



# Valoração Econômica de Serviços Ecossistêmicos: O Caso dos Bosques Montanos no Peru

**Palavras-Chave: Valoração econômica; meta-análise; serviços ecossistêmicos;**

**Autores/as:**

**Pedro de Moraes Zanella (UNICAMP)**

**Karen Eckhardt (Universidad La Molina)**

**Orientador: Prof. Dr. Alexandre Gori Maia**

---

## INTRODUÇÃO:

Este projeto de iniciação científica enquadra-se em uma pesquisa mais ampla sendo desenvolvido em parceria entre a UNICAMP e a Universidad La Molina (Lima, Peru), que tem como objetivos centrais: a) os impactos de um programa de restauração ecológica nos bosques montanos dos Andes Tropicais; b) o benefício econômico da provisão de serviços econômicos. As atividades deste projeto IC serão também desenvolvidas em parceria com o projeto de doutorado da doutoranda Karen Eckhardt, do Programa de Economia Ambiental da Universidad La Molina. A doutoranda Karen é também orientada pelo professor Alexandre Gori Maia. Os resultados da tese de doutorado da Karen enquadram-se no escopo do projeto CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) - edital PGPSE nº 42/2014 de Desenvolvimento Socioeconômico, sob a coordenação do professor Alexandre Gori Maia (IE/UNICAMP), orientador deste projeto de iniciação científica (IC).

A pesquisa tem como método aplicar meta-análise para estimar o valor econômico dos principais serviços ecossistêmicos dos bosques montanos, para isso foi necessário compilar artigos científicos de avaliação econômica de serviços ecossistêmicos em bosques montanos e tabular os principais resultados a fim de analisar estatisticamente os resultados obtidos. O projeto de Iniciação científica em tela está apoiando a coleta e análise dos dados e informações relativos à valoração de serviços ecossistêmicos.

## METODOLOGIA:

A meta-análise combina resultados de diversos estudos científicos independentes para realizar uma análise estatística e obter resultados mais objetivos que as revisões narrativas tradicionais (EGGER; SMITH; PHILLIPS, 1997). Os passos da análise são usualmente similares aos dos demais estudos científicos: formulação do problema, coleta e análise de dados, e descrição dos resultados.

Um primeiro passo fundamental para obter resultados consistentes é delimitar adequadamente os objetivos e hipóteses a serem testadas, que definirá os critérios de seleção e filtro dos trabalhos científicos a serem analisados. Entre os principais serviços ecossistêmicos do bosque montano enquadram-se a oferta de água, sequestro de carbono e turismo. Neste sentido, o primeiro passo da meta-análise foi definir as palavras-chave relacionadas à valoração econômica desses serviços,

sendo elas: “Andean montane”; “Economic Value”; “Ecosystem Services”; “Montane Tropical Forest”. Para garantir maior qualidade na seleção dos artigos, as buscas foram realizadas exclusivamente nas bases de dados da Scopus (<https://www.scopus.com>), Web of Science ([www.webofknowledge.com](http://www.webofknowledge.com)), ScienceDirect([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)) e Google Scholar([www.scholar.google.com.br](http://www.scholar.google.com.br)).

O próximo passo consistiu na adequada tabulação das informações dos artigos selecionados. Essas informações serão úteis posteriormente para analisar quantitativamente os resultados das pesquisas. Além da variável de interesse principal, que é o valor do serviço ecossistêmicos, foram selecionadas inúmeras variáveis de controle, que também afetam a estimativa econômica. Entre essas variáveis, destacam-se: ano de publicação, país, região, ecossistema, método de valoração, área total, entre outras. Todas essas informações foram sistematizadas em uma planilha excel.

O próximo passo do projeto consiste na análise estatística dos resultados. Primeiro, será realizada uma análise descritiva, com as principais medidas de posição e dispersão, tabelas de frequências e gráficos para a distribuição dos valores. Em seguida, será realizada um ajuste de regressão para verificar como o valor econômico ( $Y$ ) é definido pelo tipo de serviço ecossistêmico ( $X$ ) e variáveis de controle ( $Z$ ). O modelo de regressão para essa análise pode ser genericamente descrito por (GORI MAIA, 2017):

Em que representa a diferença entre as estimativas econômicas para os diferentes tipos de serviços ecossistêmicos, é o intercepto do modelo, o vetor de coeficientes de  $X$  e  $Z$  e é o erro aleatório do modelo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Entre agosto de 2020 e agosto de 2021, as atividades se concentraram na construção da base de dados da amostra que será utilizada nas modelagens econométricas. Em conjunto com a doutoranda Karen Eckhardt, foram coletadas e sistematizadas em planilha eletrônica os dados e informações dos artigos científicos selecionados. Os artigos selecionados foram obtidos a partir de publicações feitas após o ano 1990, conforme o andamento das atividades demonstrou uma certa escassez de artigos científicos revisados por pares acerca do tema escolhido, foi incluído literatura cinzenta na base de dados.

Foram coletadas e sistematizadas as seguintes variáveis: 1. Características ambientais (altura em metros acima do nível do mar, precipitação anual, área total, tipo de ecossistemas); 2. Características geopolíticas (região, país); 3. Valoração de serviços ecossistêmicos (métodos, tipo de valor econômico, tipo de serviços ecossistêmico); 4. Amostragem (tamanho da amostra, erro amostral, desvio padrão).

Ao final, foram selecionados 65 artigos, mas 34 foram eliminados pois não apresentavam resultados relacionados diretamente aos objetivos do trabalho. Dessa forma foi entregue uma base de dados em planilha eletrônica com 31 artigos científicos, sendo 6 artigos de literatura cinzenta e 19 variáveis extraídas da análise dos estudos de valoração econômica em bosques montanhosos. A tabela 1, a seguir, apresenta os resultados preliminares da base de dados construída.

Tabela 1: Resultados preliminares da base de dados

País de origem (1)	Quantidade (2)	Valor Econômico (3) (US\$/ha/yr)	Área Média (4) (km <sup>2</sup> )
Bolívia	12	80,86	744,14
Brasil	1	3.723	114
Colômbia	1	21	nd

Costa Rica	23	81,64	960,50
Ecuador	4	1.703,29	2.1110,41
Guatemala	2	33,93	443,535
Honduras	2	711,20	39,86
Mexico	22	219,86	505,77
Nicarágua	6	53,00	4.286,98
Peru	3	9,63	70,9
Total	76	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

- (1) País de origem: Região do estudo empírico;
- (2) Quantidade: Total de observações obtidas para determinado país;
- (3) Valor Econômico: Valor monetário médio dos valores obtidos para cada país considerando diversos serviços ecossistêmicos;
- (4) Área média: Área média dos valores obtidos para cada país.

## CONCLUSÕES:

Os bosques montanos dos Andes tropicais representam cerca de 8% do total de florestas tropicais em todo o mundo (SPRACKLEN; RIGHELATO, 2014). Localizam-se entre a Venezuela e o noroeste da Argentina (GARAVITO et al., 2012). No Peru, os bosques montanos ocupam uma faixa estreita na parte oriental dos Andes, entre aproximadamente 1500 e 3500 metros acima do nível do mar (YOUNG; LEÓN, 2000). Os bosques apresentam ecossistemas considerados de prioridade para a conservação no planeta, pois abrigam uma relevante biodiversidade com altas taxas de endemismo (PENNINGTON et al., 2010), além de serem os ecossistemas menos conhecidos e mais ameaçados dos trópicos (ATAROFF; RADA, 2000).

A fragilidade dos bosques montanos resulta de forte pressão antrópica, associada a processos de exploração, ocupação, fragmentação e extração de recursos. Consequentemente, grandes áreas são degradadas e desmatadas anualmente (GARAVITO et al., 2012). As alterações do ecossistema montano ocorrem sinergicamente, começando com a perda da cobertura florestal, o que afeta diretamente na fertilidade do solo e na regularidade da oferta de água (RAMOS et al., 2018). Alguns resultados da degradação do ecossistema são o aumento do escoamento superficial, a erosão do solo, menor capacidade de armazenamento de água, perda de biodiversidade, redução do sequestro de carbono, entre outros (FAO, 2016).

O fato é que há ainda informações muito limitadas sobre suas funções ecológicas e seu papel na provisão e regulação dos serviços ecossistêmicos (YOUNG; LEÓN, 2000). Dessa forma, o projeto de doutorado da doutoranda Karen Eckhardt, do Programa de Economia Ambiental da Universidad La Molina, ainda está para realizar um ajuste de regressão, a fim de verificar como o valor econômico () é definido pelo tipo de serviço ecossistêmico () e variáveis de controle (). No entanto, é necessário finalizar a revisão dos dados, uma vez que a pluralidade de artigos, resultados e métodos de valoração econômica dificulta a adaptação dos dados para a construção de um modelo de regressão.

## BIBLIOGRAFIA

- ATAROFF, M.; RADA, F. R. **Deforestation Impact on Water Dynamics in a Venezuelan Andean Cloud Forest.** *Journal of the Human Environment*, v. 29, n. 7, p. 440–444, 2000.
- CICCARESE, L.; MATTSSON, A.; PETTENELLA, D. **Ecosystem services from forest restoration: thinking ahead.** *New Forests*, v. 43, n. 5–6, p. 543–560, 27 set. 2012.
- EGGER, M.; SMITH, G. D.; PHILLIPS, A. N. **Meta-analysis: Principles and procedures.** *BMJ*, v. 315, n. 7121, p. 1533–1537, 6 dez. 1997.
- FAO. **El Estado de los Bosques del Mundo: Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra.** [s.l: s.n.].
- GARAVITO, N. T. et al. **Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales.** *Ecosistemas*, v. 21, n. 1–2, p. 148–166, 2012.
- GORI MAIA, A. **Econometria - conceitos e aplicações.** Sao Paulo: Saint Paul, 2017.
- MUÑOZ-VILLERS, L. E. et al. **Efectos hidrológicos de la conversión del bosque de niebla en el centro de Veracruz, México.** *Bosque (Valdivia)*, v. 36, n. 3, p. 395–407, 2015.
- PENNINGTON, R. T. et al. **Contrasting plant diversification histories within the Andean biodiversity hotspot.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, n. 31, p. 13783–13787, 3 ago. 2010.
- RAMOS, J. et al. **Water quality in aguadas within a protected karstic rain forest: The role of the vegetation-soil-water interactions.** *Ecological Engineering*, v. 121, p. 2–11, out. 2018.
- SHONO, K.; CADAWENG, E. A.; DURST, P. B. **Application of Assisted Natural Regeneration to Restore Degraded Tropical Forestlands.** *Restoration Ecology*, v. 15, n. 4, p. 620–626, 10 dez. 2007.
- SPRACKLEN, D. V.; RIGHELATO, R. **Tropical montane forests are a larger than expected global carbon store.** *Biogeosciences*, v. 11, n. 10, p. 2741–2754, 23 maio 2014.
- YOUNG, K. R.; LEÓN, B. **Biodiversity Conservation in Peru's Eastern Montane Forests.** *Mountain Research and Development*, v. 20, n. 3, p. 208–211, 2000.