

## A INFLUÊNCIA DO TEMPO DECORRIDO DESDE O ATO DE CRIAÇÃO SOBRE A EFETIVIDADE DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EM CONTER A CONVERSÃO ANTRÓPICA DE HABITATS NATURAIS NA REGIÃO NUCLEAR DO BIOMA CERRADO

Rodrigo José Oliveira Paiva (\*), Ricardo Seixas Brites

\* Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, email: drigojbio@gmail.com.

### RESUMO

Esforços globais em conter a conversão antrópica de habitats naturais têm como uma das principais estratégias de conservação a definição de áreas protegidas. Estudos que avaliam a efetividade dessas áreas sob o enfoque da preservação do habitat natural definem a efetividade como uma medida da influência das áreas protegidas sobre o total de conversão evitado. São observadas variações na efetividade em função de: diferenças regionais e locais; métodos utilizados para a avaliação; ou, ainda, em função de diferentes categorias de restrição, a esfera governamental a que pertencem, o tempo decorrido desde o ato de criação e o tamanho das áreas protegidas. O objetivo geral do estudo foi avaliar a efetividade de unidades de área protegida em conter o avanço da conversão sobre áreas naturais na região nuclear do Bioma Cerrado, levando em consideração o tempo decorrido desde o ato de criação das unidades de conservação. A avaliação do efeito dessas áreas foi realizado por meio do método de *matching*. O método mencionado permite a obtenção de um adequado grupo controle, capaz de reduzir o viés estatístico causado pelas covariáveis que possuem influência sobre a variável resposta (área desmatada), além de se desviar de efeitos relacionados à autocorrelação espacial. O uso de um desenho amostral que desconsidere formas de controle a esses tipos de viés pode implicar em resultados que subestimem ou superestimem a efetividade daquelas unidades em conter alterações antrópicas. O método *matching* mostrou-se capaz de reduzir de forma muito elevada o viés na estimação do efeito médio das áreas protegidas sobre a conversão antrópica (no mínimo 95% e no máximo 99% do viés), além de permitir a obtenção dos resultados com influência não significativa dos efeitos da autocorrelação. Na maioria das áreas protegidas, foi observada influência positiva das unidades sobre a manutenção do habitat natural, com importante variação em função do tempo decorrido desde a criação das áreas, sendo a efetividade maior naquelas unidades mais antigas. Tal influência se manteve mesmo quando observados outros fatores, como esfera governamental, tempo decorrido desde o ato de criação das unidades e tamanho. A diferença na efetividade em conter a conversão antrópica entre essas áreas pode estar relacionada a uma maior disponibilidade de recursos, geralmente maior com o tempo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Unidades de Conservação, Desmatamento, Efetividade, *Matching Methods*, Cerrado

### INTRODUÇÃO

A degradação de habitats naturais na região tropical tem ocupado uma importante posição nas agendas políticas nacionais e globais. Com a finalidade de conter ameaças às áreas de habitat natural, em um contexto da conservação da biodiversidade, alguns instrumentos de política ambiental têm sido utilizados, dentre os quais tem especial relevância a implantação de áreas protegidas [1,2].

Dada a variedade de objetivos a serem atingidos por essa estratégia de conservação, estudos que avaliam a efetividade dessas áreas apresentam diferentes enfoques e objetos de análise, sendo os mais comuns a influência das áreas protegidas sobre a preservação de populações biológicas e sobre a preservação de habitats naturais [3,4]. Em consonância com este último tipo de avaliação, o presente estudo enfoca a conservação de habitats naturais, uma ampla estratégia de conservação a qual abarca a proteção de diferentes componentes da biodiversidade.

A grande maioria dos estudos sobre o tema no Brasil se referem ao Bioma Amazônico, ainda sendo escassas avaliações envolvendo o Bioma Cerrado. Tal fato não é coerente com a importância biológica e a pressão antrópica que tem sofrido esse tipo de ambiente. Avaliações atuais colocam o Cerrado como o bioma com a maior área absoluta desmatada, com área convertida de 982.227 km<sup>2</sup>, representando 49,16% de sua área original; além de apresentar as maiores taxas de desmatamento atuais entre os biomas brasileiros [5]. A riqueza biológica é mundialmente reconhecida, colocando o Cerrado entre os 34 hotspots mundiais [6].

Variações na efetividade das áreas protegidas em conter a conversão antrópica são atribuídas a: diferenças regionais e locais; métodos utilizados para a avaliação; diferentes grupos de restrição quanto ao uso e acesso [3,4]. Outros possíveis

fatores são: a esfera governamental a que pertencem, o tempo decorrido desde o ato de criação e o tamanho das áreas protegidas.

Neste estudo, busca-se avaliar o efeito do tempo decorrido desde a data de criação das unidades de conservação sobre sua efetividade em conter o avanço do desmatamento em áreas naturais na região nuclear do Bioma Cerrado.

## **METODOLOGIA**

### **Área de Estudo**

O estudo teve como área de interesse a região definida pela interseção entre os limites do Estado de Goiás, do Distrito Federal e os limites do Cerrado. A área de interesse possui um total aproximado de 335.364 km<sup>2</sup>. Um percentual de 66,44% da área de estudo, aproximadamente 222.823 km<sup>2</sup>, pertencem a classes de uso antrópico, enquanto 33,56% pertencem a áreas de habitat natural [7]. As unidades de conservação presentes na área de estudo representam cerca de 12% do total existente no Cerrado. São 56 unidades, com área total de 21.871 km<sup>2</sup> (6,52% da área de estudo) dividida entre os grupos Proteção Integral (1,11%) e Uso Sustentável (6,33%), com sobreposição de 3.090 km<sup>2</sup> (0,92% da área de estudo) [8]. A primeira unidade de conservação foi criada na região de estudo em 1949. Novas áreas foram estabelecidas lentamente até a segunda metade da década de 90, quando houve uma aceleração. A metade de todas as unidades na região foi criada após 1999.

### **Procedimentos Estatísticos e Análise Geográfica**

Avaliações sobre o efeito das áreas protegidas em conter a conversão do habitat natural geralmente diferenciam-se em função dos seguintes elementos: 1) a variável resposta ou estimador considerado na análise (ex. área total de desmatamento, frequência na ocorrência de incêndios); 2) a definição do elemento contrafactual – o fator utilizado como base para comparação entre as unidades de conservação e áreas não protegidas (ex: comparação com toda a área não protegida, comparação com regiões adjacentes às áreas protegidas, comparação a regiões similares, comparação entre períodos distintos); 3) utilização de controles de viés estatístico decorrente do erro de correlação espacial e do erro da autocorrelação espacial definidos por Ferraro et al. (2007); 4) e controle sobre o viés oculto, decorrente de outras variáveis não incluídas no estudo [9,10].

Para a comparação entre o efeito das unidades de conservação de diferentes esferas governamentais (federal e estadual) sobre a manutenção do habitat natural, obtivemos o Efeito Médio do Tratamento (ATT) com a utilização de *matching methods* [9,10]. O ATT indica, no caso do presente estudo, a quantidade de habitat não desmatado em função da presença da áreas protegida (tratamento). O ATT foi obtido com a utilização do *Mahalanobis Score Matching*, com 10 vizinhos mais próximos. O objetivo geral do método é encontrar, em um grande universo de unidades amostrais que não participaram do tratamento (regiões que não estão incluídas nas unidades de conservação), aquelas que possuem a maior semelhança possível com as unidades que receberam tratamento (eventos de desmatamento) [11]. O método mencionado permite a obtenção de um adequado grupo controle, capaz de reduzir o viés estatístico causado pelas covariáveis que possuem influência sobre a variável resposta (área desmatada), além de se desviar de efeitos relacionados à autocorrelação espacial [9,10].

Estudos específicos para a região do Cerrado apresentam, sobretudo, uma relação da conversão antrópica com a expansão agrícola, a ampliação da infraestrutura urbana e de transportes na região, além de características ambientais [12]. Neste estudo, consideramos: a declividade, distância a estradas, distância a rios, população, produção pecuária e de produção de grãos.

Para a comparação do efeito entre unidades de conservação com criação mais recente ou mais antiga, levamos em conta os valores de ATT obtidos entre os grupos: unidades com ato de criação mais recente (após 1999) e unidades com ato de criação mais antigo (antes de 1999). Cada um dos grupos foi dividido entre os subgrupos: 1) unidades de proteção integral e uso sustentável; 2) unidades da esfera federal e estadual; 3) unidades de maior tamanho (maior do que 162.06 km<sup>2</sup>) e de menor tamanho (menor do que 162.06 km<sup>2</sup>). Para a definição dos subgrupos relacionados ao tempo de criação e tamanho das unidades, foram utilizados os valores medianos observados para o conjunto de unidades de conservação.

O processamento das informações geográficas foi realizado com o objetivo de se obter informações referentes às variáveis consideradas (variável tratamento, variável resposta e covariáveis) para cada uma das células de uma grade regular com dimensões de 1000m por 1000m, abrangendo toda a área de estudo. As células da grade regular obtida passaram a definir cada uma das unidades amostrais. Como resultado final do processamento, foram obtidas para cada

uma das unidades da grade regular a eventual ocorrência de área protegida (grupo de restrição, esfera governamental, data de criação, tamanho), a área de cobertura antrópica no interior de cada célula, além de informações referentes às covariáveis consideradas no estudo. Para o caso de sobreposição espacial entre unidades de áreas protegidas, foram mantidas aquelas de maior restrição. Além disso, apenas unidades amostrais completamente incluídas nos limites de uma unidade foram consideradas, sendo desprezadas células em regiões limítrofes entre áreas protegidas ou entre essas e a região não protegida. Todas as informações foram obtidas a partir de fontes oficiais (MMA, IBAMA e IBGE).

Todo o processamento envolvendo informações geográficas foi realizado por meio do software ARCGIS 10.1. As análises estatísticas referentes ao procedimento de *matching* foram realizadas por meio do software Stata 12.0, com a utilização do pacote ‘psmatch2’ [13].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

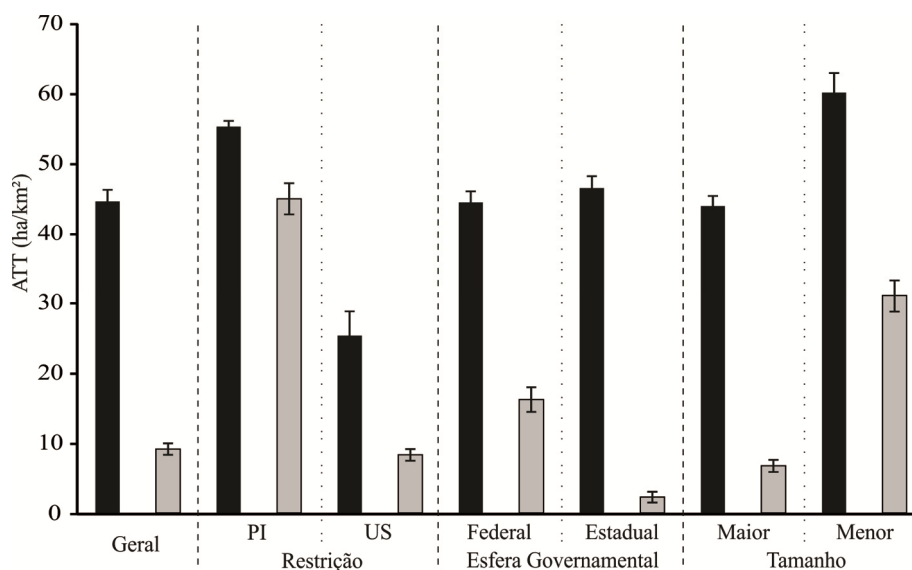
As unidades de conservação com maior tempo desde o ato de criação e aquelas com um menor tempo desde o ato de criação apresentaram um efeito médio positivo sobre a preservação da cobertura natural (Tabela 1). Unidades criadas antes de 1999, apresentaram uma diferença negativa em relação ao grupo controle de  $-44,53 \pm 1,65$  ha/km<sup>2</sup> (ATT  $\pm$  Erro Padrão), enquanto as criadas posteriormente apresentaram um valor de efetividade quase 5 vezes inferior,  $-9,10 \pm 0,82$  ha/km<sup>2</sup>. O modelo escolhido permitiu uma significativa redução do viés após o *matching* (de 95% a 99%).

**Tabela 1 - Efeito médio do tratamento para os diferentes grupos e subgrupos observados.**

Grupo	Subgrupo	S.U.	Após o <i>Matching</i>				Antes do <i>Matching</i>	
			ATT	S.E.	Viés	P. R <sup>2</sup>	Viés	P. R <sup>2</sup>
Geral	Anterior	4877	-44.53	1.65	2.40	0.00	62.93	0.27
	Posterior	14831	-9.10	0.82	1.97	0.00	40.42	0.26
Restrição	PI - Anterior	2755	-55.19	0.82	1.76	0.00	53.35	0.21
	PI - Posterior	257	-44.90	2.22	0.72	0.00	46.00	0.18
	US - Anterior	2122	-25.26	3.42	5.68	0.02	103.23	0.42
	US - Posterior	14574	-8.27	0.83	2.07	0.00	42.70	0.27
Esfera Governamental	Federal - Anterior	3482	-44.39	1.56	1.79	0.00	40.92	0.23
	Federal - Posterior	5531	-16.14	1.76	1.52	0.00	64.25	0.26
	Estadual - Anterior	1395	-46.43	1.69	1.23	0.00	42.82	0.14
	Estadual - Posterior	9300	-2.24	0.76	3.24	0.00	49.83	0.32
Tamanho	Maior - Anterior	4534	-43.86	1.44	1.61	0.00	39.60	0.19
	Maior - Posterior	14432	-6.69	0.86	2.40	0.00	50.22	0.31
	Menor - Anterior	343	-60.07	2.77	1.67	0.01	57.86	0.18
	Menor - Posterior	399	-30.95	2.29	0.98	0.00	21.34	0.03

\*S.U. – Unidades Amostrais; ATT – Efeito Médio do Tratamento (ha/km<sup>2</sup>); S.E. – Erro Padrão (ha/km<sup>2</sup>); P. R<sup>2</sup> - Pseudo R<sup>2</sup>.

A maior diferença observada entre a efetividade das áreas mais recentes (com criação após 1999) e mais antigas (com criação antes de 1999) foi observada para as unidades da esfera estadual. Unidades estaduais com criação posterior ( $-2,24$  ha/km<sup>2</sup>) àquela data foram 95% menos efetivas do que as unidades mais antigas ( $46,43$  ha/km<sup>2</sup>), enquanto unidades da esfera federal com criação mais recente ( $-16,14$  ha/km<sup>2</sup>) foram 65% menos efetivas do que as mais antigas ( $-44,39$  ha/km<sup>2</sup>).



**Figura 1 – Efeito médio do tratamento (ATT) das áreas protegidas em conter a conversão do hábitat natural entre unidades com criação mais antiga (preto) e mais recente (cinza). Grupos e subgrupos observados: Geral (Anterior – criação anterior a 1999; Posterior – criação posterior a 1999); Restrição (PI – Proteção Integral; US – Uso Sustentável); esfera governamental (Federal e Estadual); tamanho (Maior – tamanho maior do que 162.06 km<sup>2</sup>; Menor – tamanho menor do que 162.06 km<sup>2</sup>).**

Entre os grupos de restrição, a maior diferença foi observada para as unidades de Uso Sustentável. Para esse grupo, as áreas criadas mais recentemente (-8,27 ha/km<sup>2</sup>) apresentaram efetividade 65 % inferior às áreas com criação mais antiga (-25,26 ha/km<sup>2</sup>). Para as unidades de conservação de Proteção Integral a diferença observada foi de 20%, com a redução de 44,90 ha/km<sup>2</sup> para as áreas mais recentes e de 55,19ha/km<sup>2</sup> para as áreas mais antigas.

A influência das unidades de maior tamanho, criadas antes de 1999, resultaram na diminuição da conversão antrópica em 43,86 ha/km<sup>2</sup> e aquelas criadas posteriormente em 6,69 ha/km<sup>2</sup>. Unidades de conservação de menor tamanho, por sua vez, apresentaram valores de efetividade de -60,07 ha/km<sup>2</sup> para unidades mais antigas, enquanto aquelas criadas posteriormente, -30,95 ha/km<sup>2</sup>.

## CONCLUSÕES

Os valores observados indicam que houve uma importante influência do tempo desde a criação sobre a efetividade das unidades de conservação em conter a conversão antrópica. Tal influência se manteve mesmo quando observados outros fatores, como grupo de restrição, esfera governamental e tamanho das unidades de conservação. A diferença na efetividade em conter a conversão antrópica entre essas áreas pode estar relacionada a uma maior disponibilidade de recursos, geralmente maior com o tempo. Há a necessidade de novos estudos afim de se identificar os fatores que contribuem para a diferença observada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Naughton-Treves, L., Holland, M. B., & Brandon, K. The Role of Protected Areas in Conserving Biodiversity and Sustaining Local Livelihoods. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 30, n. 1, p. 219–252, 2005.
2. Nagendra, H. Do parks work? Impact of protected areas on land cover clearing. *Ambio*, v. 37, n. 5, p. 330–7, 2008.
3. Geldmann, J., Barnes, M., Coad, L., Craigie, I. D., Hockings, M., & Burgess, N. D. Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. *Biological Conservation*, v. 161, p. 230–238, 2013.
4. Joppa, L. N., & Pfaff, A.. Reassessing the forest impacts of protection: the challenge of nonrandom location and a corrective method. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1185, p. 135–49, 2010.
5. Soares-filho, B., Rajão, R., Macedo, M., Carneiro, A., Costa, W., et al. Cracking Brazil's Forest Code. *Science*, v. 344, p. 363–364, 2014.

6. Mittermeier, R. A., Gil, P. R., Hoffman, M., Pilgrim, J. D., Brooks, T. M., et al. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Washington, DC: Conservation International, 2005. p. 392 p
7. IBAMA. Projeto de monitoramento do desmatamento dos biomas brasileiros por satélite - PMDBBS. Disponível em: <siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/cerrado/>. Acesso em: 1 jul. 2013.
8. MMA. Mapa de Unidades de Conservação - MMA. Disponível em: <mapas.mma.gov.br>. Acesso em: 1 jul. 2013.
9. Ferraro, P. J., Andam, K. S., Pfaff, A. S. P., & Sanchez-Azofeifa, G. A. Protected Areas and avoided deforestation: a statistical evaluation. Global Environment Facility, p. 1–57, 2007.
10. Andam, K. S., Ferraro, P. J., Pfaff, A., Sanchez-Azofeifa, G. A., & Robalino, J. A.. Measuring the effectiveness of protected area networks in reducing deforestation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 105, n. 42, p. 16089–94, 2008.
11. Caliendo, M., & Kopeinig, S.. Some Practical Guidance for the Implementation of Propensity Score Matching. Journal of Economic Surveys, v. 22, n. 1, p. 31–72, 2008.
12. Ferreira, M. E. Modelagem da dinâmica de paisagem do cerrado. Universidade Federal de Goiás – UFG. 2009.
13. Leuven, E., & Sianesi, B. PSMATCH2: Stata module to perform full Mahalanobis and propensity score matching, common support graphing, and covariate imbalance testing. 2003.