

CAMPOS DE ALTITUDE, CAMPOS RUPESTRES E APLICAÇÃO DA LEI DA MATA ATLÂNTICA: ESTUDO PROSPECTIVO PARA O ESTADO DE MINAS GERAIS

High Altitude Fields, Rocky Fields and appliance of the Atlantic Forest Law: prospective study for the State of Minas Gerais

Vitor Vieira Vasconcelos¹

¹Stockholm Environment Institute

Asia Centre

15th Floor, Witthayakit Building, 254 Chulalongkorn University, Chulalongkorn Soi 64,
Phayathai Road, Pathumwan, Bangkok, 10330, Thailand
vitor.v.v@gmail.com

RESUMO

Apresenta-se uma discussão sobre a identificação, delimitação, caracterização e proteção legal dos ambientes campestres em altitude, rupestres e não-rupestres. Em especial, afere-se a aplicação do arcabouço normativo da Lei Federal nº 11.428, de 2006, (Lei da Mata Atlântica) a esses ambientes. São realizados mapeamentos prospectivos para o Estado de Minas Gerais e para o Quadrilátero Ferrífero, avaliando as tipologias vegetacionais campestres, as estratificações de altitude e a geodiversidade que dá suporte esses ecossistemas. Com base nesses estudos de caso, discute-se a potencial eficácia dos instrumentos de proteção e os fundamentos biogeográficos que interligam biodiversidade ao contexto normativo e social.

Palavras-chave: Campos de altitude. Campos rupestres. Lei da Mata Atlântica. Biogeografia.

ABSTRACT

The high altitude field environments, with rocky outcrops or not, are discussed in this paper, regarding their identification, delimitation, characterization and legal protection. In particular, the normative framework of the Federal Law nº 11.428, of 2006, (Atlantic Forest Law) is evaluated in terms of protection of these environments. Prospective maps are proposed for *Minas Gerais* State (Brazil) and for *Quadrilátero Ferrífero*, assessing the typologies of meadow vegetation, the altitude stratifications and the geodiversity that gives support to these ecosystems. Based on these case studies, the potential efficacy of the protection instruments are discussed, as well as the biogeographic fundaments that interlink the biodiversity with the normative and social context.

Keywords: High altitude fields. Rocky fields. Atlantic forest law. Biogeography.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Os ambientes naturais em altitude usualmente se diferenciam de seu entorno, em função das diferentes características ambientais, como o solo e o clima, que se refletem diretamente na sua flora e fauna específicas. Muitas dessas áreas possuem ambientes campestres, especialmente em áreas serranas, de chapadas ou planaltos, e que recebem diferentes denominações: campos de altitude, altimontanos, rupestres, páramos, inselbergs, lapiás, canga, tepui, entre outros.

Além da importância referente ao alto grau de endemismo de fauna e, principalmente, de

flora, esses ambientes apresentam valor paisagístico notável (MARTINELLI, 1996). Sousa, Curcio, Rachwal et al. (2009) e Guedes e Schaffer (2009) ressaltam ainda o papel dos campos de altitude em funções abióticas como áreas de recarga de aquífero, regularizadoras e filtradoras da vazão em cabeceiras de surgências nos ambientes de altitude. Os mesmos autores ainda destacam que os ambientes de planícies, nas áreas de saturação hidromórfica do solo, apresentam função de fixação de carbono no solo em potencial maior que o das florestas e outras vegetações arbóreas. Todavia, advertem que, com a degradação desses ambientes por atividades antrópicas, esse estoque de carbono pode ser liberado, contribuindo para o efeito estufa.

De fato, os campos de altitude constituem-se ecossistemas relativamente frágeis a pressões antrópicas. Martinelli (2007) expõe que as maiores ameaças e dificuldades de conservação aos campos de altitude seriam: fragilidade dos solos a atividades antropogênicas, promovendo erosão superficial; remoção do *buffer* de vegetação no entorno das montanhas, facilitando a dispersão de espécies invasoras para as áreas mais elevadas; baixa capacidade de competição da flora local em relação a espécies invasoras; suscetibilidade a queimadas; extração intensa da flora endêmica para tráfico ou artesanato; mineração; expansão urbana; agricultura de espécies de altitude (café, videiras, entre outras); instalação de linhas de energia e de antenas de comunicação; dificuldades de aplicação das políticas públicas de proteção legal, monitoramento, regeneração de áreas degradadas e conservação *ex-situ*; alta sensibilidade a mudanças climáticas. Além disso, pelo fato dos campos não apresentarem rendimento lenhoso significativo, até um passado recente era usual autorizar a conversão para uso alternativo do solo com poucas restrições pelos órgãos ambientais.

O Bioma Mata Atlântica, para além de suas tipologias florestais (Floresta Ombrófila Densa, Mista e Aberta; Floresta Estacional Decidual e Semidecidual), apresenta diversos ecossistemas associados, e entre eles incluem-se diversas áreas de campos de altitude. Scarano (2002) descreve que esses ambientes apresentam características que não permitem o desenvolvimento das florestas, tais como solos rasos, pouco férteis e com forte *stress* hídrico sazonal, variações mais extremas de temperaturas, exposição ao vento, entre outros.

Com a promulgação da Lei da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428, de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica) e seu decreto regulamentador (Decreto Federal nº 6.660, de 2008), não só a Floresta Atlântica foi protegida, mas também os demais ecossistemas existentes dentro dos limites do Bioma, bem como alguns ecossistemas de disjunções localizadas nas áreas de Cerrado e de Caatinga que circundam o Bioma da Mata Atlântica.

A proteção legal dos campos inseridos no Bioma Mata atlântica é direta, pois a Lei da Mata Atlântica protege todos os tipos de vegetação nativos inseridos no interior desse Bioma. Adicionalmente, merece atenção a possibilidade de que certos campos de altitude localizados no Bioma Cerrado, mas próximos à fronteira com o Bioma Mata Atlântica, possam ser caracterizados como áreas de transição, encraves e áreas de tensão ecológica, sendo classificados como ecossistemas associados ao Bioma Mata Atlântica.

Atualmente, há um aumento da demanda por empreendimentos nas áreas de campos rupestres de altitude em Minas Gerais. Entre as maiores, estão as minerações previstas para a Serra do Gandarela e Conceição de Mato Dentro, bem como plantações de eucalipto na Serra do Cabral. Como forma de garantir a eficácia da Lei da Mata Atlântica e proteger esses importantes ecossistemas, torna-se necessária uma articulação entre sociedade civil organizada, gestores públicos e comunidades acadêmicas. Somente com legitimidade social e com o conhecimento científico adequado é possível assegurar a conservação desses importantes ambientes.

1.2 Objetivo

Este artigo tem como objetivo discutir sobre a identificação, delimitação, caracterização e proteção legal dos campos de altitude e campos rupestres. São tomados como estudo de caso os

ambientes campestres do Estado de Minas Gerais, para o qual são elaborados mapeamentos prospectivos.

2 METODOLOGIA

A discussão proposta neste artigo toma por base os atos normativos legais, os fundamentos biogeográficos dos ambientes campestres em altitude, discutindo-os à luz dos trabalhos acadêmicos já realizados sobre o assunto.

Primeiramente, é apresentado o arcabouço normativo referente aos campos de altitude, dentro do contexto da Lei da Mata Atlântica. São avaliadas a conceituação legal de campos de altitude e as restrições de intervenção nos ambientes protegidos pela referida lei. Também são avaliadas outras proteções legais complementares, referentes a unidades de conservação, áreas de preservação permanente e proteção de cavidades subterrâneas.

Os mapeamentos prospectivos realizados, para o Quadrilátero Ferrífero e para o Estado de Minas Gerais, lançam mão das bases cartográficas disponíveis para analisar os campos quanto à sua associação a biomas, altitude e litoestratigrafia, incluindo situações rupestres de afloramento. No que tange à vegetação, foi utilizado o Mapeamento e Inventário da Flora Nativa do Estado de Minas Gerais (IEF, 2006), em escala de 1:60.000, a divisão por Biomas (IBGE, 2004), de 1:5.000.000 e o Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (IBGE, 2008), também em escala de 1:5.000.000. O mapeamento geológico para o Estado (CPRM/CODEMIG, 2003) está na escala de 1:000.000, enquanto o mapeamento para o Quadrilátero Ferrífero (BALTAZAR; BAARS; LOBATO et al., 2005) encontra-se na escala de 1:100.000. Para altimetria, foram utilizadas as bases SRTM, com resolução espacial de 90 metros, hidrologicamente consistidas no software ArcGIS 10.

Para a prospecção de aplicabilidade da Lei da Mata Atlântica nos ambientes campestres na escala do Estado de Minas Gerais, optou-se pela abordagem de uma sequência de mapas, em que são apresentados progressivamente os dados de [A] ocorrência em afloramentos (campos rupestres), [B] ocorrências de ambientes campestres por biomas e nas disjunções associadas ao Bioma Mata Atlântica, [C] estratos de altitude para aplicação da lei da Mata Atlântica e [D] ambientes campestres em áreas cársticas de litologia carbonática. Os limites entre as classes de altitude referem-se aos critérios constantes na conceituação dos campos de altitude na Nota Explicativa ao Mapa de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (IBGE, 2008), que acompanha o Decreto Federal nº 6.660, de 2008.

Para o mapeamento do quadrilátero ferrífero, as unidades de litoestratigrafia foram agrupadas e simplificadas, procurando-se condensar em classes que apresentam maior influência sobre a diversidade dos ambientes de campo em altitude, em razão da formação edáfica e do contexto de drenagem aquífera. Dessa forma, as 19 classes finais representariam diferentes contextos edáficos, como em relação à textura, acidez, nutrientes, profundidade, drenagem, entre outros atributos. Outras sete classes foram mencionadas, pois apesar de não apresentarem representatividade espacial, limitando-se a ocorrências pontuais, constituem contextos edáficos relevantes.

Por fim, tomando por base os mapas apresentados, são discutidos os desafios acadêmicos, legais e de legitimação social para compreender e proteger os campos de altitude.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aspectos Legais

3.1.1 Conceituação Legal de Campos de Altitude

A Resolução Conama nº. 10, de 1993 (BRASIL, 1993) em seu art. 5º, define os campos de

altitude como:

vegetação típica de ambientes montano e alto-montano, com estrutura arbustiva e/ou herbácea, que ocorre geralmente nos cumes litólicos das serras com altitudes elevadas, predominando em clima subtropical ou temperado. Caracteriza-se por uma ruptura na sequência natural das espécies presentes nas formações fisionômicas circunvizinhas. As comunidades florísticas próprias dessa vegetação são caracterizadas por endemismos.

Na Nota Explicativa ao mapa que acompanha o Decreto Federal nº 6.660, de 2008, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008) – define os campos de altitude como:

a vegetação com estrutura herbácea ou herbácea/arbustiva, caracterizada por comunidades florísticas próprias, que ocorre sob clima tropical, subtropical ou temperado, geralmente nas serras de altitudes elevadas, nos planaltos e nos Refúgios Vegetacionais, bem como a outras pequenas ocorrências de vegetação campestre não representadas no mapa. Os Campos de Altitude estão situados nos ambientes montano e alto-montano. O montano corresponde às faixas de altitude: de 600 a 2.000m nas latitudes entre 5° N e 16° S; de 500 a 1.500m nas latitudes entre 16° S e 24° S; e de 400 a 1.000m nas latitudes acima de 24° S. O altomontano ocorre nas altitudes acima dos limites máximos considerados para o ambiente montano.

Ressalta-se que a definição de campos de altitude, na Nota Explicativa, abrange tanto os ambientes montano e altomontano, sendo mais amplas que algumas classificações que se referem aos campos de altitude como restritos apenas aos ambientes altomontanos, como em Rizzini (1979).

3.1.2 Proteção Legal

Os campos de altitude, quando inseridos no Bioma Mata Atlântica, bem como em suas áreas de tensão ecológica (contatos ou disjunções) e refúgios vegetacionais, estão sob a proteção da Lei da Mata Atlântica, a Lei Federal nº 11.428, de 2006 (BRASIL, 2006), regulamentada pelo Decreto Federal nº 6.660, de 2008 (BRASIL, 2008), e, especificamente, pela Resolução Conama nº 423, de 2010 (BRASIL, 2010), a qual “dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica”.

De acordo com o art. 14 da Lei da Mata Atlântica, a supressão de vegetação primária ou de vegetação secundária em estado avançado, protegida por essa lei, só poderá ter sua autorização concedida em casos de utilidade pública¹. O mesmo dispositivo também apenas permite a autorização de supressão de vegetação secundária em estado médio de regeneração nos casos de utilidade pública e de interesse social².

Nos termos do art. 17 e no inciso II do art. 32 da Lei da Mata Atlântica, a supressão de vegetação primária ou de vegetação em estágio médio ou avançado de regeneração importa compensação ambiental. Especifica que essa compensação deve se dar com a preservação de outra área equivalente à extensão da área da desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica e, sempre que possível, na mesma microbacia hidrográfica.

Os Estados são, a princípio, os entes federados competentes para emitir autorização para intervenção nos ecossistemas protegidos por essa lei (art. 14, §1º; art. 24, parágrafo único; art. 28; art. 30, inciso I). Não obstante, esse aparato legal inclui a prerrogativa da União em emitir, preliminarmente, a anuência para o licenciamento ambiental quanto à conversão para uso alternativo do solo (art. 19 do Decreto Federal nº 6.660, de 2008), nos desmates acima de 50ha. De acordo com o art. 21 do mesmo decreto, essa anuência permite estabelecer condicionantes

adicionais no processo de licenciamento ambiental. A lei também regula casos específicos em que a supressão em áreas urbanas poderão ser autorizadas pelo órgão municipal.

Com a edição da Resolução Conama nº 392, de 2007 (BRASIL, 2007), foram estabelecidos importantes critérios para a identificação dos ambientes florestais atlântica e de seus estágios de regeneração. Porém, tais critérios não eram aplicáveis aos campos de altitude. Todavia, a partir da Resolução Conama nº 423, de 2010, são definidos critérios específicos para os campos de altitude e temos, portanto, uma grande oportunidade para proteger esses ecossistemas.

Além da Lei da Mata Atlântica, outros instrumentos legais são relevantes para a proteção dos campos de altitude. A sensibilização social pela proteção dos campos de altitude tem incentivado a criação de diversas unidades de conservação nas áreas serranas, conforme documentado por Rapini, Ribeiro e Lambert et al. (2008) para os campos rupestres em altitude. Comumente, os campos de altitude se encontram em áreas de preservação permanente de topos de morro, de bordas de chapada e de declividade elevada, disciplinadas pela Lei Federal nº 12.651, de 2012 (Lei de Proteção da Vegetação Nativa).

Os campos de altitude no topo de serras e chapadas frequentemente situam-se como áreas de recarga de sistemas de cavidades subterrâneas, especialmente nas províncias carbonáticas ou ferruginosas. A ocorrência de cavidades naturais acarreta a proteção pelo Decreto Federal nº 99.556, de 1990, a qual é extensível à área de influência necessária para a proteção desses ecossistemas subterrâneos. Essas áreas de influência de cavidades preferencialmente devem incorporar sua área de recarga hídrica, podendo trazer proteção adicional aos campos de altitude.

3.2 Resultados Cartográficos

A Figura 1 apresenta a localização e a toponímia das serras com os principais campos rupestres do Estado de Minas Gerais. Observa-se que as maiores área de campos rupestres correspondem ao complexo da Serra do Espinhaço.

A Figura 2, a seu passo, apresenta o contexto ecológico dos campos limpos e rupestres no Estado de Minas Gerais. Observa-se uma distribuição generalizada dos campos, tanto pelo Bioma Cerrado, quanto pelo Bioma Mata Atlântica.

No Bioma Mata Atlântica, chama a atenção a grande mancha de campos limpos ao Sudoeste do Estado, nas cabeceiras do Rio Grande, em sua maior parte sobre cambissolos que se assentam em litoestratigrafia de gnaisses e xistos (CPRM/CODEMIG, 2003; UFLA, 2010), sendo margeado pelo sistema granitóide da Serra da Mantiqueira e pelos sistemas de quartzitos da Serra das Carrancas. Ainda no Bioma Mata Atlântica, encontra-se o Quadrilátero Ferrífero, cuja geodiversidade será analisada na Figura 5.

Observa-se que parte dos campos limpos e rupestres da Serra do Espinhaço do Bioma Cerrado foi associada ao Bioma Mata Atlântica, enquanto outras não. Uma pequena parcela dos campos limpos da Serra do Espinhaço também se encontra dentro do Bioma Mata Atlântica, no extremo norte do Estado. Outras serras com campos rupestres significativos, como as serras da Canastra, do Cabral, Bocaina e Mata da Corda encontram-se no Bioma Cerrado.

O Cerrado apresenta uma distribuição de campos limpos por toda sua extensão no Estado, especialmente no Centro-Oeste e Noroeste. Também se notam parcelas de campos limpos nos ecossistemas associados à Mata Atlântica no Norte do Estado, no Bioma Cerrado.

O Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica não delimitou disjunções associadas ao Bioma Mata Atlântica dentro da porção mineira do Bioma Caatinga. Além disso, as fitofisionomias campestres no Bioma Caatinga, em Minas Gerais, restringem-se a pequenas manchas esparsas.

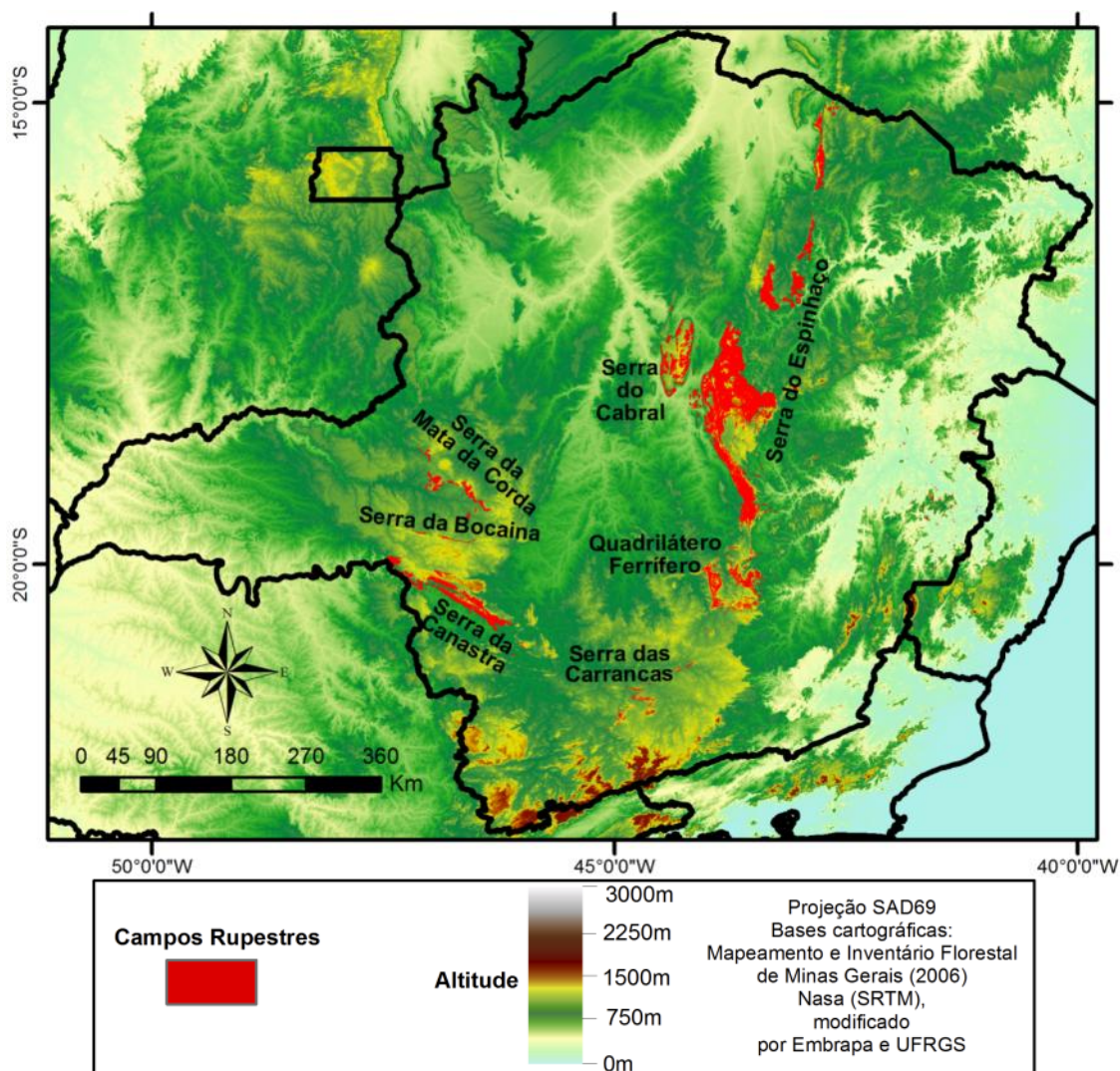


Figura 1: Localização dos Principais Campos Rupestres em Minas Gerais, sob a base de altimetria.

O mapa da Figura 3 apresenta as estratificações de altitude para os ambientes campestres em Minas Gerais. Observa-se que a grande maioria dos ambientes campestres do Estado classificam-se na faixa montana. Apenas no Vale do Urucuia, no Noroeste do Estado e no Vale do Médio São Francisco, ambos acima do Paralelo 16° S, encontram-se ambientes campestres não enquadráveis no limite montano. No extremo sul do Estado, próximo na Serra da Mantiqueira, encontram-se ambientes de campos limpos altomontanos.

A Tabela 1 apresenta as áreas dos ambientes campestres em função do contexto ecológico e da estratificação de altitude. Os ambientes campestres montanos do Bioma Cerrado não associação ao Bioma Mata Atlântica, representam 80% dos campos (sendo 70% como campos limpos e 10% como campos rupestres). Os campos rupestres montanos dos Biomas Cerrado e Caatinga que são associados ao Bioma Mata Atlântica, representam 26% dos campos rupestres e 4% dos ambientes campestres em geral. Os ambientes campestres inseridos no Bioma Mata Atlântica correspondem a 10% dos campos.

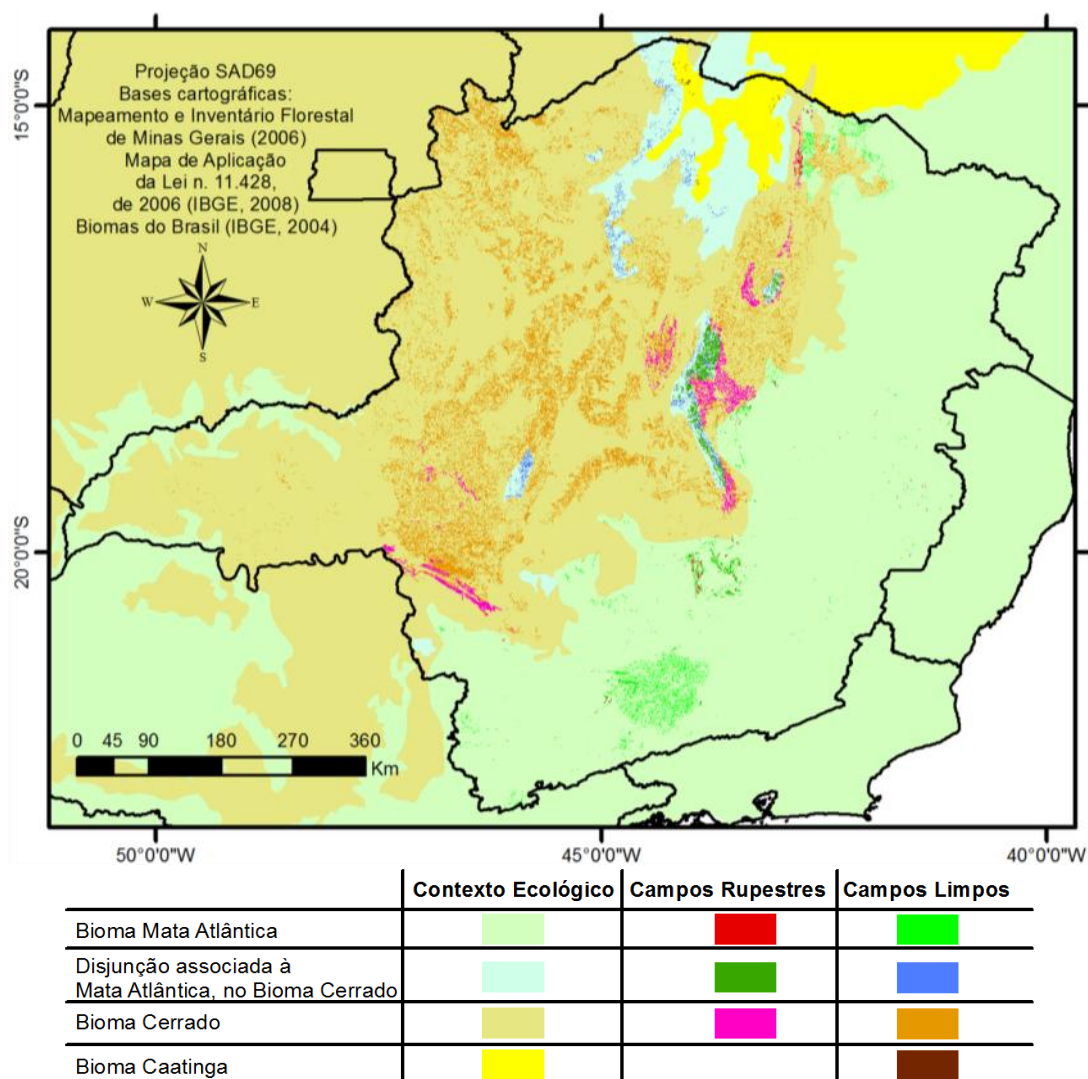


Figura 2: Campos (limpos e rupestres) em Minas Gerais, por contexto de Bioma (Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica), destacando ainda os ecossistemas associados à Mata Atlântica.

Fonte: IBGE (2008).

Os campos cársticos estão apresentados no mapa da Figura 4, cuja extensão é informada na Tabela 2. Os campos em altitude no Bioma Cerrado e não classificados como em associação à Mata Atlântica correspondem a 46% da área de campos cársticos. Os campos em altitude nos Biomas Cerrado e Caatinga associados ao Bioma Mata Atlântica, por sua vez, somam 40% da área mapeada e 94% dos campos rupestres cársticos.

Há uma faixa de campos limpos em ambiente calcário que margeia grande parte da extensão imediatamente a oeste da Serra do Espinhaço. O afloramento dessas litologias calcárias deveu-se à deformação estrutural do cráton São Francisco na ocasião do evento orogenético que formou a Serra do Espinhaço. Destaca-se a região de Monjolos, onde há uma expressiva ocorrência de campos limpos e rupestres em área do Bioma Cerrado mapeada como associada ao Bioma Mata Atlântica.

No extremo Norte do Estado, em ambientes dos Biomas Cerrados e Caatinga associados ao Bioma Mata Atlântica, encontram-se manchas de campos limpos em limites de altitude inferiores ao Bioma Mata Atlântica (equivalente 8% da área dos campos cársticos). Também chamam atenção os campos limpos montanos sobre a Formação carbonática Vazante, no Noroeste de Minas Gerais.

Apesar da pequena expressividade dos campos rupestres no mapa da Figura 4 (7% dos campos cársticos), deve-se considerar uma ocorrência generalizada em afloramentos pontuais, contudo pequenos demais para as escalas de mapeamento da vegetação até então disponíveis.

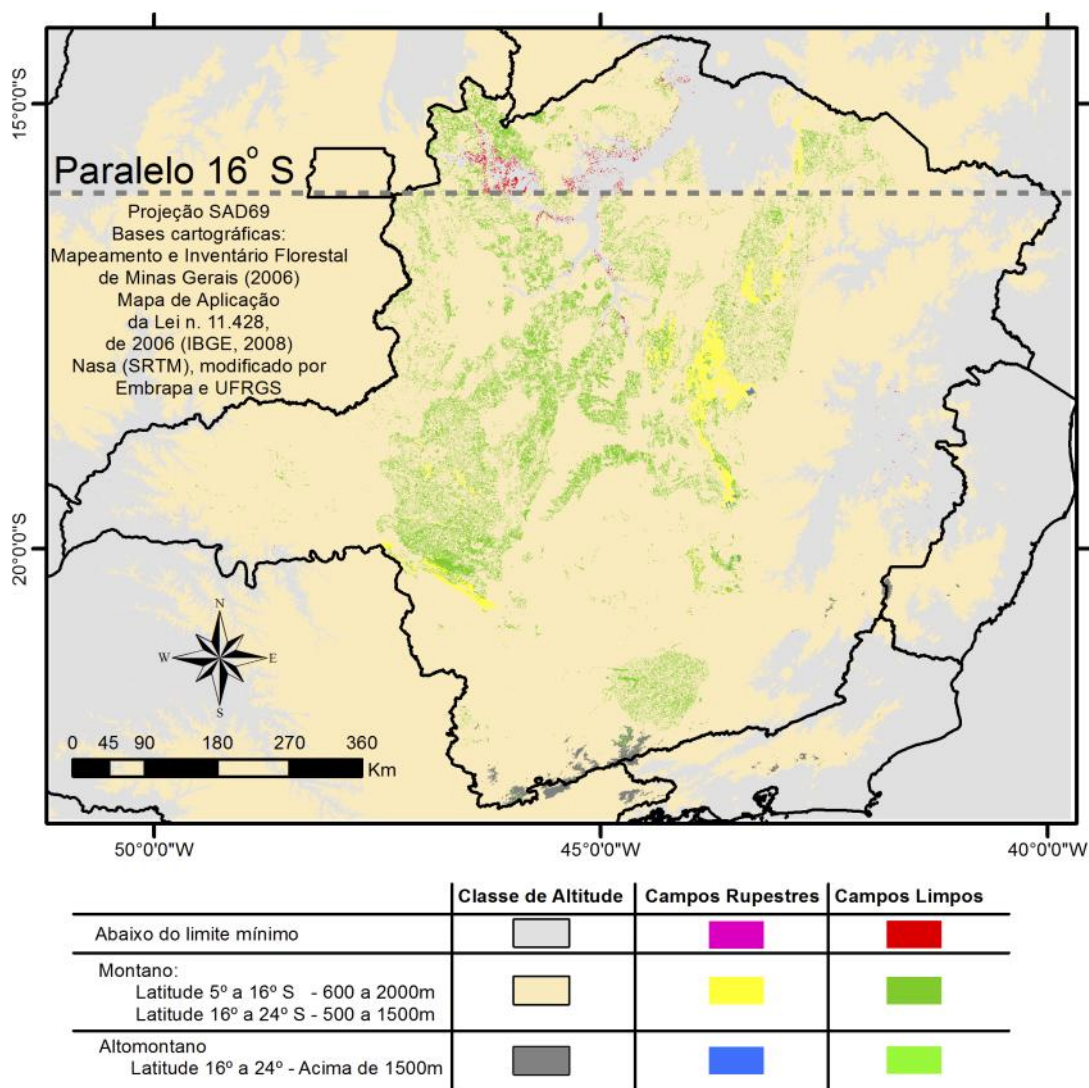


Figura 3: Campos (limpos e rupestres) em relação aos limites de altitude para classificação de Campos de Altitude.

Tabela 1: Área dos Ambientes Campestres em Minas Gerais, por contexto ecológico e estratificação de altitude.

Contexto Ecológico	Classificação de Altitude	Campos Limpos	Campos Rupestres	Total Campos
Bioma Caatinga, não associado ao Bioma Mata Atlântica	Submontano	3.042,89	0	3.042,89
	Montano	2.979,88	0	2.979,88
Bioma Cerrado, não associado ao Bioma Mata Atlântica	Submontano	100.016,62	0,56	100.017,18
	Montano	3.189.077,08	460.783,20	3.649.860,28
	Altomontano	849,87	5.428,67	6.278,54
Bioma Cerrado ou Caatinga, associados ao Bioma Mata Atlântica	Submontano	18.061,79	0	18.061,79
	Montano	146.224,85	177.004,51	323.229,36
	Altomontano	0,20	363,74	363,94
Bioma Mata Atlântica	Submontano	4.192,85	906,78	5.099,63
	Montano	385.036,99	37.781,12	422.818,11
	Altomontano	23.132,87	3.204,42	26.337,29
Total		3.872.615,89	685.473,02	4.558.088,91

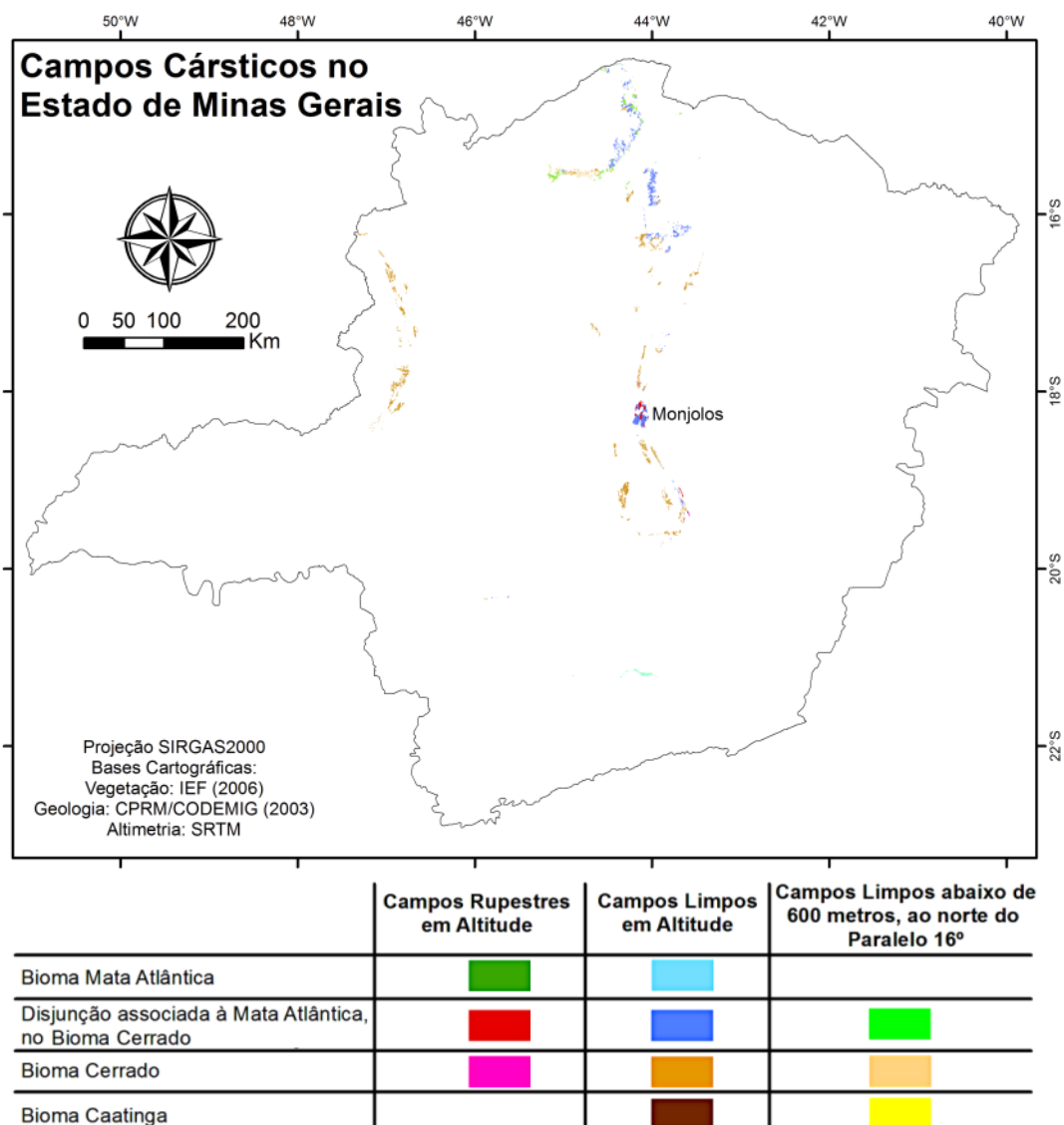


Figura 4: Campos limpos e rupestres em áreas cársticas, em Minas Gerais, classificados pelo contexto ecológico e pelas estratificações de altitude.

Tabela 2: Área (em hectares) dos Campos Cársticos em Minas Gerais.

Contexto Ecológico	Classificação de Altitude	Campos Limpos	Campos Rupestres	Total Campos
Bioma Caatinga, não associado ao Bioma Mata Atlântica	Em Altitude	88,23	0	88,23
	Submontano	131,41	0	131,41
Bioma Cerrado, não associado ao Bioma Mata Atlântica	Em Altitude	33.584,50	335,95	33.920,40
	Submontano	2.641,21	0	2.641,21
Biomass Cerrado e Caatinga, associados ao Bioma Mata Atlântica	Em Altitude	24.345,40	4.981,62	29.327,03
	Submontano	5.816,63	0	5.816,63
Bioma Mata Atlântica	Em Altitude	1.493,68	9,50	1.503,18
Total		68.101,00	5.327,08	73.428,08

O Mapa da Figura 5 mostra a geodiversidade dos ambientes campestres do Quadrilátero Ferrífero. Nas estruturas a Oeste do Quadrilátero, dominam os quartzitos associados ao Grupo Caraça. No Sul, também dominam quartzitos, esses do Grupo Itacolomi. Na porção mais central, é

expressivo o Grupo Nova Lima (Formação Catarina Mendes), em que se imbricam carbonato, quartzo, feldspato, xisto, clorita e hematita.

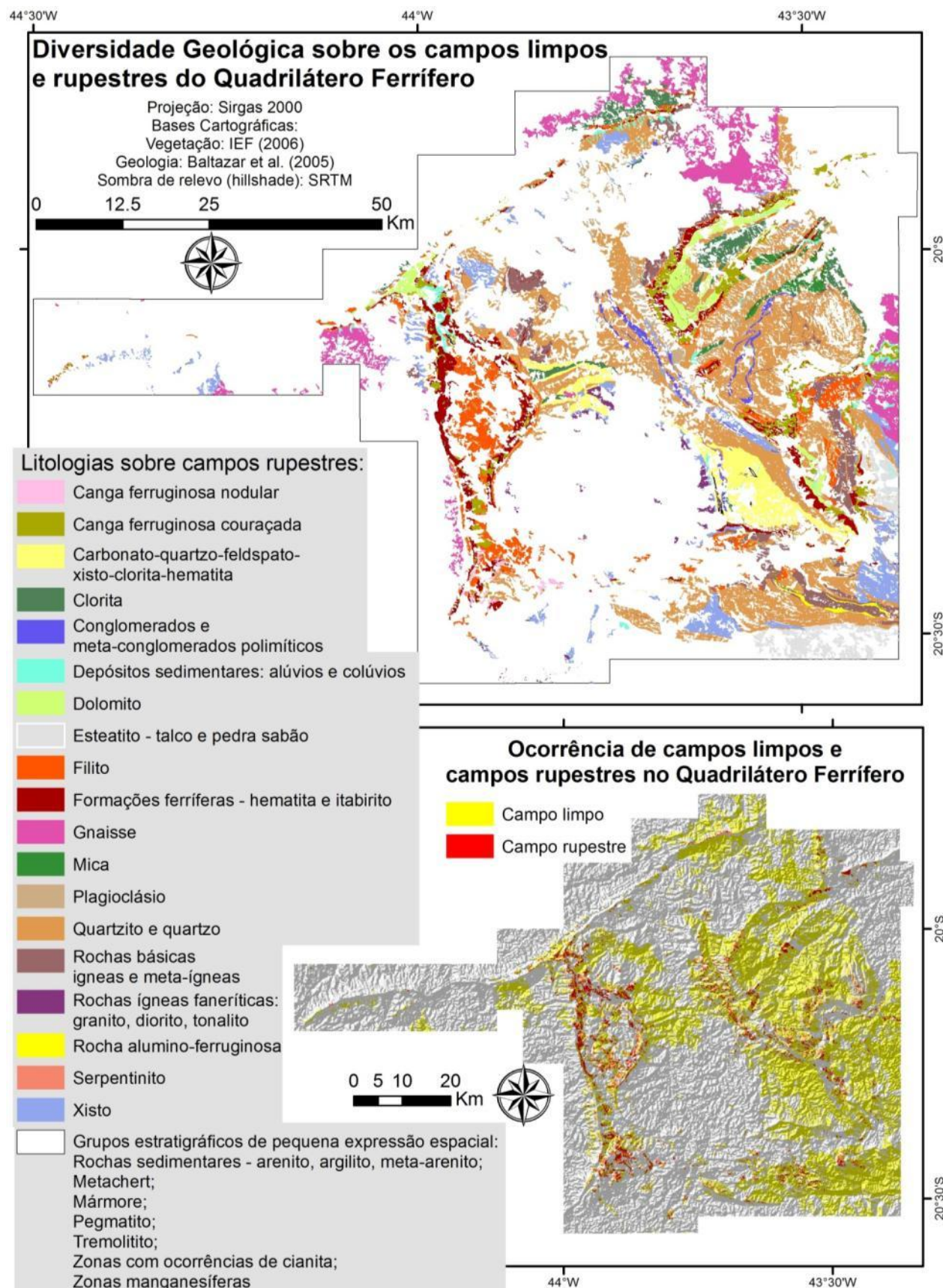


Figura 5: Diversidade geológica nos campos do Quadrilátero Ferrífero.

A Oeste, na Sinclinal Moeda, têm maior expressividade os filitos (Formação Fecho do Funil), bordados por formações ferríferas. A Serra do Gandarela, no Noroeste do Quadrilátero, apresenta interior dominado por dolomitos, margeada por formações ferríferas e canga couraçada. No Sudeste do Quadrilátero chamam atenção os ambientes campestres sobre rochas básicas ígneas e meta-ígneas do Grupo Sabará (Super Grupo Minas).

Margeando o Quadrilátero a Oeste, Nordeste e Sudeste, há sistemas campestres sobre litossomas gnáissicos. A Sul, encontram-se os ambientes campestres sobre esteatito, talco e pedra sabão. Por fim, muitas outras litologias despontam por todo o quadrilátero, formando um mosaico de diversos ambientes rupícolas.

3.3 Discussão

3.3.1 Análise do Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica³

Em primeiro lugar, importa reconhecer quais são as áreas de campos de altitude efetivamente protegidas pela Lei da Mata Atlântica (no bioma ou nos refúgios e áreas de tensão), através do mapeamento elaborado com base nas definições da Lei da Mata Atlântica e seu decreto, bem como da Nota Explicativa.

O mapa que acompanha o Decreto Federal nº 6.660, de 2008, não mapeia os campos de altitude, embora a nota explicativa inserida no mapa apresente sua conceituação. A Nota Explicativa aponta que parte desses campos estaria nas classes de Refúgios Vegetacionais, coerentemente à classificação fitogeográfica de Veloso, Rangel Filho e Lima (1991).

Seguindo nessa linha, a Nota Explicativa especifica que os Refúgios Vegetacionais localizados nos Biomas Cerrado e Caatinga são protegidos como disjunções do Bioma Mata Atlântica. Em termos concretos, as áreas mapeadas com Refúgio Vegetacional correspondem a regiões da Serra do Espinhaço e da Chapada Diamantina, locais em que predominam típicos campos rupestres quartzíticos em altitude.

A experiência de publicação de uma lei e um decreto que atribuem valor normativo a uma mapa de vegetação é uma novidade no Direito brasileiro. Com isso, também surgem novas questões de interpretação legal. Na experiência do direito ambiental e do direito civil, os mapas com precisão topográfica de domínio de unidades de conservação ou de propriedades rurais apresentavam limites inequívocos. Entretanto, a Nota Explicativa do mapa de vegetação, que acompanha o Decreto nº 6.660, de 2008, ressalva que o mapeamento é apenas indicativo, em função da escala simplificada (1:5.000.000). Informa também que o fato de manchas menores de outras fitofisionomias serem agregadas em outras manchas maiores, por questões de escala, não caracteriza a inexistência das manchas menores. Na definição de Campos de Altitude, na Nota Explicativa (apresentada na Subseção 3.1.1), ressalta-se explicitamente que há áreas de campo não apresentadas no mapa, em virtude da escala de representação.

Dessa forma, uma identificação de campo pode muito bem se deparar com uma fitofisionomia diferente da delimitada pelo mapa. Coerentemente ao texto legal, entende-se, pois, que a lei protege a vegetação real, identificada em campo, sendo o mapa um indicativo técnico para fundamentar a avaliação de campo. Nesse contexto, continua importante a vistoria de campo para caracterizar as fitofisionomias, os estágios sucessionais e identificar fragmentos e contornos que escapam ao detalhamento dos mapas, de forma a chegar-se à conclusão sobre o nível de proteção a que aquela vegetação está sujeita. A Nota Explicativa ainda garante que, nos licenciamentos ambientais e nos pedidos de supressão, seja identificado o tipo de vegetação para aplicação do regime de proteção ambiental.

Além disso, a legenda do mapa apresenta uma ‘Nota’, comunicando que podem ser utilizados outros mapas oficiais de vegetação do IBGE para regiões específicas, quando essas tiverem um detalhamento maior. Esse é o caso dos mapas de vegetação do Projeto Radam Brasil,

(BRASIL, 1973), elaborados em escala de trabalho de 1:250.000 e escala de publicação de 1:1.000.000. Além disso, com o recente mapeamento de vegetação dos Biomas Brasileiros (BRASIL, 2012) em escala de 1:250.000, pelo Ministério do Meio Ambiente, há informações básicas para que o IBGE atualize os seus mapas oficiais de vegetação.

Em última instância, cabe também aos pesquisadores realizarem estudos que possam trazer ao IBGE embasamentos para que se aprimore futuramente o Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica, seja em razão da melhoria do mapeamento da vegetação e dos biomas, seja pela interpretação de quais seriam os ecossistemas externos, mas associados, ao Bioma Mata Atlântica. Uma iniciativa exemplar foi a de Ribeiro, Nascimento, Madeira et al. (2009), ao proporem um novo mapeamento da delimitação entre os Biomas Mata Atlântica e Cerrado na Serra do Cipó (Sul do Espinhaço), em escala de 1:100.000.

3.3.2 Classificação dos Campos de Altitude

A classificação e a identificação dos campos de altitude e campos rupestres é uma questão chave para este artigo. A classificação de tipos vegetacionais é sempre polêmica, mesmo entre pesquisadores especializados em determinadas regiões biogeográficas, pois a delimitação baseia-se tanto em fitofisionomia, como em estrutura e composição de espécies, e em diferentes combinações hierárquicas. As divergências encontradas podem se dever a classificações a partir de diferentes sistemas, com diferentes hierarquias entre os três componentes citados. Pode se dever também a diferentes escalas consideradas – reconhecem-se certos ambientes em uma escala que não são reconhecidos em outra, por dificuldades de identificação ou de mapeamento (CONCEIÇÃO, 2006). Outra faceta importante é a questão política, com reflexos diretos na proteção normativa e na execução de políticas públicas, e que atravessa a pesquisa de forma legítima – vale a pena ou não distinguir um certo tipo vegetacional? Quanto vale a pena distinguir ou agrupar? ⁴

Vasconcelos (2011) atenta para publicações técnicas e acadêmicas considerarem que os campos de altitude e os campos rupestres como dois tipos diferentes de vegetação. Em geral, essas publicações os classificam como domínios fitogeográficos distintos, com os campos de altitude se referindo aos ambientes campestres sobre granito-gnaiss na Serra da Mantiqueira e na Serra do Mar; ao passo que os campos rupestres estariam associados a quartzitos e rochas ferruginosas, tais como a Serra do Espinhaço, o Quadrilátero Ferrífero e a Chapada Diamantina. Ambientes como a Serra da Canastra e a Serra do Ibitipoca, todavia, apresentariam características de ambos os domínios. Vasconcelos (2011) arrazoa que, embora ambos os ambientes apresentem semelhanças fitofisionômicas e compartilhamento de táxons vegetais, as diferenças do substrato edáfico-geológico e a as afinidades biogeográficas fundamentaria essa distinção entre os dois ambientes.

Entretanto, propomos neste artigo uma proposta de classificação alternativa à defendida por Vasconcelos (2011) e, a nosso ver, mais coerente com os fundamentos dispostos do Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica e em sua Nota Explicativa. Consideramos que a classificação de campos rupestres e de campos de altitude refere-se a fatores ambientais distintos e, portanto, não mutuamente excludentes. O campo de altitude é condicionado pelo efeito do macro, meso e micro relevo nos ecossistemas. Ao passo que o campo rupestre é condicionado pelos afloramentos rochosos que os constituem.

As próprias definições legais sobre campos de altitude, apresentadas no início deste artigo, apresentam uma conceituação ampla, que em momento nenhum excluem a possibilidade de afloramentos rochosos nos campos de altitude. De modo coerente, a lista indicativa de espécies associadas aos campos de altitude, apresentada no Anexo I da Resolução Conama nº 423, de 2010, também inclui espécies de ocorrência típica ou restrita a afloramentos rochosos em altitude.

Dessa forma, acreditamos ser possível encontrarmos combinações desses fatores, na forma de campos rupestres de altitude, campos de altitude não rupestres, campos rupestres que não sejam de altitude e, ainda, campos que não sejam nem rupestres nem de altitude. Esse esquema demonstra

a grande diversidade de ambientes possíveis para as vegetações campestres. Ademais, tal classificação é coerente com o Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (IBGE, 2008) e permite-se, pois, que campos rupestres condicionados a contextos biogeográficos de altitude possam ser protegidos pela referida lei, quando forem associados a disjunções desse bioma.

Essa proposta de classificação não exclui, inclusive, a constatação de diferenças biogeográficas entre ambientes como campos quartzíticos e campos granito-gnáissicos, como defendido por Vasconcelos (2011), porém as insere dentro de uma classificação mais geral. Ou seja, dois campos de altitude, em contextos biogeográficos diferentes, podem apresentar biodiversidade distinta, mas apresentam características ambientais semelhantes como refúgios vegetacionais e, conseqüentemente, importância ecológica, justamente por serem campos de altitude.

3.3.3 Geodiversidade e Biodiversidade dos Campos de Altitude

Os campos de altitude são, de fato, ecossistemas singulares por diversos aspectos ambientais, como altitude, relações rochas/geoformas/solos/circulação hídrica/micro-climas e, em especial, em virtude das plantas desenvolvidas com notável endemismo. Análises constataam que, mesmo sob a mesma litologia, diferentes combinações de profundidade e fertilidade do solo (ou praticamente ausência), proximidade de corpos de água (umidade), sombreamento e posição na vertente podem gerar um mosaico de nichos ecológicos (ALVES; KOLBEK, 1993; CONCEIÇÃO, 2006). Conceição e Pirani (2005) mostram como os microambientes de afloramentos, fendas rochosas e campos de entremeios formam um mosaico válido para os campos rupestres em altitude na Chapada Diamantina.

Essa diversidade geoambiental foi comprovada por estudos de campo no quadrilátero ferrífero (localizado no Bioma Mata Atlântica), realizadas por Jacobi e Carmo (2008a e b). Jacobi, Carmo, Vicent et al. (2007) propôs um esquema de seis nichos com características ecológicas diferenciadas (Figura 6) nos campos rupestres de altitude. Além desses nichos, Mourão e Stehmann (2007) e Vincent e Meguro (2008) demonstram que há também uma diferença significativa na biodiversidade entre os campos rupestres de canga encouraçada e de canga nodular.

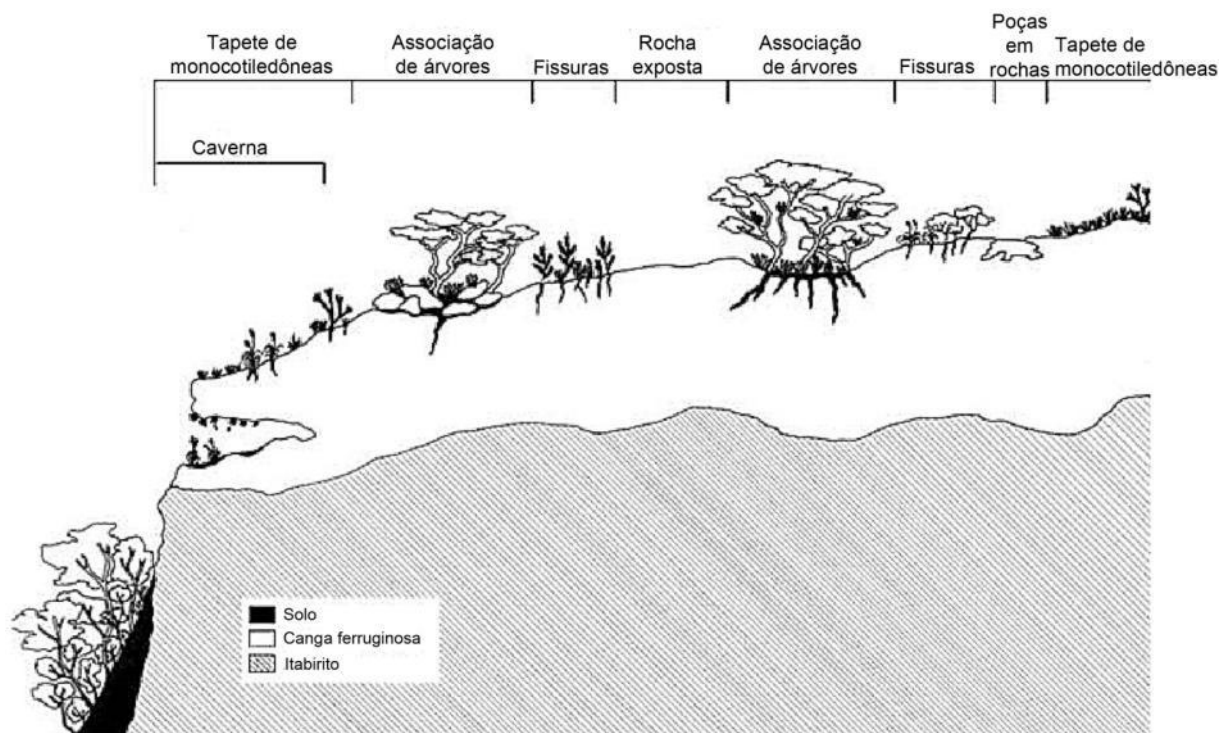


Figura 6: Nichos ecológicos diferenciados nos campos rupestres.

Fonte: Adaptado de Jacobi, Carmo, Vicent et al. (2007).

Também é preciso atentar que os diferentes tipos de rocha dão vez a diferentes tipos de substrato edáfico, originando campos com singularidades bióticas específicas. Nunes (2009) aponta que a profundidade do solo, acidez, teor de matéria orgânica e disponibilidade de água são fatores-chaves para a diferenciação da biodiversidade interna aos campos rupestres. Lamounier, Salgado, Carvalho et al. (2008) estuda como as inter-relações entre tipos de rocha, solo, altitude e relevo serrano geram ambientes vegetacionais diferenciados de campos rupestres e campos limpos em altitude na Serra do Gandarela, no quadrilátero ferrífero. Messias, Leite, Meira-Neto et al. (2012) também mostram como, em campos rupestres do quadrilátero ferrífero, a combinação de diferentes litologias (quartzito e itabirito) com formas de relevo (vertentes inclinadas, platôs e depressões locais) levam a diferentes micro-habitats com biodiversidade florística distinta.

O Mapa da Figura 5 demonstra importantes indicações sobre a bio-lito-edafo-diversidade do Quadrilátero Ferrífero, ao apresentar as diferenças na litoestratigrafia das áreas de campos rupestres e campos limpos. Tais diferenciações ecológicas ocasionadas pelos distintos fatores ambientais são capitais para a aplicação da Lei da Mata Atlântica, em virtude de que a compensação ambiental pela supressão da vegetação de um campo de altitude obriga o empreendedor a destinar uma área de mesma característica ecológica para a preservação (art. 17 e inciso II do art. 32). A correta delimitação e caracterização dessas singularidades ecológicas torna-se crucial, no licenciamento ambiental, na etapa de definição das alternativas locacionais do empreendimento, inclusive salvaguardando campos de altitude que apresentem características únicas de endemismo. Tal proteção é reforçada pelo parágrafo único do art. 39 do decreto regulamentador da Lei da Mata Atlântica, o qual veda a supressão no caso de risco a espécies com ocorrência restrita à área de abrangência do empreendimento.

3.3.4 Campos Rupestres em Altitude nos Biomas Cerrado e Caatinga, associados ao Bioma Mata Atlântica

No que tange à proteção legal, também é necessário atentar que os fatores de altitude e de afloramentos litólicos não ocorrem restritamente ao Bioma Mata Atlântica. Por exemplo, como campos rupestres no meio do Bioma Cerrado ou Caatinga puderam ser classificados como campo de altitude associados ao Bioma Mata Atlântica, para efeitos de proteção da Lei nº 11.428, de 2006?

Primeiramente, cabe atentar que os campos de altitude apresentam fitofisionomia e diversidade genética bastante distintas da matriz florestal do Bioma Mata Atlântica. Não obstante, pelo fato da distribuição dos campos de altitude se dar em boa parte dentro do Bioma Mata Atlântica, não se pode desprezar as relações fitogeográficas entre os ambientes florestais atlânticos (núcleo do bioma) e o complexo dos demais ambientes naturais coexistentes sob condições variantes (SCARANO, 2002), justificando a oportunidade de proteger também esses importantes ecossistemas. Scarano (2002) exemplifica a migração de epífitas (tais como bromélias e orquídeas) entre os ambientes rochosos serranos e o dossel das florestas circundantes, no decorrer de sua história evolutiva. No que se refere à fauna, estudos mostram que anfíbios, e potencialmente outros animais, transitam entre campos de altitude e floresta, como distintos ambientes de alimentação, reprodução e refúgio (JUNCA, 2006; DRUMMOND, 2009).

O raciocínio acima apresentado é facilmente apreendido para os ecossistemas de campos de altitudes inseridos dentro do Bioma Mata Atlântica. Direta, também, é a sua vinculação à proteção legal da Lei da Mata Atlântica.

Porém, é necessária uma maior justificação biogeográfica para compreender por que os campos de altitude porventura localizados em encaves, disjunções e áreas de transição de Mata Atlântica nos Biomas Cerrado e Caatinga, foram mapeados como áreas protegidas pelo mapa que acompanha o Decreto nº 6.660, de 2008. Em primeiro lugar, é necessário manter em mente que essas áreas continuam sendo do Bioma Cerrado e Caatinga. Não se trata de mudar a classificação do bioma em que foram originalmente delimitados, mas apenas de estender a proteção legal para esses

ecossistemas.

Uma primeira linha de abordagem para essas áreas de campos de altitude externas, mas associadas, ao Bioma Mata Atlântica seria utilizar a teoria dos refúgios ecológicos. De acordo com Haffer e Prance (2002, p. 186):

A teoria dos Refúgios propõe que as mudanças na vegetação seguiram reversões climáticas em virtude dos ciclos de Milankovitch durante algum período da História da Terra, causando a fragmentação dos centros de origem das espécies e o isolamento de uma parte das respectivas biotas em refúgios ecológicos separados entre si, onde populações de espécies (1) se extinguíram, (2) sobreviveram sem alteração, ou (3) diferenciaram-se ao nível de subespécies ou espécies.

Silva (2009) utilizou essa abordagem para o estudo dos ambientes campestres ligados ao Bioma Mata Atlântica. Nessa linha de explicação, com as flutuações climáticas de tempos passados, os campos de altitude foram absorvendo algumas espécies de cerrado, mata atlântica e de caatinga, virando testemunhos e gerando especiações endêmicas.

Esses biomas, portanto, alteraram bastante a sua delimitação ao longo da história quaternária, de modo que áreas hoje externas ao Bioma Mata Atlântica, por vezes, já foram incorporadas, ou ao menos circundadas pela floresta matriz em tempos pretéritos de maior umidade. Dessa forma, a compreensão dos campos de altitude como uma modalidade de refúgio ecológico ajuda a compreender a história adaptativa de suas espécies, o seu valor ecológico (endemismo e alta biodiversidade), assim como pode fornecer pistas sobre sua relação com os biomas da Mata Atlântica, do Cerrado e da Caatinga. Em um contexto que mais de 86% da floresta atlântica já foi desmatada, a conservação dos ambientes associados adquire uma maior importância em termo de repositórios da biodiversidade desse bioma (HIROTA, 2005; 2011). Talvez esse seja um caminho para ajudar a resolver essa questão.

Observando os mapeamentos apresentados para o Estado de Minas Gerais (Figuras 1, 2 e 3), chamam atenção os campos rupestres em serras que servem como barreiras orográficas com efeitos climáticos locais, separando o Bioma Mata Atlântica do Bioma Cerrado, como a Serra do Espinhaço (RIBEIRO; NASCIMENTO; MADEIRA et al., 2009). Essa função refúgio ecológico em um ambiente de interseção e interação com o Bioma Mata Atlântica seria uma das principais justificativas para que parte de suas áreas tenham sido classificadas como refúgio vegetacional associado ao Bioma Mata Atlântica pelo Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (IBGE, 2008). Em relação às demais áreas campestres (especialmente as rupestres) da Serra do Espinhaço que não foram delimitadas como associadas ao Bioma Mata Atlântica, talvez não o tenham sido justamente em razão da escala de mapeamento, e estudos futuros podem lançar luz sobre a pertinência de sua proteção ou não pela Lei nº 11.428, de 2006.

Outras serras, como a Serra do Cabral e a Serra da Canastra localizam-se próximas à fronteira do Bioma e, em climas pretéritos mais úmidos, provavelmente já assumiram papéis de barreiras orográficas similares ao que faz hoje a Serra do Espinhaço. Todavia, seriam necessárias mais pesquisas para estabelecer essas relações, aclarando sua similaridade florística atual e paleoclimática com os refúgios vegetacionais protegidos pela Lei da Mata Atlântica.

3.3.5 Suporte e Legitimidade Social

A aplicação legal também deve levar em conta a legitimação e o apoio social, como elementos fundamentais para a sua eficácia. Para a população leiga, em geral, muitas vezes é difícil a compreensão da diferença entre os conceitos de Bioma e Ecossistema, ou seja, que um Bioma pode conter diferentes ecossistemas. Todavia, o entendimento desse conceito é essencial para entender a extensão da proteção da Lei da Mata Atlântica.

É ainda mais difícil, para a população, assimilar teorias mais complexas, como os sistemas

hierárquicos de classificação de vegetação, bem como a vinculação evolutiva entre ecossistemas resultante da teoria dos refúgios ecológicos. Todavia, essas noções seriam importantes para compreender o porquê de ecossistemas externos ao Bioma Mata Atlântica terem sido protegidos pela lei. Um exemplo dessas dificuldades é a relutância de produtores rurais do Norte de Minas Gerais, em aceitar que áreas de Mata Seca (Floresta Estacional Decidual) do Bioma Cerrado e Caatinga estariam protegidas pela Lei da Mata Atlântica.

Nesse contexto, o apoio social para a conservação dos campos de altitude e do Bioma Mata Atlântica deve passar por um trabalho de conscientização ambiental. O entendimento sobre as relações ecológicas nos campos de altitude é essencial para que a população entenda o alcance e as motivações da proteção legal proporcionada pela Lei da Mata Atlântica.

Em Minas Gerais, como já há muitos grupos que defendem os campos rupestres (em especial os campos ferruginosos) do Quadrilátero Ferrífero e da Serra do Cipó (sul da Serra do Espinhaço), seria mais fácil encontrar apoio social para defender a aplicação da legislação ambiental a esses locais. Todavia, nos campos serranos e rupestres do Noroeste e Centro-Oeste de Minas Gerais, que estão inclusive mais afastados da Mata Atlântica, seria difícil tanto a justificação biogeográfica quanto a obtenção do respaldo social quanto às serras e chapadas de lá serem abarcadas pela proteção da Lei Federal nº 11.428, de 2006.

3.3.6 Estratificação de Altitudes

A estratificação de altitudes, disposta no mapa da Figura 3, não deve conduzir à conclusão apressada de que praticamente todos os ambientes campestres do Estado de Minas Gerais que estejam acima das cotas de altitude de 500 ou 600 metros seriam campos de altitude. Remetendo-se à conceituação da Nota Explicativa do IBGE (2008), pode-se inferir o inverso: às áreas inferiores a esses estratos de altitude não estariam cobertas por essa classificação como campos de altitude. Já as áreas localizadas dentro da faixa de altitude apropriada demandariam estudos específicos, envolvendo critérios fitogeográficos, para definir sobre sua classificação ou não como campos de altitude e sobre sua associação ou não ao Bioma Mata Atlântica.

Em serras específicas, pode-se constatar que as características fitoecológicas de um campo de altitude emergiriam a partir de outras faixas de referência, acima dos critérios gerais da Nota Explicativa (IBGE, 2008). Por exemplo, Eiten (1983) indica que os campos rupestres da Serra do Espinhaço geralmente ocorrem em altitudes acima de 900 metros.

3.3.7 Campos Rupestres Cársticos

Há também os campos rupestres de lapiás, em áreas cársticas localizadas nos Biomas Mata Atlântica e Cerrado. As áreas calcárias do Bioma Cerrado, em Minas Gerais, usualmente são ocupadas por Floresta Estacional Decidual (Mata Seca) e consideradas como disjunções associadas ao Bioma Mata Atlântica, protegidos na interpretação da lei, do decreto e do mapa da área de aplicação. Nesse contexto, os campos de lapiás (Figura 7), cumprindo os requisitos de serem: [A] localizados nos topos de afloramentos calcários (característica de microrrelevo de altitude), [B] acima das cotas de altitude exigidas na Nota Explicativa do Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (característica de altitude em macrorrelevo) e [C] internos ou contíguos espacialmente a esses encaves de matas deciduais – somam-se, pois, justificativa para serem considerados como ecossistemas associados protegidos pela Lei da Mata Atlântica.

Hipotetizam-se diferenças de biodiversidade quanto à diversidade geológica dos campos cársticos, em razão dos distintos graus de ativação de dissolução e erosão (gerando inclusive os afloramentos), do tipo de rocha carbonática (calcário e dolomitos), bem como do grau de mistura de elementos terrígenos na composição da rocha carbonática.



Figura 7: Exemplo de Campo de Lapiás sobre afloramento calcário no Município de Pains-MG, no Bioma Mata Atlântica. 13/4/2010.

Fotografia: Vitor Vieira Vasconcelos e Rafael Macedo Chaves.

A maior parte dos ambientes cársticos, margeando o oeste da cadeia do Espinhaço, encontra-se no Bioma Cerrado e está próxima a áreas delimitadas pelo Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica. Estudos mostram que há uma afinidade florística entre o Bioma Mata Atlântica e as Florestas Estacionais Deciduais dos núcleos cársticos a oeste do Espinhaço (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; OLIVEIRA-FILHO et al., 2006a, 2006b). Autores defendem que essa similaridade seria uma justificativa para, em mapeamentos oficiais mais detalhados de vegetação, incluir como associados ao Bioma Mata Atlântica aqueles núcleos que ainda não o haviam sido pelo Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (RIBEIRO; NASCIMENTO; MADEIRA et al., 2009). Indiretamente, esse raciocínio pode levar em consideração os campos cársticos em altitude entremeados a essas matas deciduais. Há diversos estudos investigando a associação entre a vegetação das florestas deciduais em áreas cársticas com os ecossistemas xerofíticos dos campos de lapiás, no Brasil e em diversas regiões da América Latina, ressaltando também os papéis desses núcleos cársticos como refúgios vegetacionais (PÉRES-GARCÍA; MEAVE, 2005; Felfili; NASCIMENTO; FAGG et al., 2007; PÉRES-GARCÍA; MEAVE; CEVALLOS-FERRIZ et al., 2012).

Por outro lado, os campos associados à formação Vazante, no Noroeste de Minas Gerais, apesar de normalmente interconectados a florestas estacionais deciduais, encontram-se bastante afastados do Bioma Mata Atlântica, suscitando dúvidas quanto à sua proteção, e mesmo quanto à aceitação social dessa proteção legal.

Independente de estarem ou não associados ao Bioma Mata Atlântica, os campos cársticos em afloramentos carbonáticos frequentemente são áreas de recarga para cavidades subterrâneas. Nesse caso, podem ser protegidos como área de influência dessas cavidades, sob os ditames do Decreto nº 99.556, de 1990.

3.3.8 Campos de Altitude Não-Rupestres

No Estado Minas, outras incertezas começam quando se tenta classificar um campo de altitude ‘não rupestre’. Afinal, Minas Gerais é um Estado quase todo de grande altitude (estrato montano), porém é necessário analisar um campo com referência ao relevo tanto em um contexto continental (macrorrelevo), quanto local (microrrelevo – por exemplo, se estiver em uma serra visível localmente). Além disso, muitos desses campos estão no Bioma Cerrado e, mesmo quando no Bioma Mata Atlântica, apresentam transição suave para outras fisionomias como campos-cerrados e cerrado *strictu sensu*.

Uma abordagem de proteção, mais acanhada, seria focar inicialmente na proteção das áreas de campo limpo que estivessem adjacentes a campos rupestres (ou seja, os entremeios de afloramentos, as vertentes e os sopés das serras). Eiten (1978) e Alves e Kolbek (2010) fornecem justificativa biogeográfica para tal abordagem, ao indicarem que as rampas de solos coluviais de textura arenosa nas bordas de afloramentos e serras rupestres são dominadas mais por espécies do campo rupestre a montante do que por espécies de Cerrado *strictu sensu* à jusante, haja vista que essas últimas são apresentadas distribuição mais restrita aos latossolos, a que se adaptaram no decorrer de sua história evolutiva.

3.3.9 Listas Indicativas de Espécies

Outra abordagem, complementar e necessária, para a identificação e caracterização dos campos de altitude é a utilização das listas de espécies da Resolução Conama nº 423, de 2010, para classificar os campos de altitude.

Contudo, o alto grau de endemismo torna-se uma dificuldade técnica para uma aplicação generalizada do reconhecimento botânico. Uma possibilidade, mais coerente, seria correlacionar por níveis taxonômicos mais amplos, em vez de fiar-se pelas espécies. Alves e Kolbek (2010), por meio de ampla compilação de levantamentos botânicos, tratados por métodos estatísticos, consideraram que mesmo o nível de gênero ainda apresenta endemismo elevado para uma correlação significativa que torne possível a classificação de campos rupestres baseada apenas em identificação botânica.

Ainda assim, são poucas as pessoas capacitadas para fazer o reconhecimento de espécies ou mesmo de gêneros dos campos de altitude. Isso gera um problema, pois muitas áreas de campo rupestre podem passar despercebidas nos licenciamentos ambientais, sem nem ao menos serem identificadas antes da supressão.

4 REFLEXÕES FINAIS

Com a publicação da Resolução Conama nº 423, de 2010, entendemos que podemos proteger essas áreas de maneira mais eficaz. Todavia, é preciso estabelecer consensualmente uma forma tecnicamente adequada e eficaz para identificar, delimitar e caracterizar os campos de altitude de Minas Gerais e do restante do Brasil. As discussões e mapeamentos levados a cabo neste artigo pretendem ser uma contribuição para essa questão no Estado de Minas Gerais. As considerações e a metodologia empregada de mapeamento também interessam aos demais Estados com ocorrência de campos de altitude, especialmente aqueles em que haja transição do Bioma Mata Atlântica para outros Biomas, como é o caso de São Paulo, do Paraná, do Mato Grosso do Sul e de diversos Estados do Nordeste Brasileiro.

Ressalva-se que, apesar de o mapeamento de vegetação disponibilizado pelo Instituto Estadual de Florestas, em escala de 1:60.000, apresentar-se mais detalhado que o do Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (1:5.000.000), ainda não afasta a necessidade de maiores detalhamentos futuros, nem da indispensável caracterização de campo nos casos de licenciamento ambiental ou pedido de supressão de vegetação.

O art. 7º da Resolução Conama nº 423, de 2010, permite aos Estados, por meio dos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, estabelecer critérios complementares para analisar as especificidades de identificação, delimitação e caracterização dos campos de altitude e de seus estágios sucessionais. Com base nas considerações tecidas neste artigo, consideramos que essa normatização estadual seria coerente ao abarcar os campos rupestres e campos de áreas cársticas. O parágrafo único desse artigo permite, inclusive, que sejam aprovadas listas complementares de espécies, no que interpretamos não ser incoerente utilizar a abordagem gêneros, de forma a facilitar a sua caracterização.

Em Minas Gerais, a o § 7º do art. 214 da Constituição Estadual, regulamentado pelo art. 57 da Lei Estadual nº 20.922, de 2013, estabelecem que o Conselho Estadual de Política Ambiental – Copam – deve estabelecer medidas a serem seguidas para a conservação para os campos rupestres do Estado. Essa atribuição legal não se restringe aos campos rupestres do Bioma Mata Atlântica e a edição de um ato normativo nesse sentido apresentaria uma forma adicional de proteger esses ecossistemas.

O Quadro 1, a seguir, apresenta uma síntese da proteção legal e das possibilidades de atuação em cada um dos contextos de campos de altitude.

Quadro 1: Síntese da proteção legal e de possibilidades de atuação em cada contexto de ambientes campestres no Estado de Minas Gerais.

Situação em Relação ao Bioma Mata Atlântica	Localização	Proteção Legal pela Lei da Mata Atlântica	Observações
Inseridos no Bioma Mata Atlântica	Quadrilátero Ferrífero	Protegido	Atentar especialmente para a diversidade de ambientes litológicos, no momento da escolha locacional e da compensação ambiental nos licenciamentos.
	Demais campos de altitude, rupestres ou não, inclusive os campos de lapiás	Protegido	
Externo ao Bioma, mas inserido em área mapeada pelo IBGE (2008) como associado ao Bioma Mata Atlântica	Campos de altitude, rupestres ou não, inclusive os campos de lapiás	Protegido	Atentar especialmente para o esclarecimento da população, para que compreenda a importância do ecossistema e porque ele foi associado à Mata Atlântica.
Externo ao Bioma, e não inserido em área mapeada	Campos em altitudes inferiores às definidas na Nota Explicativa do Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica	Não protegido	Atentar, alternativamente, para possibilidades de proteção legal como Áreas de Preservação Permanente e como áreas de recarga para cavidades subterrâneas.
	Campos dentro das classes válidas de altitude	Necessita de maiores investigações	Primeiramente, devem-se procurar mapas de vegetação mais detalhados do IBGE, como o Radam Brasil. Com base na composição florística, no contexto de relevo local e da proximidade de ambientes protegidos pela Lei da Mata Atlântica, em alguns casos pode ser possível argumentar pela sua proteção legal.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos analistas ambientais do Ibama Rafael Macedo Chaves (engenheiro florestal, especialista em geoprocessamento e chefe do Escritório Regional do Ibama em Montes Claros-MG) e Irene Maria Vaz Magni Frayha (mestre em Biologia, do núcleo de licenciamento ambiental do Ibama em Belo Horizonte), que, em seu trabalho de aplicação da Lei da Mata Atlântica, estimularam as reflexões que deram origem a este artigo. Também os agradeço, cordialmente, pela revisão realizada no manuscrito prévio deste artigo, com valorosas contribuições.

NOTAS

¹O art. 3º, inciso VII, define, para essa lei, como utilidade pública: (a) Atividades de segurança nacional e proteção sanitária; e (b) As obras essenciais de infraestrutura de interesse nacional destinadas aos serviços de transporte, saneamento e energia, declaradas pelo poder público federal ou dos Estados.

²O art. 3º, inciso VIII, define, para essa lei, como interesse social: a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como: prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, conforme resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA; b) as atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área; c) demais obras, planos, atividades ou projetos definidos em resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

³O IBGE publicou uma 2ª edição, do Mapa da Área de Aplicação da Lei Federal nº 11.428, de 2006, disponível em www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/mapas_doc6.shtm. As análises realizadas neste artigo se referem a essa edição atualizada do referido mapa.

⁴Agradecemos aos dois avaliadores anônimos, pelas reflexões aqui apresentadas.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. J. V.; KOLBEK, J. Penumbral rock communities in campo rupestre sites in Brazil. **J. Veg. Sci.**, Knivsta, v. 4, n 3, p. 357-366, 1993.

ALVES, R. J. V.; KOLBEK, J. Can campo rupestre vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera? **Plant Ecol.**, Dordrecht, v. 207, n 1, p. 67-79, 2010.

BALTAZAR, O. F.; BAARS F. J.; LOBATO, L. M. et al. **Projeto geologia do quadrilátero ferífero: integração e correção cartográfica em SIG com nota explicativa**. Belo Horizonte: Codemig, 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam: Programa de Integração Nacional**. Rio de Janeiro, 1973. (Levantamento de Recursos Naturais, 5).

BRASIL. Decreto Federal nº 99.556, de 1º de outubro de 1990. Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2 out. 1990.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 10, de 1º de outubro de 1993. Dispõe sobre os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão da Mata Atlântica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 nov. 1993.

BRASIL. Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e a proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 dez. 2006. Retificado em 9 jan. 2007.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 392, de 25 de junho de 2007. Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 jun. 2007.

BRASIL. Decreto Federal nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 nov. 2008.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 423, de 12 de abril de 2010. Dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 abr. 2010.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 mai. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros: 2002 a 2008. 2012.** Disponível em: <<http://homolog-w.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72&idMenu=3813>>. Acesso em: 5 maio de 2013.

CONCEIÇÃO A. A. **Ecologia vegetal em campos rupestres da Chapada Diamantina.** Bahia. 2006. Disponível em: <<http://microcrustaceos.blogspot.com.br/2012/06/ecologia-vegetal-em-campos-rupestres-da.html>>. Acesso em: 5 maio 2013.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composições florística e aspectos estruturais. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 23, n 1, p. 85-111, 2005.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil, CODEMIG – Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. **Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais.** 1 mapa. Escala 1:1.000.000. Belo Horizonte: CPRM/CODEMIG, 2003.

DRUMMOND, L. O. **Efeito do fogo na composição, distribuição e dieta de uma taxocenose de anfíbios anuros de campos rupestres em Ouro Preto, MG.** 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto, Instituto de Ciência Exatas e Biológicas, Ouro Preto, 2009.

EITEN, G. Delimitation of the cerrado concept. **Vegetatio**, The Hague, v. 36, no. 3, p. 169-178, 1978.

EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília, DF: CNPq/Coordenação Editorial, 1983.

FELFILI, J. M.; NASCIMENTO, A. R. T.; FAGG, C. W. et al. Floristic composition and community structure of a seasonally deciduous forest on limestone outcrops in Central Brazil. **Rev. Bras. Bot.**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 611-621, 2007.

GUEDES, F. B.; SHAFFER, W. B. **Análise e sugestão de emendas à proposta de resolução sobre parâmetros básicos para identificação e análise de vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos campos de altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2009.

HAFFER, J.; PRANCE, G. T. Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação biótica. **Estud. Av.**, São Paulo, v. 16, n. 46, p. 175-206, 2002 .

HIROTA, M. M. Monitoramento da cobertura da Mata Atlântica brasileira. In: GALINDO- LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Ed.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica/ Conservação Internacional, 2005. p. 60-65.

HIROTA, M. M. (Coord.). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2008-2010**. São Paulo: SOS Mata Atlântica / INPE, 2011.

IEF - Instituto Estadual de Florestas. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas do Brasil: Primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.1 mapa, colorido. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/biomas_pdf.zip>. Acesso em: 15 out. 2014. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Nota explicativa do mapa da área de aplicação da Lei nº 11.428, de 2006: Lei da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro, 2008. Atualização em agosto de 2012.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. The contribution of ironstone outcrops to plant diversity in the iron quadrangle, a threatened Brazilian landscape. **AMBIO**, Stockholm, v. 37, no. 4, p. 324-326, 2008.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1-2, p. 99-116, 2008.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VINCENT, R. C. et al. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodivers. Conserv.**, Madrid, v. 16, p. 2185-2200, 2007.

JUNCA, F. A. Diversidade e uso de habitat por anfíbios anuros em duas localidades de Mata Atlântica, no norte do estado da Bahia. **Biota Neotrop.**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-17, 2006.

LAMOUNIER, W. L.; SALGADO, A. A. R.; CARVALHO, V. L. M. et al. As correlações entre

geologia e distribuição da cobertura vegetal e uso do solo na Serra do Gandarela, Quadrilátero Ferrífero-MG. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 7, ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 2., Belo Horizonte, 2008, **Anais...** Belo Horizonte: UGB, 2008. p. 1-12.

MARTINELLI, G. **Campos de altitude**. Rio de Janeiro: Index. 1996.

MARTINELLI, G. Mountain biodiversity in Brazil. **Rev. Bras. Bot.**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 587-597, 2007.

MESSIAS, M. C. T. B.; LEITE, M. G. P.; MEIRA-NETO, J. A. A. et al. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Acta Bot. Bras.**, Porto Alegre, v. 26, n. 1, p. 230-242, 2012.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 20.922, de 2013. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. **Diário do Executivo - Minas Gerais**. Belo Horizonte, 17 out. 2013.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 4, p. 775-786, 2007.

NUNES, J. A. **Florística, estrutura e relações solo-vegetação em gradiente fiofisionômico sobre canga, na Serra Sul, Flona de Carajás-Pará**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among atlantic forests in southeastern Brazil and the influence of climate1. **Biotropica**, Washington, D.C., v. 32, no. 4b, p. 793-810, 2000.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. ; JARENKOW, J. A.; RODAL, M. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. et al. Workshop para definição e delimitação de domínios e subdomínios das paisagens naturais do estado de Minas Gerais. In: SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T. (Ed.). **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2006b. p. 21-35.

PÉREZ-GARCÍA, E. A.; MEAVE, J. A. Heterogeneity of xerophytic vegetation of limestone outcrops in a tropical deciduous forest region in southern México. **Plant Ecol.**, Dordrecht, v. 175, no. 2, p. 147-163, 2005.

PEREZ-GARCÍA, E. A.; MEAVE, J. A.; CEVALLOS-FERRIZ, S. R. S. Flora and vegetation of the seasonally dry tropics in Mexico: origin and biogeographical implications. **Acta Bot. Mex.**, México, n. 100, p. 149, 2012.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P. L.; LAMBERT, S. et al. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1-2, p. 16-24, 2008.

RIBEIRO, K. T.; NASCIMENTO, J. S.; MADEIRA, J. A. et al. Aferição dos limites da Mata Atlântica na Serra do Cipó, MG, Brasil, visando maior compreensão e proteção de um mosaico vegetal fortemente ameaçado. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 30-49, 2009.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos sociológicos e florísticos. São Paulo: Hucitec, 1979. v. 2.

SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rain forest. **Annals of Botany**, London, v. 90, n. 4, p. 517-524, 2002.

SILVA, P. A. H. **Cerrados, campos e araucárias**: a teoria dos refúgios florestais e o significado paleogeográfico da paisagem do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa – Paraná. 146 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SOUSA, L. P.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G. et al. As funcionalidades ambientais dos campos de altitude do Estado do Paraná - ameaças e pesquisas recentes. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço - MG, **Anais...** São Lourenço: ABECO. 2009. p. 1-4.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da Bacia do Rio Grande**. Lavras: UFLA, 2010. Escala 1:500.000.

VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

VINCENT, R. C.; MEGURO, M. Influence of soil properties on the abundance of plant species in ferruginous rocky soils vegetation, southeastern Brazil. **Rev. Bras. Bot.**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 377-388, 2008.

VASCONCELOS, M. F. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil? **Rev. Bras. Bot.**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 241-246, 2011.

Data de submissão: 17.09.2012

Data de aceite: 05.05.2014

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.