



## **UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA A VALORAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NO MUNICÍPIO DE ALVORADA/RS**

Pedro Godinho Verran<sup>1</sup>

### **1. Introdução**

Dentre os principais trabalhos de valoração de ecossistemas podemos citar o trabalho de Groot *et al* (2012), que definiu valores aproximados globais referente aos serviços ecossistêmicos prestados pelos principais biomas da Terra. Com base nesses dados, Costanza *et al* (2014) estimou que o valor total dos serviços ecossistêmicos prestados pelo planeta girava em torno de US\$ 124.8 trilhões/ano em 2011.

Nesse sentido, o sensoriamento remoto se apresenta como uma área do conhecimento que permite uma ampla gama de possibilidades de desenvolvimento de metodologias voltadas para a aplicação na valoração de ecossistemas. Tendo em vista que grande parte dos trabalhos referentes à valoração de ecossistemas utilizam imagens de média resolução espacial (Kreuter *et al.*, 2001; Andrade *et al.*, 2012; Cunha *et al.*, 2014; Carvalho *et al.*, 2021), há a necessidade de explorar a aplicação de imagens de alta resolução, tendo em vista que esse tipo de imagem permite um resultado final com um maior nível de acurácia.

Sendo assim, o presente trabalho de pesquisa teve como objetivo central realizar o levantamento do valor total em unidades monetárias (US\$) dos serviços ecossistêmicos mapeados no município de Alvorada/RS, utilizando imagens de alta resolução espacial. Como base para a valoração, utilizou-se os dados obtidos do trabalho de Groot *et al* (2012).

---

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestre em Geografia. Doutorando em Sensoriamento Remoto. E-mail: [pedroverran@gmail.com](mailto:pedroverran@gmail.com)



## **2. Metodologia**

Foram utilizadas imagens do verão e do inverno de 2021 da Planet, com 3 metros de resolução espacial. No software Ecognition, estas imagens foram combinadas com o raster do Modelo Digital de Elevação para realizar uma segmentação dos pixels da área de estudo a partir da técnica denominada Geographic Object Based Image Analysis (GEOBIA). Nela o nível de abstração deixa de ser o pixel para ser o objeto, este que é constituído por agregados de pixels próximos espacialmente e com características similares (Antunes, 2015). Após, foi gerado um arquivo no formato shapefile o qual foi exportado para o software Qgis. Dessa forma, o shapefile da área de estudo foi sobreposto com a imagem Planet do verão de 2021 para serem colhidas pelo menos 30 amostras de treinamento para cada uma das sete classes temáticas definidas para a geração do mapa de uso e cobertura do solo. As sete classes definidas foram: urbano, floresta, campo, corpos hídricos, agricultura, áreas úmidas e solo exposto.

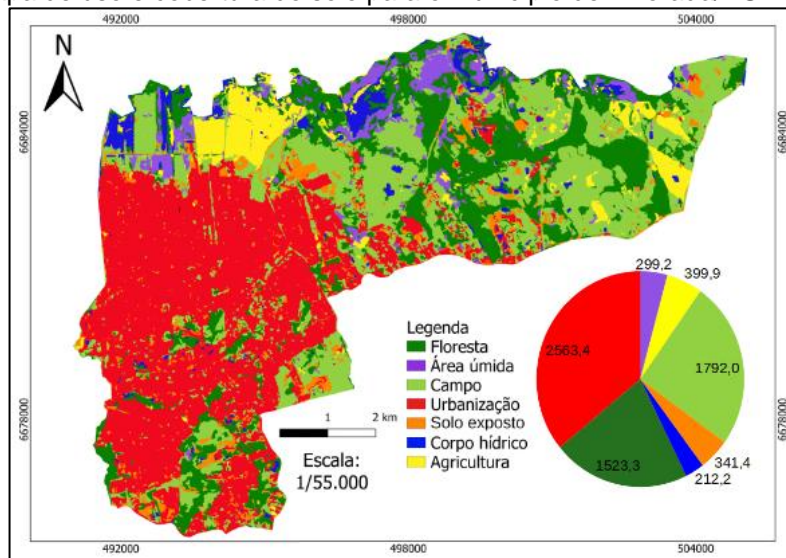
Concluída a seleção das amostras de treinamento, foi realizada a classificação da imagem através de um código de classificação Random Forest no software R-Studio. Dessa forma, foi gerado um novo shapefile com todos os objetos classificados conforme o código rodado. Os objetos segmentados foram divididos de acordo com as sete classes temáticas. Para cada uma dessas classes foi calculada a sua área total em hectare. Com base nesse cálculo de área, chegou-se ao valor dos serviços ecossistêmicos em hectare ao ano, de acordo com Groot *et al* (2012).

## **3. Resultados e discussão**

Foi gerado um mapa de uso e ocupação do solo para o ano de 2021, assim como um gráfico com o total em hectares para as sete classes temáticas (Figura 1).



Figura 1 – Mapa de uso e cobertura do solo para o Município de Alvorada/RS no ano de 2021.



A partir do mapeamento das classes de uso do solo e valoração definida por Groot *et al* (2012), foi possível mensurar que o valor anual produzido pelos ecossistemas no Município de Alvorada/RS é de aproximadamente US\$ 35.183.094,42. A classe que apresentou os maiores valores foi a de floresta (US\$ 17.434.606,22), seguido por área úmida (US\$ 9.929.705,98), campo (US\$ 6.648.660,48) e corpo hídrico (US\$ 1.170.121,73).

É interessante notar que embora a classe campos seja a que apresenta a maior área em hectares entre as quatro classes que geram serviços ecossistêmicos, devido ao seu menor valor econômico em termos de valoração ecossistêmica por hectare, essa classe apresentou valores acima apenas da classe corpos hídricos. Enquanto isso, a classe área úmida, apesar de ser uma das classes menos representativas em termos de área, devido ao seu elevado valor de serviços ecossistêmicos, apresentou o segundo maior valor gerado, atrás apenas da classe floresta.

A Tabela 1 ainda mostra os tipos de serviços ecossistêmicos mais representativos para cada uma das classes.



Tabela 1 – Valor total/ano para cada tipo de serviço ecossistêmico para cada classe de uso e cobertura do solo em US\$ no Município de Alvorada/RS em 2021.

Serviço	Floresta	Corpo hídrico	Campo	Área úmida
<b>Serviços de provisionamento</b>	6.055.571,09	524.868,21	3.022.118,40	641.460,86
Alimentação	662.536,36	29.067,16	2.760.432,64	237.406,22
Água	89.437,03	495.801,06	138.951,68	157.756,19
Matéria-prima	278.257,07	-	122.734,08	164.329,62
Recursos genéticos	43.065,12	-	-	-
Recursos medicinais	4.982.275,51	-	2.311,68	38.279,65
recursos ornamentais	-	-	-	44.078,14
<b>Serviços de regulação</b>	8.377.755,15	51.280,25	368.220,16	6.713.892,42
Regulação do ar	39.758,33	-	-	-
Regulação do clima	6.771.118,56	-	92.628,48	188.687,49
Moderação da perturbação	218.632,39	-	-	115.455,30
Regulação dos fluxos de água	1.132.945,90	-	-	2.167.593,30
Tratamento de resíduos	19.866,35	51.280,25	173.680,64	1.165.766,98
Prevenção da erosão	49.678,69	-	101.893,12	1.008.010,78
Ciclagem de nutrientes	9.945,99	-	-	662.342,03
Polinização	99.383,02	-	-	-
Controle biológico	36.451,55	-	-	36.654,99
<b>Serviços de habitat</b>	129.195,36	-	2.811.379,20	949.238,93
Serviço de berçário	53.011,11	-	-	497.626,45
Diversidade genética	76.184,25	-	2.811.379,20	451.615,47
<b>Serviços culturais</b>	2.872.084,63	593.973,26	446.942,72	1.625.113,78
Informações estéticas	-	-	386.731,52	499.559,28
Recreação	2.872.084,63	593.973,26	60.211,20	854.895,18
Inspiração	-	-	-	270.659,31
Experiência espiritual	-	-	-	-
Desenvolvimento cognitivo	-	-	-	-
<b>Valor econômico total</b>	<b>17.434.606,22</b>	<b>1.170.121,73</b>	<b>6.648.660,48</b>	<b>9.929.705,98</b>
<b>Total</b>		<b>35.183.094,42</b>		

Para a classe floresta, o serviço com maior valoração é o de regulação do clima, com US\$ 6.771.118,56 produzidos ao ano no Município. Com relação aos corpos hídricos, o serviço mais representativo é o de recreação, com US\$ 593.973,26. A classe campo teve o serviço de maior valoração a diversidade genética, com US\$ 2.811.379,20. Por fim, as áreas úmidas apresentaram o serviço de regulação de fluxos de água com maior valoração, contabilizando em US\$ 2.167.593,30.

#### 4. Conclusões

A partir da aplicação do método de classificação de imagens denominado GEOBIA, foi possível realizar o mapeamento do Município de Alvorada/RS utilizando imagens de alta resolução espacial (3 metros)

A partir do mapeamento realizado, o método utilizado para chegar aos valores dos serviços ecossistêmicos em análise consistiu na transferência de valor, de acordo com os dados fornecidos por Groot (2012). Embora a escolha



desse método nos forneça dados globais, a utilização desses dados para gerar valores estimados se justifica diante da inexistência de outros trabalhos similares em uma região com características biofísicas próximas a presente área de estudo, assim como da impossibilidade de gerar dados de pesquisa primária.

Por fim, através do mapeamento foi possível chegar a um valor total anual de serviços ecossistêmicos igual a US\$ 35.183.094,42 para o município, sendo as classes de uso e cobertura do solo mais representativas na ordem que segue: floresta, área úmida, campo, corpo hídrico. Ao realizar a valoração dos ecossistemas, espera-se elevar o nível de conscientização dos diversos setores da sociedade em um nível mais amplo, para então fornecer maior atenção tanto do ponto de vista da conservação como de políticas públicas.

## **5. Referências bibliográficas**

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*, Curitiba, v. 25, p. 53-71, jan./jun. 2012.

ANTUNES *et al.* Abordagens em GEOBIA e aplicação da técnica em imagem Rapideye de uma área da bacia do rio Pitanguí – PR. *Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, Campo Grande, MS, 22 a 26 de novembro 2014

CARVALHO, W. dos S.; CUNHA, M.L.C.; AMARAL, I. do C.; FILHO, F.J.C.M.. Valoração de serviços ecossistêmicos em uma bacia de abastecimento na Rota de Integração Latino Americana. *INTERAÇÕES*, Campo Grande, MS, v. 22, n. 3, p. 869-881, jul./set. 2021.

CHEN *et al.* A GIS-based approach for mapping direct use value of ecosystem services at a county scale: Management implications. *Ecological Economics* 68 (2009) 2768– 2776.

COSTANZA, R; de GROOT R; SUTTON P; VAN DER PLOEG S; ANDERSON SJ; KUBISZEWSKI J; FARBER S; TURNER. RK. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environ Chang* 26:152–8.

CUNHA, J. U. C. P.; ANDRADE, D. C.; UEZU, A.; ALENCAR, C. M. M. Valoração econômica de serviços ecossistêmicos no território Bacia do Jacuípe (Bahia). *Revista Debate Econômico*, Cidade, v. 2, n. 2, p. 5-30, jul./dez. 2014.





**II CONGRESSO INTERNACIONAL  
E IV SEMINÁRIO NACIONAL DE  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

*Conflitos globais e suas repercussões no território*

**DIAS 17 E 18 DE AGOSTO DE 2023**

  
**MESTRADO  
DESENVOLVIMENTO  
REGIONAL**

  
**FACCAT**

GROOT RS, BRANDER L, VAN DER PLOEG S, COSTANZA R, BERNARD F, BRAAT L, CHRISTIE M, CROSSMAN N, GHERMANDI A, HEIN L, HUSSAIN S, KUMAR P, MCVITTIE L, PORTELA R, RODRIGUEZ LC, BRINKM P, VAN BEUKERING P. 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosyst Serv* 1:50–61

KREUTER, U. P.; HARRIS, H. G.; MATLOCK, M. D.; LACEY, R. E. Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas. *Ecological Economics*, [s.l.], v. 39, n. 3, p. 333-46, 2001.