

# Uso de sensoriamento remoto para análise da zona de amortecimento em três unidades de conservação de proteção integral no estado de Goiás

*Maurivan Vaz Ribeiro*

Da Universidade Estadual de Goiás – Morrinhos, Brasil  
maurivan.bio@gmail.com

*Thiago Moreira e Silva*

Da AVM Faculdade Integrada – Brasília, Brasil  
thiagomoreira@geourbano.com.br

*Talita Teles Assunção*

Da Universidade Estadual de Goiás – Morrinhos, Brasil  
talita\_mineracao@hotmail.com

---

**Resumo:** Considerando os vários impactos da ação humana que causaram a degradação de cerca de 55% do Cerrado, este estudo procurou usar técnicas de sensoriamento remoto para analisar o uso do solo nas áreas de amortecimento de três áreas protegidas no estado de Goiás: Parque Estadual Serra de Caldas Novas - PESCOVA, Parque Estadual da Serra dos Pirineus - PEP e Parque Estadual de Paraúna - PEPa. Para isso, foram usados *softwares* livres para obtenção de imagens de satélite (QGIS e Google Earth Pro). Os dados de uso do solo e vulnerabilidade foram obtidos a partir do Sistema de Geoinformação Estado do Estado de Goiás - SIEG. Os resultados mostraram que a Unidade de Conservação com maior área antropizada foi o PESCOVA, principalmente devido a uma porção da zona urbana incluída em sua zona de amortecimento. A UC mais preservada, considerando o tamanho da área protegida dentro do parque e do tamanho de fragmentos de uso da terra em torno dele, foi o PEPa. Assim, tornou-se evidente que o uso de sensoriamento remoto deve ser incentivado para várias análises de impactos antropogênicos em áreas protegidas, principalmente devido aos altos custos de vistorias *in loco*.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto. Impactos Ambientais. Áreas protegidas. Cerrado.

---

## Introdução

O Cerrado é considerado um dos hotspots mundiais para a conservação da biodiversidade e é o segundo maior bioma brasileiro, ficando atrás apenas da Amazônia (Klink & Machado, 2005). Ainda segundo os mesmos autores, aproximadamente cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup> originais do Cerrado foram transformados em paisagens antrópicas, 33.000 km<sup>2</sup> foram transformados em áreas protegidas, ou seja, apenas 2,2% de sua

vegetação nativa está protegida. Dessa forma, o uso e ocupação do solo do Cerrado sempre foram associados a técnicas agressivas de manejo do solo, sendo responsável pela degradação dos recursos naturais devido às suas características físicas. Diversos estudos acerca do atual estágio de conversão de paisagem do bioma Cerrado foram publicados nos últimos anos e apresentam alguns dados contraditórios (FERREIRA et al., 2007). Por exemplo, no estudo de MACHADO et al. (2004) é estimado que aproximadamente 55% do Cerrado já foram convertidos em agricultura e pastagem (cerca de 1,58 milhões de hectares). Já os estudos de MANTOVANI & PEREIRA (1998), MYERS et al. (2000) e SANO et al. (2000) estimaram uma conversão de paisagem próximo a 40%.

Vários danos ambientais advindos das transformações ocorridas no Cerrado se intensificaram nos últimos anos, e a fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e modificações climáticas regionais são apenas alguns exemplos (KLINK et al., 2005). No mesmo estudo, os autores indagam que devido a essas transformações, uma das melhores alternativas para a proteção da biota como um todo é a criação de Unidades de Conservação – UC's.

De acordo com a lei nº 9.985/00 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), as Unidades de Conservação podem ser divididas em dois grupos: Unidades de Conservação de Proteção Integral e Unidades de Conservação de Uso Sustentável. A primeira categoria tem como objetivo preservar a natureza, sendo permitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais e a segunda visa estabelecer uma relação entre a conservação da natureza com o uso sustentável. Ainda segundo a mesma lei, todas as UC's, salvo algumas exceções, devem estabelecer uma área denominada de zona de amortecimento definida em seu art. 2º como:

(...)

XVIII - entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade (LEI Nº 9.985/2000).

(...)

A resolução CONAMA nº 13/1990 em seu art. 2º definia um raio de 10 km de extensão como zona de amortecimento para UC's sem Plano de Manejo. No entanto, esta regra foi revogada pela resolução CONAMA nº 428/2010, que exige agora um raio de apenas 3 km como zona de amortecimento.

Todas as atividades permissíveis ou não na zona de amortecimento devem constar no Plano de Manejo da UC. Este documento oficial é exigido para todas as unidades

segundo a Lei do SNUC, art. 27 e tem como objetivo estabelecer regras de uso tanto na UC quanto na zona de amortecimento.

Mesmo com a diminuição de área, muitas UC's não respeitam o raio de proteção, permitindo a construção de loteamentos ou a definição dessas áreas como áreas de plantio de monoculturas. Dessa forma, é fato que algumas UC's ao não respeitarem o limite da Zona de Amortecimento permitem que a mesma se torne uma "ilha", dificultando assim o real objetivo da unidade. Diversas funções podem ser atribuídas às zonas de amortecimento, tais como, proteção contra atividades humanas e fragmentações de áreas nativas e contra efeito de borda.

De acordo com Cadastro Nacional de Unidade de Conservação (CNUC) existem no Brasil 1.979 Unidades de Conservação distribuídas por todos os estados, totalizando 1.552.769 km<sup>2</sup> de áreas protegidas tanto nas esferas federal (954), estadual (795) e municipal (230). No estado de Goiás, apenas aproximadamente 0,9% de sua área é protegida na forma de Unidades de Conservação (UC) de Proteção Integral, e 3,5% em UC de Uso Sustentável (SCARAMUZZA et al., 2005).

Utilizando-se técnicas de sensoriamento remoto aliadas aos sistemas de informações geográficas é possível observar e analisar temporalmente os diversos usos do solo nos limites de UC's, constituindo-se assim como uma ferramenta eficiente para a gestão da unidade de conservação devido ao atual estágio de desenvolvimento tecnológico e o fato dos sistemas de informação geográfica estarem atualmente mais baratos e acessíveis (JACINTHO, 2003).

Dessa forma, este trabalho tem como eixo norteador o uso de imagens de satélite e técnicas de sensoriamento remoto com foco nos seguintes objetivos: 1) Realizar uma análise espacial das zonas de amortecimento em três Unidades de Conservação de proteção integral do Estado de Goiás; 2) Levantar quais os principais usos do solo nas zonas de amortecimento das três UC's (PESCAN, PEP, PEPa); 3) Analisar quais os principais impactos antrópicos na UC relacionados com o tamanho da zona de amortecimento; 4) Comparar entre as UC's qual pode ser considerada eficiente para a conservação da biodiversidade baseada no uso do solo em seu entorno; 5) Discutir a importância do sensoriamento remoto para o planejamento e gestão da zona de amortecimento das UC's em Goiás.

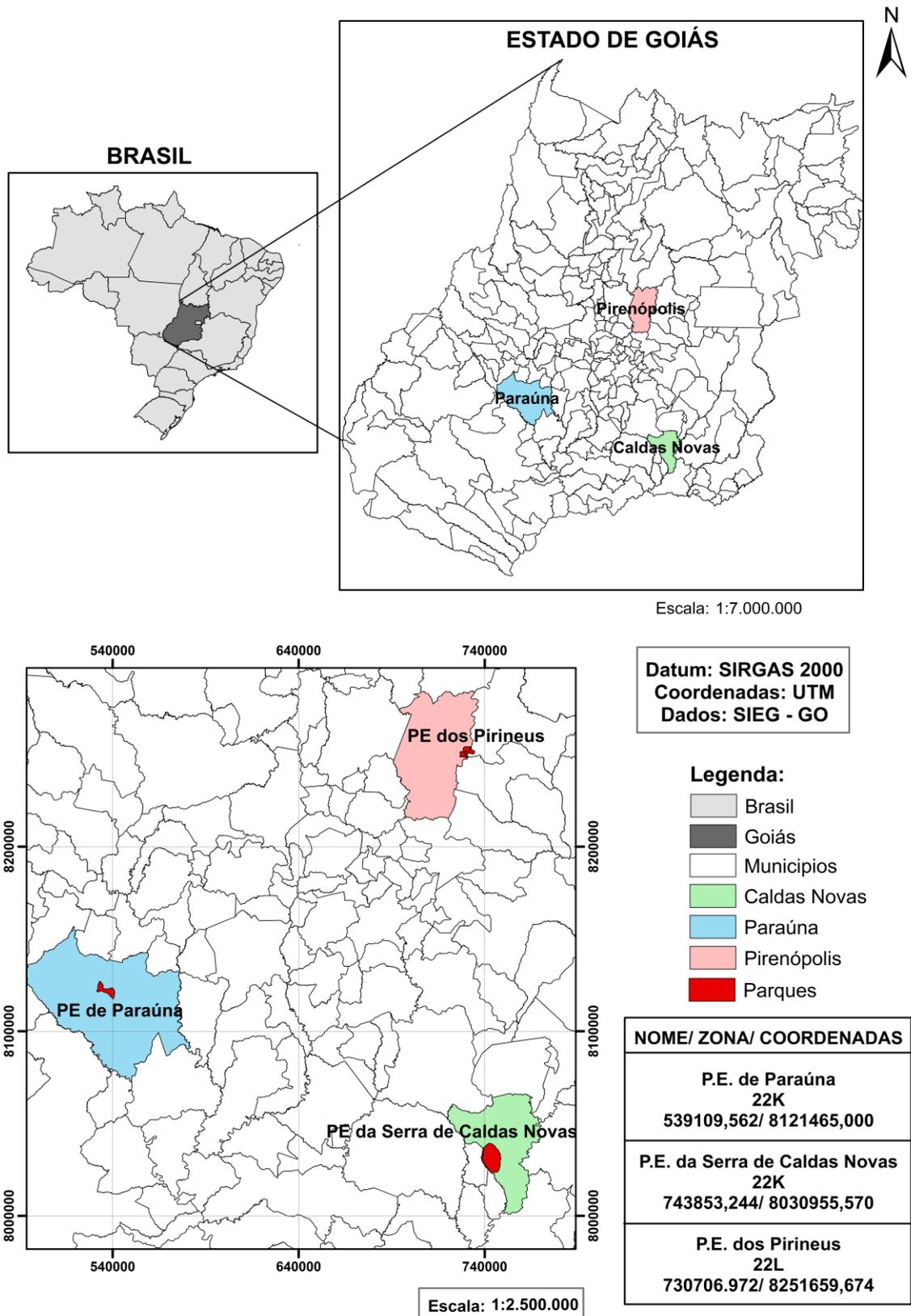
## **Metodologia**

### Áreas de estudo

As áreas de estudo (Figura 1) estão inseridas no bioma Cerrado, e localizam-se no estado de Goiás. O clima predominante nesse Bioma é o tropical sazonal de inverno seco,

com temperatura média anual de 22-23° C e dividido entre período chuvoso (outubro a março) e seco (maio a setembro) (COUTINHO, 2002). Foram escolhidas três UC's de proteção integral, o Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – PESCAN, criado em 1979, sendo a mais antiga unidade de conservação de Goiás com área de aproximadamente 12.315,36 ha situada entre os municípios de Caldas Novas e Rio Quente. Além dessa, o estudo foi realizado no Parque Estadual da Serra dos Pirineus – PEP com 2.833 ha, criado em 1987 e situado nos municípios de Pirenópolis, Corumbá de Goiás e Cocalzinho e o Parque Estadual de Paraúna - PEPa, com seus 30.000 ha de área protegida, criado em 2002 (NOVAES et al., 2003). De acordo com informações disponíveis no site da Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos – SECIMA, apenas o PESCAN dispõe de plano de manejo, elaborado e implementado em 1997.

Figura 1 - Mapa de localização dos Parques Estaduais de Proteção Integral utilizados nesse estudo.



## Análise dos Dados

Os dados referentes ao uso do solo e vulnerabilidade da zona de amortecimento das três UC's utilizados para o presente trabalho foram retirados da base de dados (*shapefiles*) disponíveis no site do Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás – SIEG, conforme especificado na Tabela 1. Através dessas informações, foram elaborados os seguintes mapas: Mapa de Localização dos Parques Estaduais e Mapas de Uso do Solo com imagem de satélite através dos *softwares* gratuitos QGIS<sup>®</sup> versão 2.16.2 e Google Earth Pro<sup>®</sup>.

Para melhor visualização das Zonas de Amortecimento, foram estabelecidos dois raios de distância sendo o primeiro de 10 km de acordo com a Resolução CONAMA n° 13/1990 e o segundo com distância de 3 km conforme a Resolução CONAMA n° 428/2010. No entanto, só foi realizado o levantamento do uso do solo no raio de 3 km, a fim de tornar o trabalho mais fiel à atual legislação vigente (CONAMA n° 428/2010).

Tabela 1 – Dados de Uso do Solo e Vulnerabilidade nas Zonas de Amortecimento dos Parques: PESCAN, PEPa e PEP.

UC	Uso do Solo	Área de uso (ha)	Vulnerabilidade
PESCAN	Agricultura	1.170	Vulnerável
	Cerrado	25.494	Medianamente
	Área Urbana	562	Estável
	Pastagem	7.579	Vulnerável
<b>12.167 (ha)</b>		<b>34.805</b>	
PEPa	Agricultura	250	Vulnerável
	Cerrado	7.474	Medianamente
	Área Urbana	0	-
	Pastagem	8.170	Vulnerável
<b>33.325 (ha)</b>		<b>15.893</b>	
PEP	Agricultura	0	-
	Cerrado	11.637	Medianamente
	Pastagem	1.300	Estável
	Área urbana	0	-
<b>2.840 (ha)</b>		<b>12.938</b>	

Fonte: Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás – SIEG.  
Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>

## Resultados

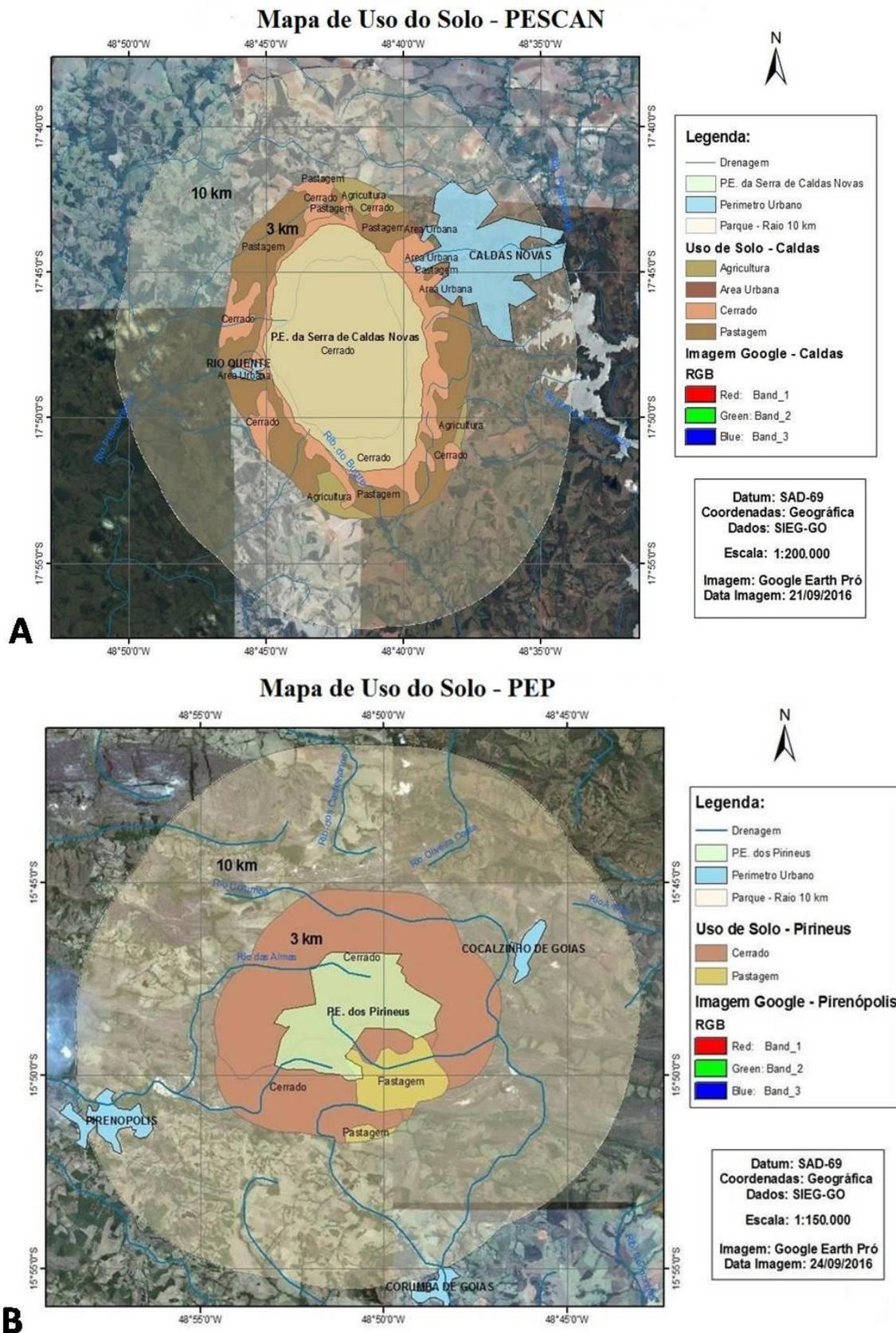
Através das imagens obtidas foi possível observar que todas apresentam algum

grau de antropização em sua Zona de Amortecimento. O Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – PESCAN, por estar situado em área urbana, é o caso mais emblemático, já que sofre com construções em seu entorno. Além disso, comparado às outras UC's analisadas, o PESCAN é a única UC que possui em sua zona de amortecimento construções consolidadas, já que a cidade em si está dentre os seus limites (Figura 2A).

Se considerarmos o raio de 10 km exigido na Resolução CONAMA nº 13/1990, as cidades de Caldas Novas e Rio Quente estariam integralmente incluídas em sua zona de amortecimento, enquanto que no raio de 3 km exigido pela Resolução CONAMA nº 428/2010 apenas 562 ha estão nos limites de sua zona de amortecimento. Da mesma forma, se considerarmos os 10 km, toda a cidade de Pirenópolis e Cocalzinho de Goiás estariam incluídas como zona de amortecimento do PEP e apenas o PEPa não teria essa preocupação (Figuras 2B e C).

Conforme mostra o gráfico de uso do solo (Gráfico 1), o PESCAN apresenta em sua zona de amortecimento uma grande área preservada (25.494 ha) e, mesmo assim, grande parcela do uso do solo nessa área é utilizada para agricultura e pastagem (1.170 ha e 7.579 ha respectivamente). Apesar de as áreas das UC's variarem entre 12.167 (PESCAN), 33.325 (PEPa) e 2.840 (PEP) hectares, apenas o PEPa possui área protegida maior que as áreas passíveis de transformação (15.893 ha), ou seja, a área protegida nessa UC é 47% maior que as áreas em seu entorno, considerada sua zona de amortecimento. Ademais, as outras duas UC's (PESCAN e PEP) possuem áreas protegidas bem menores que aquelas destinadas à proteção da UC (37% e 21% respectivamente). Nesses cálculos foram consideradas as áreas de Cerrado da zona de amortecimento, já que essas não fazem parte da UC e, portanto, não possuem sua proteção garantida.

Figura 2 – Mapas indicando os diferentes usos do solo na zona de amortecimento dos Parques: (A) PESCAN; (B) PEP e (C) PEPa.



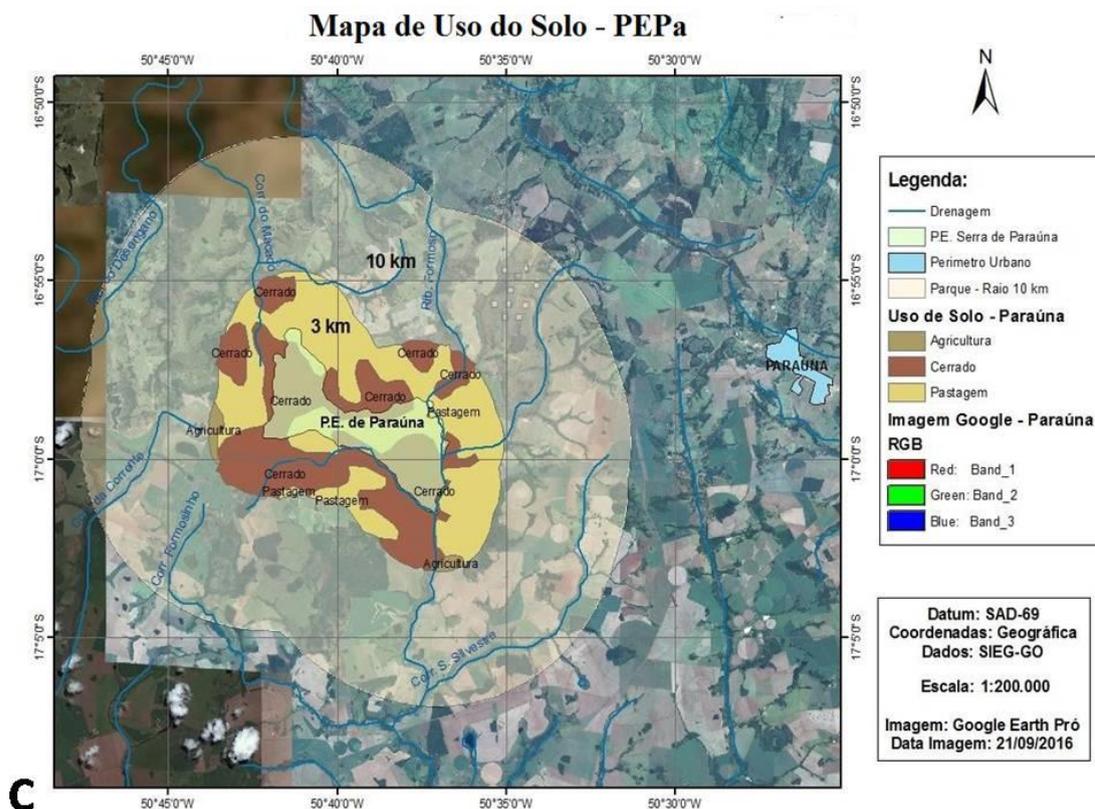
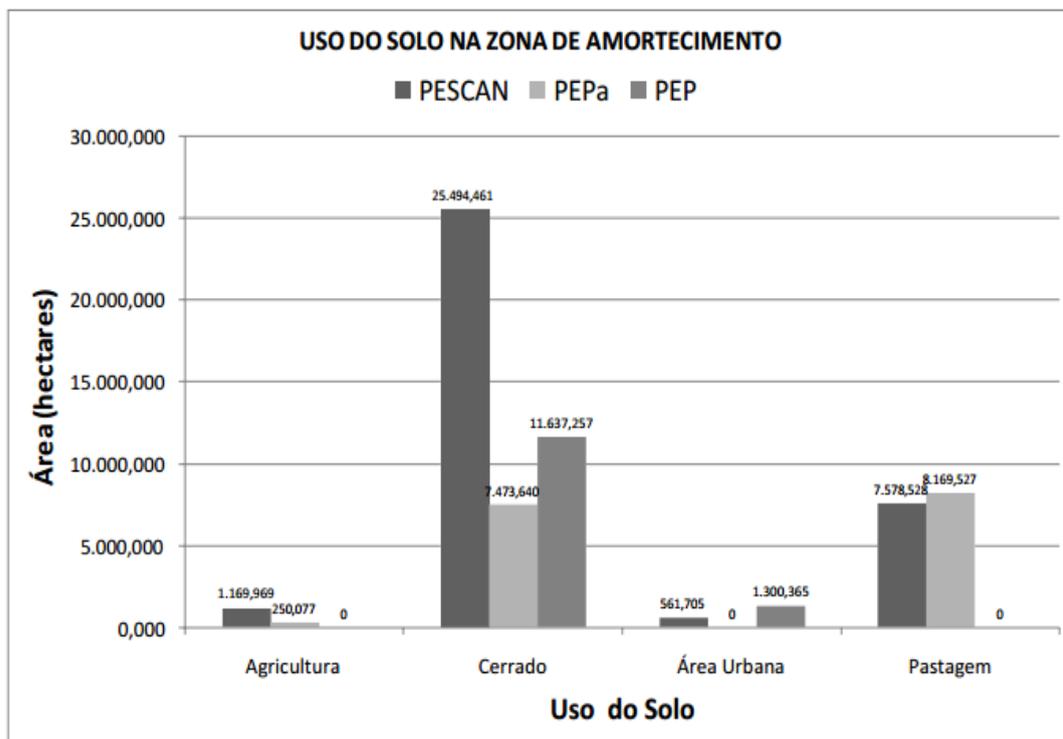


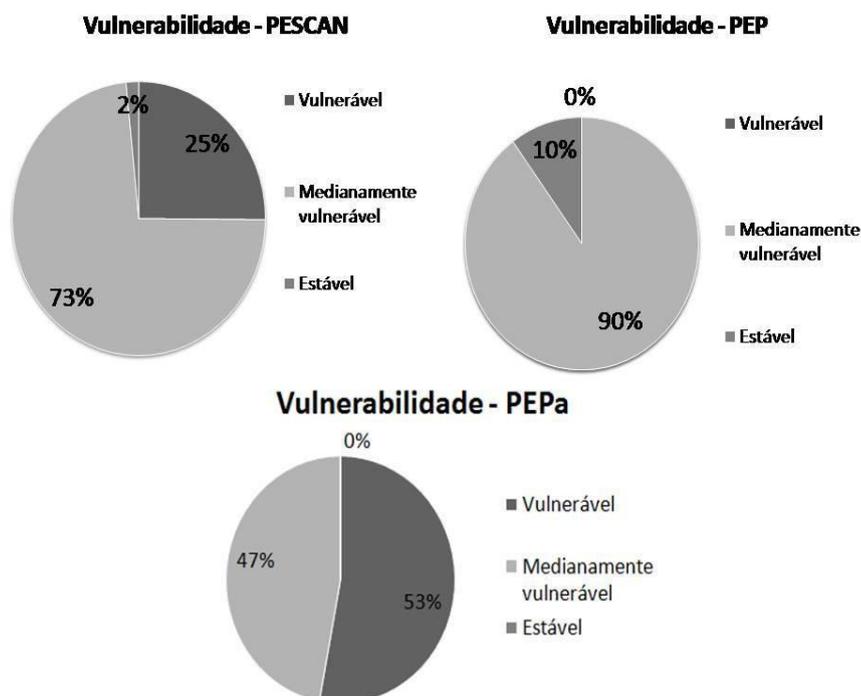
Gráfico 1 - Principais usos do solo na zona de amortecimento do PESCAN, PEPa e PEP.



Fonte: Dados provenientes do Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás – SIEG. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>

De acordo com os índices de vulnerabilidade calculados, 73% da área da zona de amortecimento do PESCAN encontra-se como Medianamente Vulnerável, enquanto que 25% encontram-se como Vulnerável e apenas 2% encontram-se como Estável. Já no PEP, 90% encontram-se como Medianamente Vulnerável e 10% como Vulnerável. Por último, 53% da zona de amortecimento do PEPa encontra-se como Vulnerável e 47% como Medianamente Vulnerável (Gráfico 2).

**Gráfico 2 - Vulnerabilidade das áreas da zona de amortecimento do PESCAN, PEP e PEPa.**



Fonte: Dados provenientes do Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás – SIEG. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>

### Considerações Finais

Do ponto de vista conservacionista, a diminuição do raio de proteção acarreta problemas sérios à UC, já que transforma as UC's em uma "ilha". Dessa forma, o encontro dos moradores com animais silvestres que adentram suas casas é cada vez mais comum e quase sempre o destino não é favorável a essas espécies, principalmente aquelas que não possuem tanto apreço popular (serpentes, anfíbios e alguns mamíferos) como os animais domésticos.

Ainda assim, o PESCAN apresenta em sua zona de amortecimento uma grande área preservada (25.494 ha), o que pode ser considerado benéfico. Ressalta-se que devido

ao foco do presente trabalho não ter sido a análise dessas áreas preservadas, não foi verificado o quanto estão preservadas (Desmatamentos, Supressão de APP, etc.).

Uma grande parcela da zona de amortecimento do PESCOAN é utilizada para agricultura e pastagem (1.170 ha e 7.579 ha respectivamente). É importante reforçar que essas áreas podem contribuir para diversos impactos à UC como invasão de espécies exóticas, pisoteio de APP's por animais domésticos e contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos.

A UC que apresentou maior área preservada em relação ao seu tamanho e sua zona de amortecimento foi a PEPa (47%), enquanto as outras analisadas apresentaram menores porcentagens (PESCOAN=37% e PEP=21%) e a maior parte das áreas encontram-se Vulneráveis ou Medianamente Vulneráveis, necessitando dos órgãos públicos uma maior atenção.

Apesar das áreas de Cerrado serem protegidas pela lei do novo código florestal (Lei nº 12.651/12), sua fiscalização é mais incipiente que aquelas que já se encontram protegidas como UC de proteção integral. Portanto, ao considerarmos as áreas de Cerrado nas zonas de amortecimento como desprotegidas, levamos em consideração o fato do Bioma já ter sido 50% transformado em áreas destinadas à agricultura. Curiosamente, as únicas áreas integralmente protegidas, onde não é permitida qualquer modificação e que a fiscalização é constante, são aquelas destinadas às Unidades de Conservação. Dito isso, o uso de técnicas de sensoriamento remoto para análise de paisagens em áreas protegidas e a gestão dessas áreas não só são eficientes, mas extremamente necessários, principalmente pelo alto custo das vistorias *in loco*.

---

#### **Use of remote sensing for analysis of the damaging zone in three units of conservation of integral protection in the state of Goiás.**

**Abstract:** Human action has caused the degradation of about 55% of the current Cerrado area. The creation and maintenance of Conservation Units (UC) is a strategy widely used in Brazil to protect natural areas. This study aims to analyze the soil use in the buffer zones of three protected areas in the State of Goiás: Serra de Caldas Novas State Park - PESCOAN, State Park of the Pyrenees Mountains - PEP and Paraúna - PEPa State Park. For this, were used free software for obtaining satellite images (QGIS and Google Earth Pro). Soil use and vulnerability data were obtained from the Geoinformation System State of Goiás - SGEI. The results showed that UC more disturbed areas PESCOAN was mainly due to a portion of the urban area included in a buffer zone. The most preserved UC, considering the size of the protected area within the park and the size of land use fragments around it was the PEPa. Thus, it became evident that the use of remote sensing should be encouraged for various analyzes of anthropogenic impacts on protected areas, mainly due to the high costs of *in loco* surveys.

**Keywords:** Remote Sensing. Environmental Impacts. Protected áreas. Cerrado.

---

## Referências

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação Ministério do Meio Ambiente**, 2015. Disponível em: <[www.mma.gov.br/cadastro\\_uc](http://www.mma.gov.br/cadastro_uc)>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 13 de 6 de dezembro de 1990**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=110>>. Acesso em: 13 set. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 428 de 17 de dezembro de 2010**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>>. Acesso em: 13 set. 2016.

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm)>. Acesso em: 13 set. 2016.

COUTINHO, L. M. **O bioma do cerrado**. Eugen Warming e o cerrado brasileiro. São Paulo: UNESP, p. 77-92, 2000.

FERREIRA, M. E. et al. Desmatamentos no bioma Cerrado: uma análise temporal (2001-2005) com base nos dados MODIS-MOD13Q1. **XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, n. Abril 2016, p. 3877-3883, 2007.

JACINTHO, L. R. D. C. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação: o caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-Monos, São Paulo-SP**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, 2003.

KLINK, C. A. et al. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

MACHADO, R. B. et al. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. **International do Brasil**, Brasília, DF, p. 1-23, 2004.

MANTOVANI, J. E.; PEREIRA, A. Estimativa da Integridade da Cobertura Vegetal de Cerrado Através de Dados TM/Landsat. **Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 1455-1466, 1998.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NOVAES, P. C.; FERREIRA, L. G.; DIAS, R. A. Identificação de áreas prioritárias para conservação da biogeodiversidade no estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 23, n. 1, p. 41-58, 2003.

SANO, E. E.; BARCELLOS, A. O.; BEZERRA, H. S. **Assessing the spatial distribution of cultivated pasture in the Brazilian savana** *Pasturas Tropicales*, 2000.

SCARAMUZZA, C. A. M. et al. Áreas Prioritárias Para Conservação Da Biodiversidade Em Goiás. In: FERREIRA, L. G. (Ed.) **Conservação da biodiversidade e sustentabilidade ambiental em Goiás: Prioridades, estratégias e perspectivas**, p. 192, 2005.

SECIMA. Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. Estado de Goiás. Disponível em: <<http://www.secima.go.gov.br/post/ver/196928/uc>>. Acesso em: 13 set. 2016.

SIEG. Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. **Mapas em formato shapefile**. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br>>. Acesso em 12 set. 2016.

---

Sobre os autores

**Maurivan Vaz Ribeiro** - Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Goiás e atualmente é Mestrando em Biodiversidade Animal na Universidade Federal de Goiás. É fundador e Diretor Administrativo do Instituto Boitatá de Etnobiologia e Conservação da Fauna.

**Thiago Moreira e Silva** – Graduado em Geoprocessamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiás – I.FG e especialista em Geoprocessamento pela AVM Faculdade Integrada.

**Talita Teles Assunção** - Graduada em Geoprocessamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás - IFG e atualmente cursa especialização em Planejamento e Gestão Ambiental na Universidade Estadual de Goiás - campus Morrinhos.

---

Recebido para avaliação em janeiro de 2017

Aceito para publicação em abril de 2017