



## ANAIS do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Ouro Preto SP, 13-18 de junho de 2017 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp](http://www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp)

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

PONTES, H. S.; *et al.*. Análise do uso do solo no entorno das cavernas do Parque Nacional dos Campos Gerais (Paraná) no contexto de bacia hidrográfica. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.239-251. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe\\_239-251.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_239-251.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 34º CBE contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Mineração. Acompanhe a cooperação SBE-IBRAM em [www.cavernas.org.br/sbe-ibram](http://www.cavernas.org.br/sbe-ibram)

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.  
Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)



**IBRAM** 40 anos  
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO  
Brazilian Mining Association  
Câmara Mineira de Brasil

## ANÁLISE DO USO DO SOLO NO ENTORNO DAS CAVERNAS DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS (PARANÁ) NO CONTEXTO DE BACIA HIDROGRÁFICA

*LAND USE ANALYSIS IN THE INFLUENCE AREA OF CAVES IN THE CAMPOS GERAIS NATIONAL  
PARK - A WATERSHED APPROACH*

**Henrique Simão PONTES (1, 2); Laís Luana MASSUQUETO (1, 2); Nair Fernanda Burigo MOCHIUTTI (1, 3, 4); Solange BURGARDT (1, 5); Simone Koniski GUIMARÃES (1); Jasmine Cardozo MOREIRA (1, 6); Mário Sérgio de MELO (7)**

- (1) Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas, Ponta Grossa PR.  
(2) Programa de Pós-Graduação em Geologia (UFPR), Curitiba PR.  
(3) Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFSC), Florianópolis SC.  
(4) Espelo Grupo Teju Jagua, Florianópolis SC.  
(5) Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia (UTFPR), Ponta Grossa PR.  
(6) Departamento de Turismo e Programa de Pós-Graduação em Geografia (UEPG), Ponta Grossa PR.  
(7) Departamento de Geociências – Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Ponta Grossa PR.

Contatos: [henriquegeografo@gmail.com](mailto:henriquegeografo@gmail.com); [lais.massuqueto@gmail.com](mailto:lais.massuqueto@gmail.com); [fernandamochiutti@yahoo.com.br](mailto:fernandamochiutti@yahoo.com.br).

### Resumo

Este trabalho teve como objetivo realizar uma análise das influências dos diferentes usos do solo nas cavidades subterrâneas do Parque Nacional dos Campos Gerais (PNCG) no contexto de bacia hidrográfica, propondo ações de manejo nestes espaços geográficos. No entorno de 250 metros, a partir da projeção horizontal das cavernas, foram identificados os seguintes usos do solo: a) pasto; b) agricultura; c) estradas; d) plantio comercial de árvores exóticas; e) canais artificiais de drenagem; f) moradias; g) barramentos; h) granjas e; i) açudes. As cavidades estão situadas em quatro bacias hidrográficas principais (rio Quebra-Perna, rio Guarituba, rio Pitangui e arroio Três Barras), subdivididas em 25 sub-bacias. Treze cavernas possuem drenagem subterrânea e destas, seis apresentam curso hídrico em que suas porções a montante (cabeceras de drenagem) estão situadas fora dos limites do Parque Nacional dos Campos Gerais, fato que demanda atenção do órgão gestor durante a elaboração do Plano de Manejo da unidade. Destaca-se a necessidade de estudos detalhados, a fim de identificar e caracterizar os impactos que a agricultura e o plantio comercial de espécies exóticas de árvores causam às cavernas do PNCG.

**Palavras-Chave:** cavidades subterrâneas; gestão de bacias hidrográficas; Campos Gerais.

### Abstract

*This paper analyzes the influence of different land uses in caves of the Campos Gerais National Park, in the context of a watershed, and proposes management actions in those areas. Different land uses were identified in a range of 250 meters around the horizontal projection of the caves: a) pasture; B) agriculture; C) roads; D) reforestation; E) artificial drainage channels; F) housing; G) buses; H) farms and; I) ponds. The caves are located in four watersheds (Quebra-Perna river, Guarituba river, Pitangui river and arroio Três Barras), subdivided into 25 sub-basins. Thirteen caves have underground drainage and six of them have headwaters located beyond the limits of the Campos Gerais National Park, what puts constraints for the management plan of the protect area. It is important realize studies to identify the impacts that the agriculture and the commercial planting of exotic tree species could cause to the caves of the national park.*

**Key-words:** caves; watershed management; Campos Gerais region.

### 1. INTRODUÇÃO

O Parque Nacional dos Campos Gerais (PNCG) é uma Unidade de Conservação de proteção integral que compreende segmentos dos municípios de Ponta Grossa, Castro e Carambeí, distribuindo-se em porções do Primeiro e do Segundo Planalto

paranaense em região denominada Campos Gerais do Paraná. Criado no ano de 2006, o parque tem como foco proteger os últimos remanescentes de campos naturais e florestas com araucárias. No entanto, nos últimos anos, a partir de estudos sistemáticos do Grupo Universitário de Pesquisas

Espeleológicas (GUPE), esta Unidade de Conservação tem demonstrando grande potencial espeleológico, apresentando um total de 40 cavernas identificadas, destas, 35 estão situadas dentro dos limites do parque e 5 em seu entorno imediato.

Objetivando um estudo detalhado sobre a geodiversidade das cavernas do Parque Nacional dos Campos Gerais, o GUPE desenvolveu no ano de 2016, o projeto de pesquisa “*Valores da geodiversidade de cavidades subterrâneas no contexto da prestação de serviços ecossistêmicos: subsídios para a elaboração do Plano de Manejo do Parque Nacional dos Campos Gerais (Paraná) e propostas para ampliação da unidade de conservação*”. O trabalho contou com o apoio do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e financiamento da Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza.

Antes do início do referido projeto de pesquisa, o GUPE já possuía um banco de dados de mapeamentos de cavernas do PNCG e seu entorno. No entanto, durante o ano de 2016, foram mapeadas 18 novas cavernas. Esta atividade resultou em 1.885,78 metros de galerias subterrâneas topografadas, em apenas um ano.

Com o cadastramento de 13 novas cavidades subterrâneas, o município de Ponta Grossa passou a ter o total de 58 cavernas registradas no Cadastro Nacional de Cavernas, sendo considerado o município que mais tem cavidades no sul do Brasil e ocupando a 20ª posição no *ranking* nacional (SBE, 2017). Além disso, o Parque Nacional dos Campos Gerais é uma das Unidades de Conservação de Proteção Integral com maior quantidade de cavernas em rochas areníticas do país (GUPE, 2017a).

Dentre as metas do projeto estava a realização de uma análise das influências dos diferentes usos do solo nas cavidades subterrâneas do PNCG utilizando como unidade de estudo a bacia hidrográfica onde as mesmas se inserem, visando a proposição de ações de manejo nestes espaços geográficos. Neste sentido, o presente trabalho busca apresentar de forma sucinta os resultados obtidos durante as pesquisas.

## 2. METODOLOGIA

Este estudo contou com etapas de campo para exploração e mapeamento das cavernas e levantamento de dados do meio físico e avaliação do uso do solo no entorno de 250 metros de cada cavidade subterrânea. Nesta etapa foram utilizadas

fichas de inventário da geodiversidade, elaboradas pelo GUPE, para auxiliar na coleta dos dados.

O mapeamento das cavernas foi desenvolvido a partir dos métodos propostos pela *Union Internationale de Spéléologie* (UIS) de 2012 (HÄUSELMANN, 2012). Os materiais utilizados foram: trena a laser *Leica DISTO D810 touch Pack* (equipamento que inclui clinômetro, distanciômetro e bússola) e *smartphone* com o aplicativo para mapeamento de cavernas *TopoDroid 3.1.6a (Cave mapping)*, utilizado para recepção e tratamento de dados da topografia *in loco*, diminuindo erros durante a realização do mapeamento subterrâneo.

Para a definição do uso do solo do entorno das cavernas foram realizadas análises de imagens orbitais e arquivos vetoriais da área de estudo em ambiente SIG – Sistemas de Informações Geográficas. As imagens orbitais utilizadas foram *SPOT 5* e *Geoeye (Google Earth)* dos anos de 2014, 2015 e 2016. Além disso, para alguns casos, foi utilizado um drone *Phantom 3 Professional*, para obtenção de imagens aéreas atuais.

Os mapas de uso do solo no entorno das cavernas do PNCG foram elaborados no programa *Quantum GIS 2.14.3*. Os dados topográficos foram tratados no programa *Corel Draw x6*.

## 3. USOS DO SOLO NO ENTORNO DAS CAVERNAS

Das 40 cavidades naturais subterrâneas identificadas (35 no interior do PNCG e 5 em seu entorno imediato), levando em consideração um raio de 250 metros a partir da projeção de cada caverna, foram identificados os seguintes usos do solo: a) pasto (ocorrência no entorno de 22 cavidades); b) agricultura (ocorrência no entorno de 22 cavidades); c) estradas (ocorrência no entorno de 17 cavidades); d) plantio comercial de árvores exóticas (ocorrência no entorno de 14 cavidades); e) canais artificiais de drenagem (ocorrência no entorno de 9 cavidades); f) moradias (ocorrência no entorno de 4 cavidades); g) barramentos (ocorrência no entorno de 4 cavidades); h) granjas (ocorrência no entorno de 1 cavidade) e i) açudes (ocorrência no entorno de 1 cavidade) (GUPE, 2017b) (Figura 1). Para elaboração de mapas do uso do solo no entorno das cavidades subterrâneas e análise da influência de tais usos, foram selecionadas 12 das 40 cavernas, incluindo as cinco que estão no entorno imediato do PNCG e outras sete que estão próximas do limite da Unidade de Conservação e possuem expressiva porção de sua

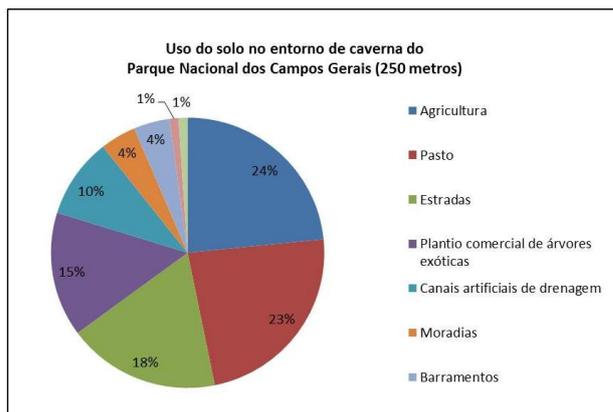
bacia hidrográfica fora dos limites do parque (Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8).

Os mapas mostram as Áreas de Preservação Permanente (APPs) de nascentes, cursos hídricos e campos brejosos, tanto as perenes, como as intermitentes, as quais não são contempladas de acordo com o novo Código Florestal (BRASIL, 2012). Os mapas mostram também o avanço da agricultura e florestamento com espécies exóticas em áreas de APP e que as Áreas de Preservação de águas intermitentes estão, em sua totalidade, suprimidas, desde antes da última modificação do Código Florestal.

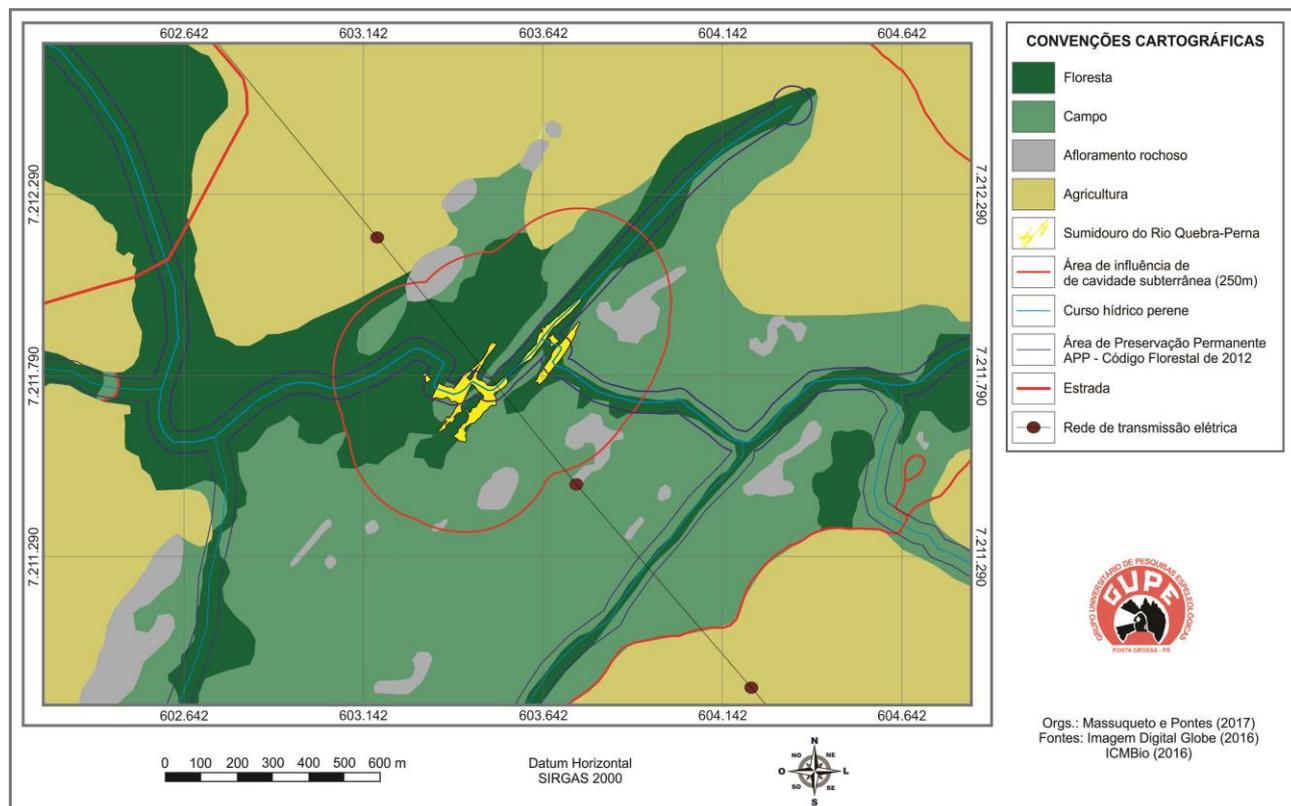
A partir do mapeamento do uso do solo da área de influência de cavidades subterrâneas (levando em consideração um raio de 250 metros a partir da projeção horizontal das cavidades) foi possível elaborar uma matriz de nível do risco de impacto dos usos levantados, a qual foi desdobrada em duas tabelas para melhor apresentação dos resultados (ver Tabela 1 e 2).

Usos como mineração, irrigação e suinocultura não foram identificados na área de influência das cavidades subterrâneas do PNCG, mas foram considerados na análise por serem

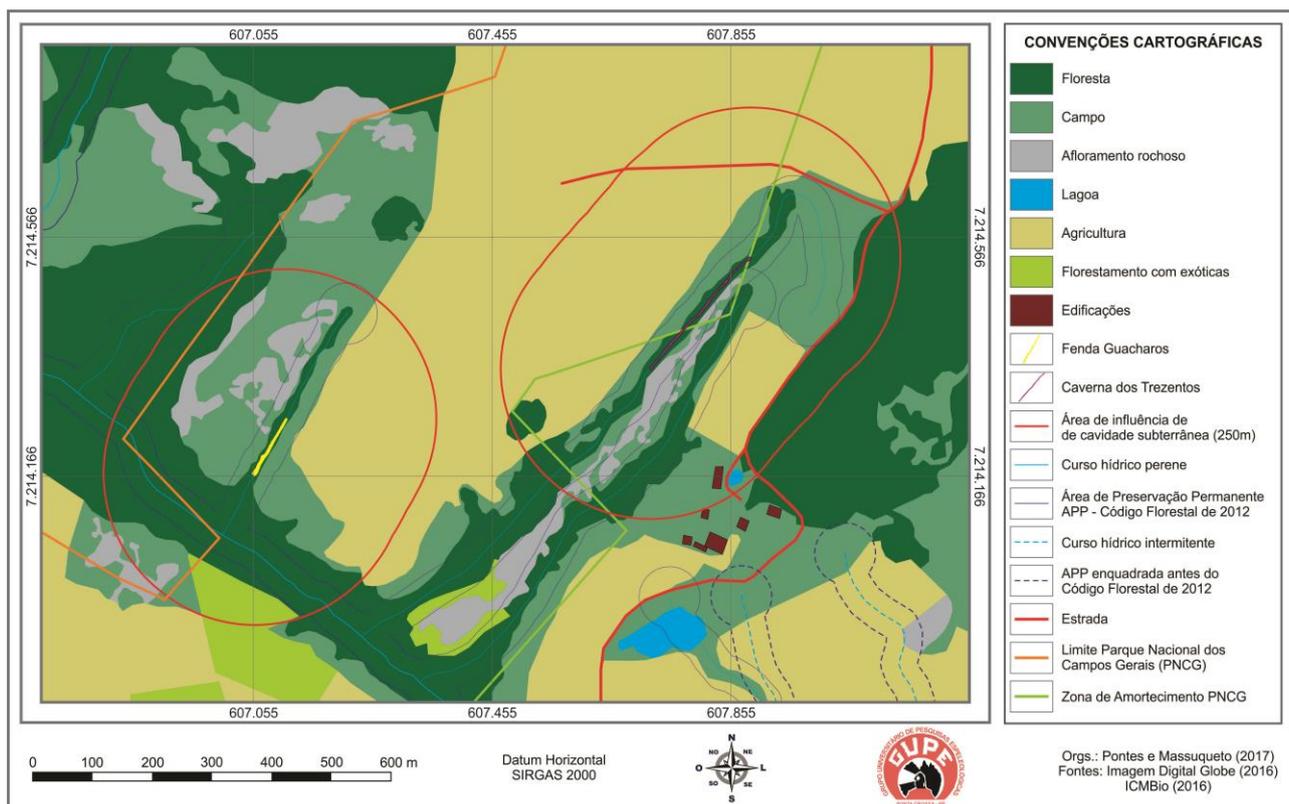
atividades que são realizadas dentro do parque e área de entorno (tanto de maneira irregular como licenciada) e com potencial para geração de impactos às cavernas. Também foi considerado na matriz de impacto o uso turístico, pois há cavernas que apresentam visitação turística e que são sensíveis a esta atividade, demandando estudos específicos voltados para o manejo turístico nestes ambientes subterrâneos.



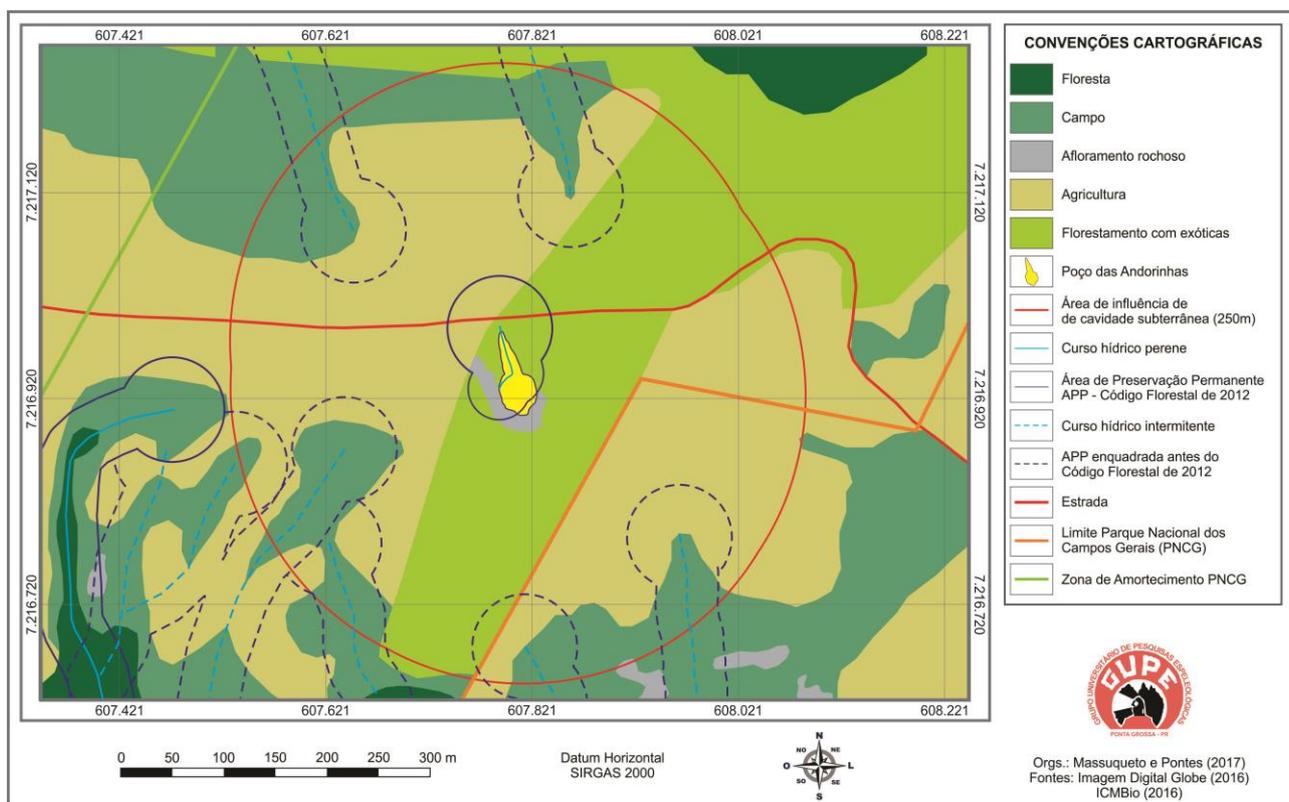
**Figura 1:** Gráfico dos diferentes usos do solo no entorno das cavernas do Parque Nacional dos Campos Gerais e de seu entorno imediato.



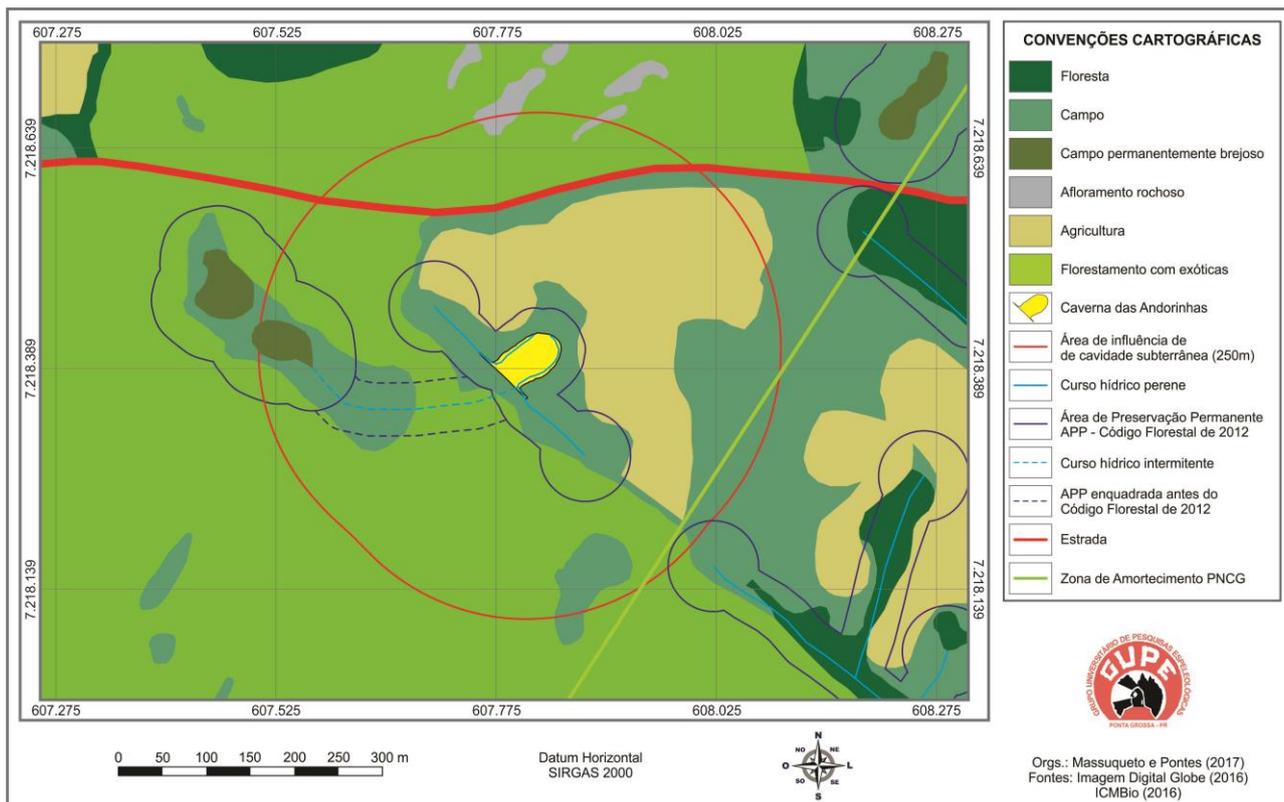
**Figura 2:** Mapa do uso do solo no entorno do Sumidouro do Rio Quebra-Perna.



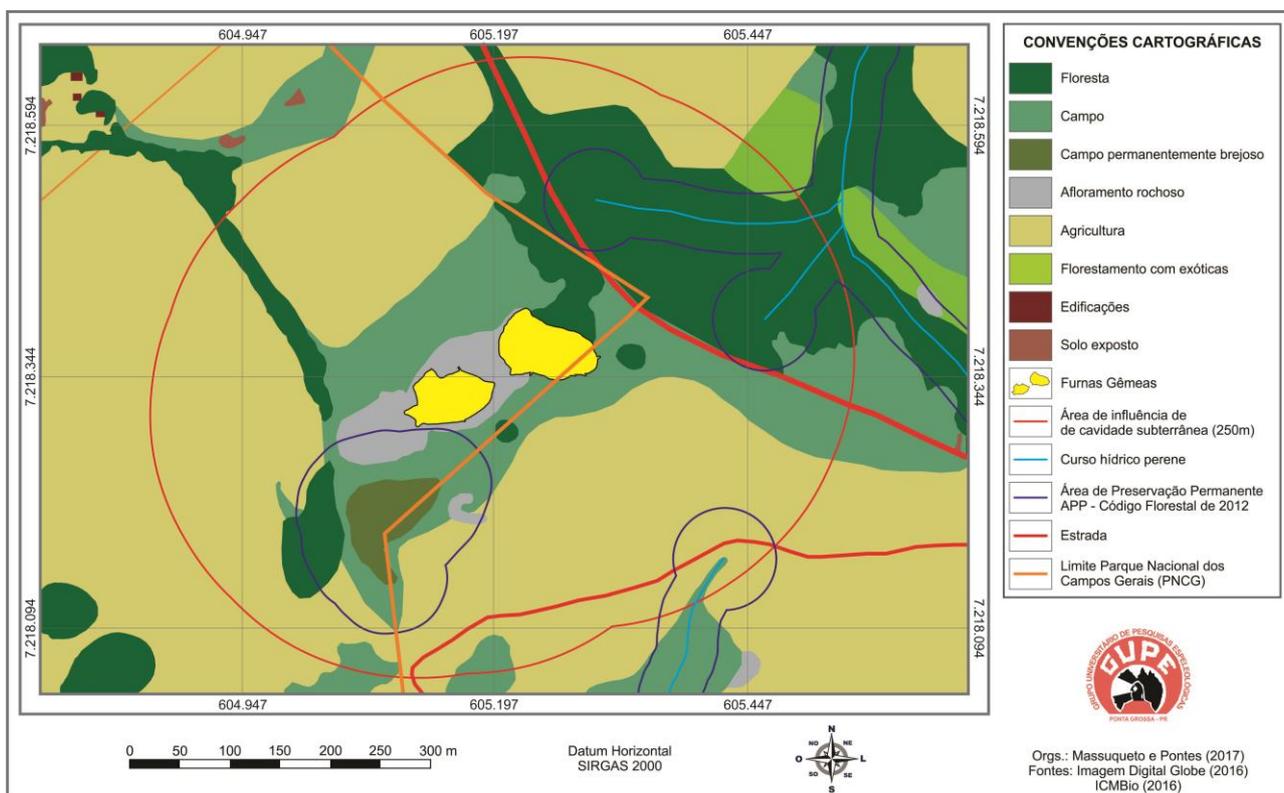
**Figura 3:** Mapa do uso do solo no entorno da Fenda Guacharos e Caverna dos Trezentos.



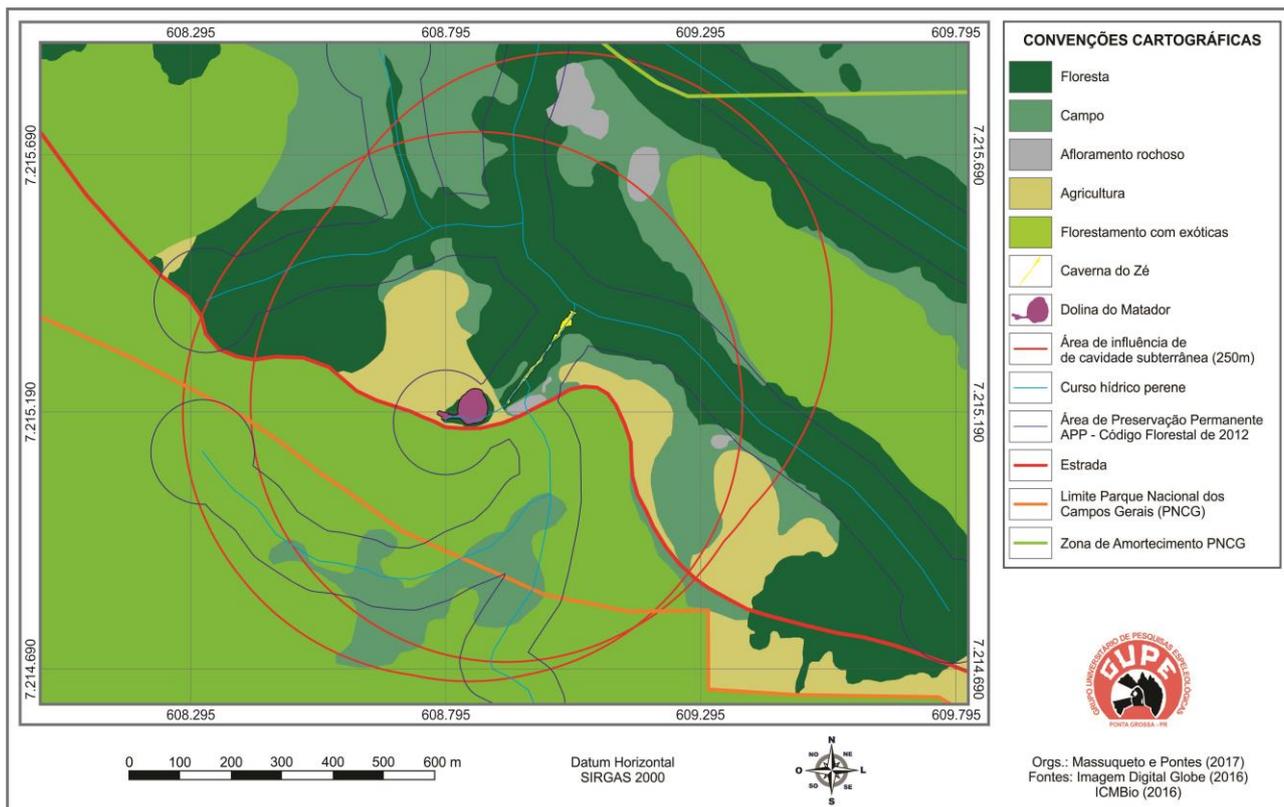
**Figura 4:** Mapa do uso do solo no entorno do Poço das Andorinhas.



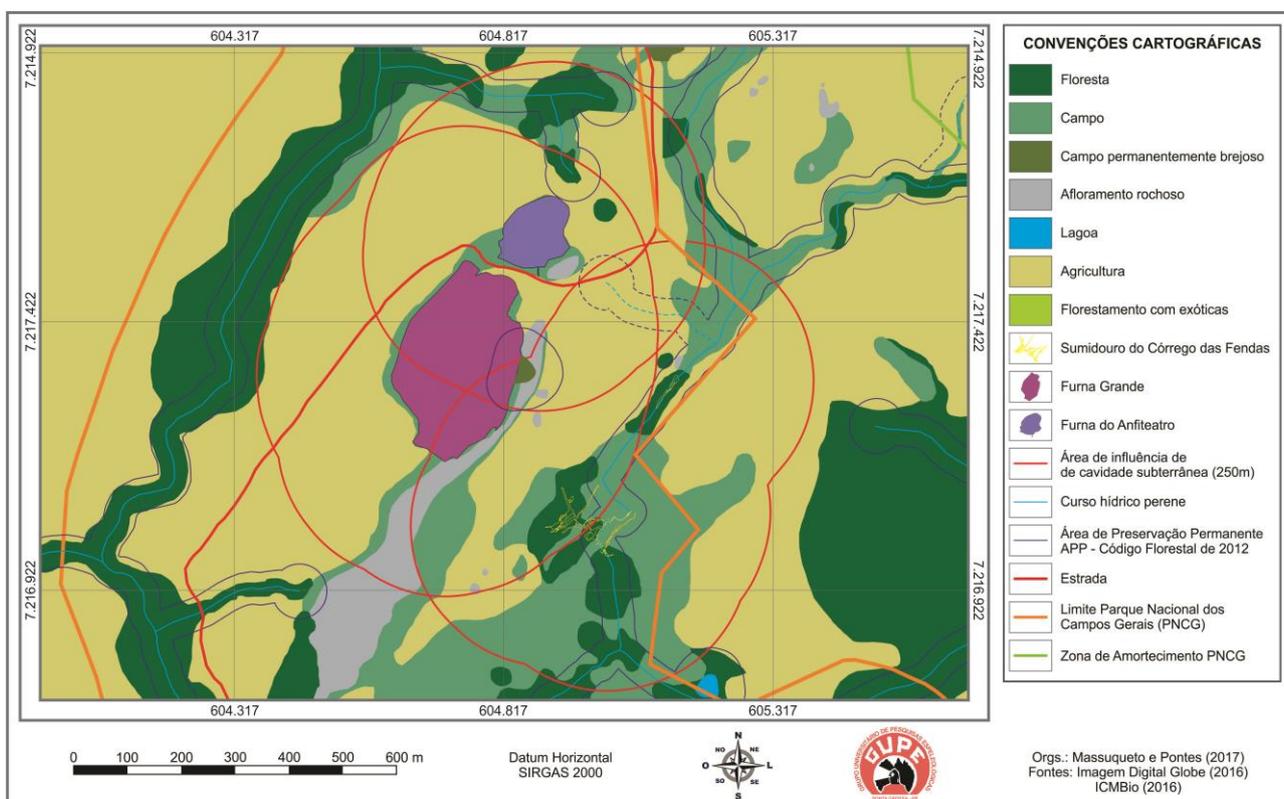
**Figura 5:** Mapa do uso do solo no entorno da Caverna das Andorinhas.



**Figura 6:** Mapa do uso do solo no entorno das Furnas Gêmeas.



**Figura 7:** Mapa do uso do solo no entorno da Caverna do Zé e Dolina do Matador.



**Figura 8:** Mapa do uso do solo no entorno da Furna do Anfiteatro, Furna Grande e Sumidouro do Córrego das Fendas.

Na Tabela 1 foram expostos os usos identificados no mapeamento e aqueles somados para análise (mineração, irrigação, suinocultura e turismo), o nível do risco de impacto e uma

descrição de quais são os impactos potenciais. Na Tabela 2, além de mostrar os usos e o nível de risco de impacto, foram apontados exemplos concretos de tais usos (considerando todas as cavidades do

PNCG e de seu entorno) e listadas propostas de ações de manejo tendo em conta o tipo de uso e impacto potencial.

Juntamente com os mapas individuais de uso do solo do entorno das cavidades subterrâneas, foi elaborado um banco de dados (em ambiente SIG) contendo as bacias hidrográficas do PNCG e a projeção horizontal das cavernas que já foram

mapeadas. Também foi desenvolvido um banco de dados na plataforma *Google Earth* contendo a localização exata de cada cavidade. Estes dados foram todos disponibilizados para o órgão ambiental responsável pela referida Unidade de Conservação, com o intuito de gerar subsídios para a elaboração do Plano de Manejo da mesma.

**Tabela 1:** matriz do nível do risco de impacto dos usos do solo na área de influência de cavidades subterrâneas (raio de 250 metros a partir da projeção horizontal das cavernas) no Parque Nacional dos Campos Gerais e entorno, mostrando o uso do solo, nível do risco de impacto e justificativa do nível de risco de impacto.

	Nível do risco de impacto	Justificativa do nível de risco de impacto
<b>Mineração</b>	<b>MÁXIMO</b>	A atividade de mineração pode suprimir totalmente uma (ou mais) cavidade subterrânea. Nos Campos Gerais, devido ao fato das reservas de areias em leitos fluviais estarem exauridas, o aumento do uso da técnica de hidrodesmonte do arenito coloca em risco máximo o patrimônio espeleológico regional.
<b>Barramentos</b>	<b>MÁXIMO</b>	Barramentos para qualquer fim podem causar supressão total de cavidades subterrâneas. As áreas de alagamento podem afetar grandes áreas e comprometer diversas cavernas.
<b>Plantio comercial de árvores exóticas</b>	<b>ALTO</b>	O plantio comercial de árvores exóticas, principalmente com <i>pinus</i> , prejudica a vegetação nativa de campos, áreas úmidas com campos brejosos e capões de mata. Isto afeta diretamente na biodiversidade dos ambientes cavernícolas dos Campos Gerais, conforme trabalhos de Moss, Lopez e Ferreira (2012). Há diversas situações de plantios irregulares de <i>pinus</i> em Áreas de Preservação Permanente (APP) e impactos em APPs prejudicam diretamente na dinâmica de cavidades com curso hídrico interno, com o aumento da carga sedimentar e entupimento da caverna, podendo causar seu entupimento. Nathan et al. (2002) e Falleiros, Zenni e Ziller (2011) salientam que a dispersão para <i>Pinus taeda</i> em uma área de floresta com densidade média de 311 árvores/ha é de até 200 metros. Os autores salientam que em áreas abertas, como nos Campos Gerais, estas distâncias podem ser muito maiores.
<b>Agricultura</b>	<b>ALTO</b>	A agricultura gera impacto nos ambientes cavernícolas, pois o uso de biocidas e agrotóxicos pode afetar diretamente a fauna hipógea, principalmente em cavidades com curso hídrico subterrâneo. Há casos onde há o avanço da agricultura até próximo à entrada de cavidades subterrâneas, sobre áreas de campos úmidos, e demais Áreas de Preservação Permanente.
<b>Estradas</b>	<b>MÉDIO</b>	Na área onde ocorrem as cavernas as estradas não são pavimentadas, sendo que geralmente recebem cascalho para pavimentação. Quando há cavernas muito próximas de estradas o escoamento superficial pode transportar material sedimentar (cascalho, pedregulhos, solo, areia) para dentro dos ambientes subterrâneos, causando entupimento de galerias e a diminuição do aporte alimentar para fauna a cavernícola. A abertura de novas estradas pode afetar diretamente cavidades, principalmente quando envolve corte de terreno, explosões, etc..
<b>Canais artificiais de drenagem</b>	<b>MÉDIO</b>	Assim como no caso das estradas, os canais artificiais de drenagem podem servir de caminhos para o transporte de material sedimentar (cascalho, pedregulhos, solo, areia) para dentro dos ambientes subterrâneos, causando entupimento de galerias e a diminuição do aporte alimentar para a fauna cavernícola. Além disso, drenam áreas de campos úmidos, modificando a dinâmica natural do terreno e podendo interferir no regime hídrico das cavidades.
	<b>MÉDIO</b>	Os açudes podem causar impactos negativos em cavidades

<b>Açudes</b>		subterrâneas. As áreas de alagamento são menores, se comparadas com os barramentos, mas podem comprometer o regime hídrico de ambientes subterrâneos, impactando diretamente a fauna cavernícola.
<b>Irrigação</b>	MÉDIO	Sistemas de irrigação podem comprometer o regime hídrico de ambientes subterrâneos, impactando diretamente a fauna das cavernas e comprometendo os processos espeleogenéticos que tem a água como motor.
<b>Granjas</b>	MÉDIO	Granjas podem ocasionar impactos significativos em cavidades subterrâneas, especificamente sobre a fauna cavernícola, se não tomadas às devidas ações frente ao controle e tratamento de efluentes gerados pela atividade.
<b>Suinocultura</b>	MÉDIO	Assim como as granjas, a suinocultura pode ocasionar impactos significativos em cavidades subterrâneas, especificamente sobre a fauna cavernícola se não tomadas às devidas ações frente ao controle e tratamento de efluentes gerados pela atividade.
<b>Moradias</b>	MÉDIO	A construção de moradias nas proximidades de cavernas pode gerar impactos diversos, tanto na fauna como nos elementos da geodiversidade. A destinação incorreta de efluentes pode poluir pequenos cursos hídricos e afetar a biota cavernícola. As fases de construção de obras podem afetar as cavidades. Da mesma forma, a presença de cavernas pode gerar subsidências que comprometem construções diversas. Em muitos casos, por conta da proximidade com as residências, as cavernas e furnas são utilizadas para descarte de lixo doméstico e entulhos, com consequente contaminação da água e do solo, entupimento de galerias e prejuízos à fauna subterrânea.
<b>Pasto</b>	BAIXO	Os pastos podem causar impactos em cavernas devido ao processo de erosão do solo, desencadeado pelo pisoteio do gado. Sem a cobertura vegetal o escoamento superficial pode transportar material sedimentar (cascalho, pedregulhos, solo, areia) para dentro dos ambientes subterrâneos, causando entupimento de galerias e a diminuição do aporte alimentar para a fauna cavernícola.
<b>Turismo</b>	BAIXO	Pelo fato das cavidades serem locais com alta fragilidade, principalmente as cavernas desenvolvidas em rochas areníticas, por se tratarem, na maioria das vezes, de espaços pequenos que não suportam a carga física de muitas pessoas, o turismo pode causar impactos, mas não a ponto de suprimir uma cavidade. Nenhuma cavidade subterrânea apresenta plano de visitação nos Campos Gerais e isto agrava o problema com o turismo. Porém, o impacto do turismo pode ser controlado através de um Plano de Manejo e pode reverter em uma atividade econômica sustentável.

**Tabela 2:** matriz do nível do risco de impacto dos usos do solo na área de influência de cavidades subterrâneas (raio de 250 metros a partir da projeção horizontal das cavernas) no Parque Nacional dos Campos Gerais e entorno, mostrando o uso do solo, exemplos no PNCG e entorno e ações de manejo.

	<b>Exemplos no PNCG e entorno</b>	<b>Ações de manejo</b>
<b>Mineração</b>	<p>- Mineração de cascalho nas áreas da Fazenda Cambiju (Bacia do Rio Guarituba). Nenhum exemplo afetando cavernas, porém no entorno imediato do Parque há minerações de calcário, como também há várias solicitações junto ao DNPM, incluindo mineração em arenito.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudos em detalhe para o manejo na área de amortecimento do PNCG;</li> <li>- Exigência de estudos cársticos e espeleológicos em processos de licenciamento ambiental para novas áreas de mineração em zona de amortecimento (independente do tipo de material a ser extraído);</li> <li>- Cadastramento das cavernas situadas no entorno imediato da unidade;</li> <li>- Ações de acompanhamento sazonal das atividades de mineração do entorno imediato do PNCG;</li> </ul>

<b>Barramentos</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiscalização constante para garantir a proibição de atividades de mineração no interior do PNCG;</li> <li>- Fiscalização para evitar atividades de mineração irregulares no entorno da Unidade de Conservação.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nenhum exemplo afetando o patrimônio espeleológico, porém há barramentos próximos às cavidades:</li> <li>- Caverna do Zé</li> <li>- Fenda Santa Maria I</li> <li>- Fenda Santa Maria II</li> <li>- Gruta Nova Holanda</li> <li>- Dolina do Matador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proibição de construção de barramentos dentro da Unidade de Conservação;</li> <li>- Exigência de estudos cársticos e espeleológicos em processos de licenciamento e autorização ambiental para realização de barramentos fora do PNCG em zona de amortecimento (independente do tamanho da lâmina de água);</li> <li>- Realização de estudos no contexto de bacias hidrográficas para o Plano e Manejo;</li> <li>- Na área de amortecimento do PNCG indica-se não realizar barramentos a montante de cavidades subterrâneas.</li> </ul>
<b>Plantio comercial de árvores exóticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buraco do Padre</li> <li>- Furna Passo do Pupo I</li> <li>- Caverna do Zé</li> <li>- Caverna da Chaminé</li> <li>- Caverna do Bugio</li> <li>- Fenda dos Tonini</li> <li>- Abismo da Bromélia</li> <li>- Abismo da Brisa</li> <li>- Fenda Sem Fim</li> <li>- Fenda dos Guacharos</li> <li>- Caverna dos Trezentos</li> <li>- Poço das Andorinhas</li> <li>- Caverna das Andorinhas</li> <li>- Gruta Nova Holanda</li> <li>- Dolina do Matador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imediata proibição do plantio comercial com espécies de árvores exóticas (principalmente <i>pinus</i> sp.) no interior do Parque Nacional dos Campos Gerais;</li> <li>- Controle rigoroso de áreas com estes plantios situadas no entorno do PNCG, a fim de controlar a dispersão dos espécimes exóticos;</li> <li>- Para o plantio com exótica, estabelecer perímetro de proteção no entorno de cavidades subterrâneas (situadas fora do PNCG) de 250 metros em projeção a partir da caverna até a realização de estudo espeleológico, conforme Portaria IBAMA 887 de 15 de julho de 1990 e Resolução CONAMA 347 de 10 de setembro de 2004;</li> <li>- Realização de estudos no contexto de bacias hidrográficas para assegurar que o plantio com exóticas não interfira em cavidades subterrâneas situadas dentro do PNCG e seu entorno imediato;</li> <li>- Fiscalização constante, buscando o cumprimento do predisposto no art. 4º do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal 12.651/2012), principalmente os incisos I, II, III, IV, V, VIII, IX e XI.</li> </ul>
	<b>Agricultura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sumidouro da Mariquinha</li> <li>- Buraco do Padre</li> <li>- Gruta Macarrão</li> <li>- Furna Passo do Pupo I</li> <li>- Furna Passo do Pupo II</li> <li>- Caverna do Zé</li> <li>- Caverna do Opilião</li> <li>- Gruta da Inspirada</li> <li>- Caverna do Bugio</li> <li>- Fenda da Freira</li> <li>- Sumidouro do Córrego das Fendas</li> <li>- Fenda Santa Maria I</li> <li>- Fenda Santa Maria II</li> <li>- Fenda dos Guacharos</li> <li>- Caverna dos Trezentos</li> <li>- Abismo Cercado Grande I</li> <li>- Abismo Cercado Grande II</li> <li>- Abismo Cercado Grande III</li> <li>- Poço das Andorinhas</li> <li>- Caverna das Andorinhas</li> <li>- Gruta Nova Holanda</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sumidouro do Rio Quebra-Perna</li> <li>- Dolina do Matador</li> </ul>	
<b>Estradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sumidouro da Mariquinha</li> <li>- Furna Passo do Pupo I</li> <li>- Furna Passo do Pupo II</li> <li>- Furna do Anfiteatro</li> <li>- Caverna do Zé</li> <li>- Furna Grande</li> <li>- Caverna do Opilião</li> <li>- Gruta da Inspirada</li> <li>- Caverna do Bugio</li> <li>- Fenda dos Tonini</li> <li>- Fenda Santa Maria I</li> <li>- Fenda Santa Maria II</li> <li>- Caverna dos Trezentos</li> <li>- Sumidouro do Córrego das Fendas</li> <li>- Poço das Andorinhas</li> <li>- Caverna das Andorinhas</li> <li>- Sumidouro do Rio Quebra-Perna</li> <li>- Dolina do Matador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proibição de abertura de novas estradas no interior do PNCG;</li> <li>- Estudos das estradas próximas de cavernas no PNCG, visando à caracterização detalhada de impactos e identificação de medidas mitigatórias.</li> </ul>
<b>Canais artificiais de Drenagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sumidouro da Mariquinha</li> <li>- Furna Passo do Pupo I</li> <li>- Furna Passo do Pupo II</li> <li>- Caverna do Zé</li> <li>- Caverna do Bugio</li> <li>- Fenda Santa Maria I</li> <li>- Fenda Santa Maria II</li> <li>- Caverna dos Trezentos</li> <li>- Caverna das Andorinhas</li> <li>- Dolina do Matador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controle dos canais artificiais de drenagem localizados próximos a cavidades subterrâneas no interior e entorno do PNCG, evitando o direcionamento de águas superficiais para o interior de cavernas.</li> </ul>
<b>Açudes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caverna dos Trezentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigência de estudos cársticos e espeleológicos em processos de licenciamento e autorização ambiental para realização de açudes em zona de amortecimento (independente do tamanho da lâmina de água);</li> <li>- Exigência de proteção de Áreas de Preservação Permanente (APP), predisposto no art. 4º do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal 12.651/2012), principalmente os incisos I, II, III, IV, V, VIII, IX e XI;</li> <li>- Realização de estudos no contexto de bacias hidrográficas para o Plano de Manejo</li> <li>- Na área de amortecimento do PNCG indica-se não realizar barramentos a montante de cavidades subterrâneas.</li> <li>- Proibição de construção de açudes dentro da unidade de conservação;</li> <li>- Fiscalização para evitar a construção irregular de açudes na zona de amortecimento da unidade de conservação.</li> </ul>
<b>Irrigação</b>	Não identificado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudos para identificar os impactos causados pela irrigação em áreas próximas a cavidades naturais subterrâneas;</li> </ul>
<b>Granjas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gruta Nova Holanda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proibição de construção de granjas dentro da Unidade de Conservação;</li> <li>- Exigência de estudos cársticos e espeleológicos em processos de licenciamento e autorização ambiental para construção de granjas na zona de amortecimento do PNCG;</li> <li>- Exigência de proteção de Áreas de Preservação</li> </ul>

		Permanente (APP), predisposto no art. 4º do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal 12.651/2012), principalmente os incisos I, II, III, IV, V, VIII, IX e XI (na área de amortecimento).
<b>Suinocultura</b>	Não identificado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proibição de construção de empreendimentos para o desenvolvimento da suinocultura dentro da Unidade de Conservação;</li> <li>- Exigência de estudos cársticos e espeleológicos em processos de licenciamento e autorização ambiental para atividades de suinocultura na zona de amortecimento do PNCG;</li> <li>- Exigência de proteção de Áreas de Preservação Permanente (APP), predisposto no art. 4º do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal 12.651/2012), principalmente os incisos I, II, III, IV, V, VIII, IX e XI (na área de amortecimento).</li> </ul>
<b>Moradias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sumidouro da Mariquinha</li> <li>- Fenda dos Tonini</li> <li>- Fenda Santa Maria II</li> <li>- Caverna dos Trezentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proibição de construção de moradias dentro da Unidade de Conservação;</li> <li>- Exigências de estudos cársticos e espeleológicos em processos de licenciamento e autorização ambiental para construção de moradias na zona de amortecimento do PNCG;</li> <li>- Exigência de proteção de Áreas de Preservação Permanente (APP), predisposto no art. 4º do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal 12.651/2012), principalmente os incisos I, II, III, IV, V, VIII, IX e XI (na área de amortecimento).</li> </ul>
<b>Pasto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sumidouro da Mariquinha</li> <li>- Fenda dos Tonini</li> <li>- Fenda da Freira</li> <li>- Gruta de Ponta Cabeça</li> <li>- Abismo do Ferla</li> <li>- Fenda Pulo do Gato</li> <li>- Fenda Santa Maria I</li> <li>- Fenda Santa Maria II</li> <li>- Gruta da Ricota I</li> <li>- Gruta da Ricota II</li> <li>- Toca do Golpe</li> <li>- Toca do Beco Diagonal</li> <li>- Abismo da Bromélia</li> <li>- Abismo da Brisa</li> <li>- Fenda dos Guacharos</li> <li>- Caverna dos Trezentos</li> <li>- Abismo Cercado Grande I</li> <li>- Abismo Cercado Grande II</li> <li>- Abismo Cercado Grande III</li> <li>- Fenda do Morcego</li> <li>- Toca da Catinga</li> <li>- Abrigo do Campo Minado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigência de proteção de Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme predisposto no art. 4º do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal 12.651/2012).</li> </ul>
<b>Turismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buraco do Padre</li> <li>- Furna Passo do Pupo I</li> <li>- Furna Passo do Pupo II</li> <li>- Furna Grande</li> <li>- Caverna da Chaminé</li> <li>- Fenda da Freira</li> <li>- Caverna das Andorinhas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controle da visitação de cavernas no interior do PNCG;</li> <li>- Realização de estudos de manejo especificamente para o uso turístico de cavidades subterrâneas no interior do PNCG;</li> <li>- Incluir no Plano de Manejo do Parque estudos sobre as cavidades que apresentam uso turístico na zona de amortecimento da unidade de conservação.</li> </ul>

#### 4. CONTEXTO HIDROGRÁFICO DAS CAVIDADES SUBTERRÂNEAS

As 40 cavernas do parque e de seu entorno imediato estão situadas em quatro bacias hidrográficas principais (rio Quebra-Perna, rio Guarituba, rio Pitangui e arroio Três Barras), subdivididas em 25 sub-bacias. Treze cavidades possuem drenagem subterrânea (caverna das Andorinhas, sumidouro do Córrego das Fendas, fenda dos Guacharos, sumidouro do Rio Quebra-Perna, caverna dos 300, gruta Nova Holanda, dolina do Matador, caverna do Zé, fenda Santa Maria II, fenda dos Tonini, abismo Cercado Grande I, sumidouro da Mariquinha e Buraco do Padre). Ao analisar o contexto de bacia hidrográfica, estas cavidades devem ter maior atenção durante os estudos do Plano de Manejo, pois a gestão deve ser estendida a toda a bacia e não somente no entorno da caverna.

A dolina do Matador, caverna do Zé, sumidouro da Mariquinha, sumidouro do Córrego das Fendas, fenda Santa Maria I e gruta Nova Holanda são cavidades que apresentam curso hídrico em seu interior e que as porções a montante (cabeceiras de drenagem) estão situadas fora dos limites do Parque Nacional dos Campos Gerais. Este fato eleva a necessidade de planos de gestão de bacia hidrográfica, a fim de proteger os ambientes subterrâneos em questão.

A atividade agrícola extensiva que predomina no Parque Nacional dos Campos Gerais está presente no entorno imediato da maioria das cavernas analisadas. Estudos mais aprofundados, que focalizem esforços para avaliar os impactos do uso agrícola sobre as cavidades subterrâneas se faz necessário, para analisar a influência desta atividade nos solos, águas superficiais e subterrâneas, principalmente devido à utilização de agroquímicos. Atividades de plantio comercial de espécies exóticas de árvores também devem ser monitoradas, a fim de

evitar ocupação de novas áreas dentro do PNCG e a dispersão descontrolada destas espécies.

#### 5. CONSIDERAÇÕES

Dentre os usos do solo que oferecem riscos e foram identificados no entorno das cavernas do Parque Nacional dos Campos Gerais, destacam-se o pasto, a agricultura, as estradas, o plantio comercial com árvores exóticas, os canais de drenagem, as moradias, os barramentos, as granjas e os açudes.

Estes usos podem provocar a supressão total da vegetação nativa de campos, destruir cursos hídricos e contaminar solo e mananciais de águas, afetando diretamente o patrimônio espeleológico. A mudança no regime hídrico é o principal problema, acompanhado da alteração da quantidade e qualidade de aporte orgânico (base da cadeia alimentar nas cavernas) e aumento no transporte de sedimentos, processo que causa o assoreamento de córregos e o entupimento de galerias e passagens de cavidades subterrâneas.

O presente estudo permitiu identificar áreas que demandam maior atenção durante a elaboração do Plano de Manejo e ações de gestão do Parque Nacional dos Campos Gerais, em especial, as cavernas que possuem drenagem subterrânea e que as porções a montante (cabeceiras de drenagem) estão situadas fora dos limites da Unidade de Conservação, pois isso exige medidas de gestão fora do PNCG, em áreas que ultrapassam os limites da zona de amortecimento (500 metros).

#### AGRADECIMENTOS

Aos amigos do Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas (GUPE), aos servidores do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pelo apoio essencial nas pesquisas e ao apoio financeiro da Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza.

#### REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Código Florestal Brasileiro**. 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acessado em 31 mar. 2017.
- FALLEIROS, R. M.; ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. Invasão e manejo de Pinus taeda em campos de altitude do Parque Estadual do Pico Paraná, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 1, p. 123-134, jan./mar. 2011.



- GUPE - GRUPO UNIVERSITÁRIO DE PESQUISAS ESPELEOLÓGICAS. **Cavernas: Parque Nacional dos Campos Gerais.** Ponta Grossa (PR). No. 1, 40p. 2017a.
- GUPE - GRUPO UNIVERSITÁRIO DE PESQUISAS ESPELEOLÓGICAS. **Patrimônio espeleológico do Parque Nacional dos Campos Gerais - ações prioritárias para o manejo e propostas de ampliações da Unidade de Conservação.** Ponta Grossa (PR). 22p. + anexos. 2017b.
- HÄUSELMANN, P. UIS Mapping Grades (Technical Note). **International Journal of Speleology - Informatics commission working group** «Survey and mapping». 3p. 2012.
- MOSS, D. F.; LOPEZ, M. R. Q.; FERREIRA, R. L.. **Fauna de invertebrados em cavernas areníticas do município de Ponta Grossa – PR.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Biologia). Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2012. 23 p.
- NATHAN, R.; KATUL, G. G.; HORN, H. S.; THOMAS, S. M.; OREN, R.; AVISSAR, R.; PACALA, S. W.; LEVIN, S. A. Mechanisms of long-distance dispersal of seeds by wind. **Nature**, v. 418, p. 409-413, 2002.
- SBE – SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA. 2017. **Cadastro Nacional de Cavernas (CNC).** Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/cnc/>. Acessado em 06 abr. 2017.