos na vegetação, diversidade de espécies, maior quantidade de nichos que podem servir como berçários e abrigos, maior heterogeneidade da paisagem. Esses ecossistemas estão diretamente relacionados à regulação climáticas, sequestro de carbono, regulação de microclima, qualidade do ar e da água (Alamgir et al., 2016).

Conclusões

Ecossistemas mais distantes do vilarejo apresentaram maiores índices de serviços de ecossistema, principalmente por causa dos serviços de regulação e suporte que eles fornecem, enquanto os ecossistemas mais próximos do vilarejo estão mais associados aos serviços de ecossistemas de provisão e cultural.

Referências bibliográficas

ALAMGIR, M.; TURTON, S.M.; MACGREGOR, C.J.; PERT, P.L. Assessing regulating and provisioning ecosystem services in a contrasting tropical forest landscape. *Ecological Indicators*. vol., 64, p.19–334, 2016.

DE GROOT, R.S. et al. Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. In: *The economics of ecosystems and biodiversity (TEEB): ecological and economic foundations*. Earthscan, Routledge, 2010. p. 9-40.

FISHER, B.; TURNER, R.K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*. vol. 68, n. 3, p.643-653, 2009.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. B. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure, 2018. Disponível em: <<https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>> Acesso em: 26 de março de 2023.

LOPES, D.; BENTO, J.; MAGALHÃES, M.; FERREIRA, P. ALVÃO-MARÃO. Preserving Important Natural Resources in a Mountain Range. In: Evelpidou, N., Figueiredo, T., Mauro, F., Tecim, V., Vassilopoulos, A. (eds) *Natural Heritage from East to West*. Springer: Berlin, Heidelberg, 2010. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01577-9_19

LOPES, L.F.G.; DOS SANTOS BENTO, J.M.R.; CRISTOVÃO, A.F.A.C.; BAPTISTA, F.O. Exploring the effect of land use on ecosystem services: The distributive issues. *Land Use Policy*. Vol. 45, 141-149, 2015.

MARTINEZ, E.A.; CASALINHO, H.D.; DE LIMA, A.C.R.; SCHWENGBER, J.E. Oferta de serviços ambientais a partir de diferentes agroecossistemas de base familiar no sul do Rio Grande do Sul. *Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento*. Vol. 11, n.1, p. 71-86, 2017.



MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. Mundiprensa/GIRA/ UNAM, México, 103 p., 1999.

MEA - MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and human well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. Island Press, 31 p., 2005.

PIÑA-RODRIGUES, F. et al. Protocolo de monitoramento de funcionalidade ecológica de áreas de restauração. 2015. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2324.1681>.

