

FLORA DOS CAMPOS DE ALTITUDE EM QUATRO ÁREAS DO MACIÇO DO ITATIAIA, NOS ESTADOS DO RIO DE JANEIRO E MINAS GERAIS, BRASIL¹

Rodrigo Giovanetti Alves²
André Scarambone Zaú³
Rogério Ribeiro de Oliveira⁴

Recebido em 31.08.2015; Aceito 20.04.2016

Abstract

The Itatiaia highlands extend over an area of 39 km² situated above 2,000 m alt. Fieldwork in these elevated regions inventoried 112 sampling units of 10 x 5 m (0.56 ha) in four areas (Campo Belo, Prateleiras, Altar and Aiuruoca). In total, were sampled 11,828 sub-shrubs, shrubs and trees, distributed in 24 families, 42 genera and 77 species or morphospecies. In order to expand the analysis to include a more accurate sampling of the local flora, we also inventoried herbaceous plants, ferns, lycopods, bryophytes and lichens in the sample units. These were distributed in 36 families, 54 genera and 92 species or morphospecies. In total, we found 53 families, 94 genera and 169 species or morphospecies. The families with the highest species richness were Asteraceae (37), Poaceae (15), Melastomataceae (9), Ericaceae (6) and Lamiaceae, Iridaceae and Eriocaulaceae (5 each). The species were classified according to Raunkiaer life forms, with a predominance of hemicryptophytes and phanerophytes. Quantitative analysis showed high α and β diversity. All locations studied (Campo Belo, Prateleiras, Altar and Aiuruoca) as well as the floristic communities (grassy fields and rocky outcrops) are distinct from each other.

Key words: biogeography, floristics, mountain vegetation

Resumo

Os campos de altitude do Itatiaia se estendem por uma área de 39 km² acima da cota de 2.000 m. alt. Foram inventariadas 112 parcelas de 10 x 5m (total de 0,56 ha) em quatro localidades (Campo Belo, Prateleiras, Altar e

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor no Programa de Pós-graduação em Geografia da PUC-Rio.

² Mestre em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Geografia e Meio Ambiente- PUC-Rio. Rua Marquês de S. Vicente, 225, sala 411-F CEP: 22451-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil; E-mail: rodrigogio@gmail.com.

³ Doutor em Botânica (Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro), professor do Departamento de Ciências do Ambiente, Instituto de Biociências, UNIRIO; e-mail: andrezaou@unirio.br.

⁴ Doutor em Geografia (Universidade Federal do Rio de Janeiro), professor do Curso de Geografia da PUC-Riorro e pesquisador do Núcleo de Ciência da Conservação e Sustentabilidade Rio, da PUC-Rio; email: rro@puc-rio.br.

Aiuruoca) e amostrados 11.828 sub-arbustos, arbustos e árvores, distribuídos em 24 famílias, 42 gêneros e 77 espécies ou morfoespécies. Para ampliar a análise e incluir uma amostragem mais fidedigna da flora local, também foram relacionadas plantas herbáceas, filicíneas, licopodíneas, briófitas e líquens encontrados nas unidades amostrais, identificando 36 famílias, 54 gêneros e 92 espécies ou morfoespécies. No total do estudo foram encontradas 53 famílias, 94 gêneros e 169 espécies ou morfoespécies. As famílias com maior riqueza de espécies foram: Asteraceae (37), Poaceae (15), Melastomataceae (9), Ericaceae (6) e Lamiaceae, Iridaceae e Eriocaulaceae (5 cada). As espécies foram classificadas segundo as formas de vida de Raunkiaer, adaptadas às condições brasileiras, com predominância de hemicriptófitas seguidas de fanerófitas. As análises quantitativas apontaram alta diversidade α e β ; e que, tanto as localidades estudadas (Campo Belo, Prateleiras, Altar e Aiuruoca) como as comunidades florísticas (campos graminóides e afloramentos rochosos) são distintas entre si.

Palavras-chave: biogeografia, florística, vegetação de montanhas

Introdução

Os campos de altitude constituem formações abertas que se distinguem nas cumeeiras das montanhas do sudeste e sul do Brasil, em geral a partir de 1.800 m, ocorrendo em altitudes decrescentes em direção ao sul do país, sobre a serra da Mantiqueira e do Mar, sempre associados à Mata Atlântica (Martinelli, 1996, 2007; Safford, 2001 e 2007; Mocoichinski & Scheer, 2008; Aximoff & Ribeiro, 2012).

Nas partes mais elevadas do Sudeste localizam-se a Serra do Itatiaia (subfaixa da Serra da Mantiqueira), a Serra do Caparaó e a Serra dos Órgãos, com o seu desenvolvimento mais completo geográfico e florístico em planaltos de três formações separadas. Outros centros menos conspícuos ocorrem em Campos do Jordão, no sul da Serra de Mantiqueira, em uma série de picos isolados em Santa Catarina, no Paraná, e sudeste de Minas Gerais e no norte da Serra do Mar do Rio de Janeiro. É estimada uma área de 350 km² de campos de altitude para Mantiqueira e a Serra do Mar (Safford, 1999a).

No Maciço do Itatiaia, os campos de altitude surgem a partir dos 2.000 m de altitude (Safford, 1999a) e têm uma área de 39 km², com cerca de 14% inseridos no Parque Nacional do Itatiaia (PNI) (Santos, 2006). Na porção contida no Estado do Rio de Janeiro, metade destes campos está no interior e no entorno do PNI. O Parque abriga 40 espécies da flora constantes do Livro Vermelho de Espécies Ameaçadas de Extinção, sendo que 73% delas são endêmicas no PNI (Tomzhinski, 2012).

Esta vegetação distingue-se florística e fisionomicamente da formação florestal que forma a sua matriz por fatores em grande parte relacionados ao clima, e secundariamente às condições edáficas, em contraste com outros ambientes (Rizzini, 1997). No inverno, temperaturas abaixo de 0°C são comuns nestes ambientes. Temperaturas tão baixas representam uma forte barreira biológica para grande parte dos táxons da floresta dominante, cuja composição é de origem predominantemente tropical (Gentry, 1982).

Mudanças na composição florística e riqueza de espécies em função de gradientes altitudinais vêm sendo estudadas por vários pesquisadores que procuram entender padrões na relação entre altitude e a diversidade da comunidade vegetal (Gentry, 1995; Krömer *et al.*, 2005; Grytnes *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2009; Damasceno, 2010). A influência da altitude no clima, no entanto, é muito mais complexa do que a existência de gradientes de temperatura e eventos de geadas. A crescente elevação também diminui a pressão atmosférica, aumenta a radiação solar, acelera as massas de ar, promove maior nebulosidade e aumenta as chuvas (Jones 1992 *apud* Oliveira-Filho & Fontes, 2000).

Além desses fatores, a ocorrência de uma dada espécie a uma determinada altitude pode ser explicada pelas características de nicho necessárias ao seu estabelecimento, como umidade, temperatura, luminosidade ou outras características físicas ou biológicas, que podem variar até mesmo dentro de uma mesma fisionomia vegetal (como formas de relevo, canais de drenagem, afloramentos rochosos ou o tipo de sub-bosque). Este conjunto de fatores opera para que determinadas espécies não ocorram em diferentes altitudes, ou até mesmo não existam em outra localidade, como no caso de espécies endêmicas (*p.ex.* Condack, 2006). As variações altitudinais são determinantes para modificações na comunidade vegetal (Gurevitch *et al.*, 2009). Conjuntos de espécies ocorrentes nas regiões mais baixas são substituídos por outros nas partes mais elevadas. Em altitudes acima de 2.000 metros, o estrato arbustivo torna-se mais denso, o número de espécies diminui progressivamente, mudando consideravelmente o aspecto da vegetação. Essas mudanças, segundo Condack (2006), estão relacionadas às diferentes condições ambientais proporcionadas pelas diferentes altitudes, como luminosidade, temperatura, exposição ao vento e umidade, interferindo na flora da região (Brade, 1956).

Apesar da flora do PNI ser relativamente bem estudada, ainda há a necessidade de estudos de padrões de distribuição biogeográfica, mudanças na estrutura, composição e diversidade das espécies vegetais para elucidar melhor o quadro regional. O presente estudo tem como objetivo geral analisar a estrutura de diferentes ambientes existentes nos campos de altitude do PNI (campo graminóide e afloramento rochoso) e em diferentes localidades (Pedra do Altar, Prateleiras, Aiuruoca e Campo Belo). Especificamente buscamos: a) relacionar as espécies herbáceas, subarbustivas, arbustivas e arbóreas encontradas nas áreas estudadas, sua forma de vida e respectiva fitofisionomia; b) avaliar a diversidade e o grau de similaridade florística entre as comunidades vegetais das localidades estudadas; c) caracterizar a existência de espécies indicadoras das localidades estudadas; d) caracterizar as formas de vida das espécies identificadas e verificar se há uma eventual dominância de alguma destas nos campos de altitude do Itatiaia.

Material e métodos

Área de estudo

O Parque Nacional do Itatiaia abrange terras dos municípios de Resende e Itatiaia no Estado do Rio de Janeiro e Aiuruoca e Itamonte no Estado de Minas Gerais (Fig. 1). Possui atualmente uma área de 29.156 ha e apresenta um abrupto gradiente altitudinal de mais de 2.300 m, desde o rio Paraíba, a 390 m, até o Pico das Agulhas Negras, a 2.790,94 m (atualização feita para o ponto culminante pelo IBGE, 2016). A condição climática, pelos padrões de Köppen, para os campos de altitude é do tipo Cwb (mesotérmico com verão brando e estação chuvosa no verão) nas partes elevadas da montanha acima dos 1.600 m de altitude (Furtado *et al.*, 2001).

Entre os anos de 1914 e 1940 o planalto do Itatiaia teve uma precipitação média anual de 2.273 mm, e três meses do ano com precipitação inferior a 50 mm (Brade, 1956; Segadas-Vianna & Dau, 1965). A temperatura média anual é de 11,4°C, sendo janeiro o mês mais quente com média de 13,6°C; julho é o mês mais frio com média de 8,2°C. A máxima absoluta apurada foi de 21,4°C, em fevereiro, e a mínima foi de - 6,4°C, em julho (Furtado *et al.*, 2001). Este apresenta temperaturas inferiores a 0°C em até sete meses, sendo em média 56 dias por ano. Geadas intensas são comuns nos meses de inverno, verificando-se raramente breves nevadas (Safford, 1999b) (Fig. 2).

Com relação aos solos, por compreender um relevo montanhoso e acidentado, predominam solos rasos e jovens. Nas áreas mais elevadas, ou com declividades mais acentuadas, predominam Neossolos Litólicos entre afloramentos rochosos. Em parte dos campos de altitude também encontramos os Cambissolos Húmicos, que recebem este nome por apresentarem o horizonte "A" húmico, rico em matéria orgânica, relativamente espesso, escuro e distrófico (Almeida, 2011).

Procedimentos metodológicos

As parcelas de estudos foram georreferenciadas com o uso de um GPS Garmin, modelo 60 CSx. Para delimitar a área das unidades amostrais foi utilizada uma trena manual. Para coleta e registro do material botânico foi utilizado material para herborização de amostras e máquina fotográfica, visando o auxílio no posterior processo de identificação do material coletado. Os indivíduos foram coletados de acordo com procedimentos usuais (Guedes-Bruni, 2002) sendo as exsicatas comparadas com aquelas depositadas nos herbários do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB) e do Centro Universitário Geraldo de Biase (UGB) de Volta Redonda - RJ (VOLRE), sendo depositadas no último. Dos espécimes amostrados foram coletados ramos em estágio vegetativo e/ou reprodutivo, e mensuradas as alturas de todos os indivíduos arbustivos e arbóreos. Além das coletas realizadas nas parcelas (conforme descrição adiante), foram coletados materiais adicionais, de trechos nas proximidades das localidades estudadas, especialmente de indivíduos férteis, para auxiliar na comparação e identificação do material coletado nas parcelas amostrais. A identificação dos táxons seguiu a bibliografia específica para cada grupo, bem

como a comparação com espécimes depositados em herbários e identificados por especialistas.

Foi montado um *check-list* contendo os nomes científicos (família, gênero e espécie), formas de vida segundo Raunkiaer - adaptadas às condições brasileiras (IBGE, 2012) e o tipo de fitofisionomia do habitat. A listagem florística foi subdividida, considerando as espécies e morfoespécies arbóreas e arbustivas lenhosas registradas na área de estudo e, separadamente, espécies herbáceas fanerogâmicas, samambaias e licófitas, briófitas e líquens, as quais não foram contabilizadas numericamente, porém tiveram suas presenças registradas nos locais estudados.

Para registrar e mensurar os indivíduos foram estabelecidas quatro localidades (Fig. 3), uma ao longo do vale do rio Campo Belo, e nas áreas circundantes à Pedra do Altar, Prateleiras e Vale do Aiuruoca. Para delimitação das unidades amostrais utilizamos o método de parcelas (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Foram estabelecidas 112 unidades amostrais para o estudo do estrato arbóreo-arbustivo, totalizando 5.600 m² (0,56 ha). Nas localidades das Prateleiras, Altar e Aiuruoca foram dispostas 25 parcelas cada e no Campo Belo, 42. Cada parcela foi disposta a uma distância mínima de 100 metros das outras. A distribuição das parcelas ocorreu de forma não aleatória, com base na predefinição de duas fitofisionomias distintas: campos graminóides (CG) e afloramentos rochosos (AR) (Fig. 4)⁵. Em razão da distribuição espacial dos afloramentos rochosos não ser homogênea no maciço do Itatiaia, foi necessário pré-definir as localidades analisadas. Para as análises quantitativas, em razão do pequeno número amostral obtido nas fitofisionomias de formação florestal e *chusqueal* (Fig.4); e em função das mesmas estarem naturalmente inseridas no domínio dos campos graminóides na área estudada, foi necessário agrupá-las na fitofisionomia dos campos. As espécies de *Chusquea* sp. não foram mensuradas como as outras espécies pela dificuldade de se contabilizar indivíduos separadamente. Entretanto, foi feito o registro de presença ou ausência nas parcelas, visando qualificar e quantificar suas distribuições.

As excursões para a área do campo Belo foram realizadas entre outubro de 2008 e outubro de 2009. Para o Altar, Aiuruoca e Prateleiras as excursões aconteceram entre julho de 2011 e julho de 2012. Em todos os casos, os trabalhos de campo demandaram por ida, uma duração média de quatro dias em cada localidade.

A classificação das espécies fanerogâmicas seguiu o Angiosperm Phylogeny Group - APG III (2011). Os nomes das espécies, seus autores e as respectivas abreviaturas dos autores estão em acordo com as informações contidas na lista de espécies da Flora do Brasil (2012) (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/>), no domínio do JABOT (www.jbrj.gov.br/jabot) e no domínio da Tropicos.org. – Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org>).

⁵ Longhi-Wagner *et al.* (2012) nomeia os campos graminóides como campos de altitude e os afloramentos rochosos como campos rupestres. Optamos por uma referência mais local aos biótopos estudados.

Análise dos dados

A avaliação de semelhanças na composição florística entre as quatro localidades (Altar, Prateleiras, Aiuruoca e Campo Belo) e entre as duas fitofisionomias (campos graminóides – CG; e afloramentos rochosos – AR) foi realizada com base na matriz de abundância das espécies, considerando coeficientes usuais (Shepherd, 2010). Pelo uso habitual em estudos de comunidade e pela adequabilidade dos valores de confiabilidade da análise (mais baixo estresse), considerando os dados deste estudo, foi adotada a dissimilaridade de Bray-Curtis ou Sørensen quantitativo (Magurran, 2013). O método de ligação de média de grupo (UPGMA), considerando o coeficiente supracitado, foi utilizado para a Análise de Escalonamento Multidimensional Não métrico (NMDS), para a Análise de Similaridade (ANOSIM) e para a Análise de Variância não paramétrica (NPMANOVA) (e.g. Legendre & Legendre, 1988; Maccune & Grace, 2002; Felfili *et al.*, 2011; Magurran, op. cit.).

Foram realizadas Análises de Espécie Indicadora (AEI) para as localidades e os ambientes. As AEI foram estimadas a partir de 15.999 permutações (Shepherd, 2010) e as ANOSIM e NPMANOVA a partir de 9.999 permutações (Hammer *et al.*, 2001). Esses são os números máximos permitidos para as análises, considerando os pacotes estatísticos adotados. Para avaliar a confiabilidade da amostragem (Hammer *et al.*, 2001), do ponto de vista da diversidade vegetal, foram geradas curvas de rarefação considerando todas as espécies identificadas e não identificadas no estudo, por localidade (Altar, Prateleiras, Aiuruoca e Campo Belo) e por ambiente (CG e AR). Para todas as localidades e fitofisionomias foram também estimados dados paramétricos e não paramétricos de diversidade (Magurran, 2013). As análises foram realizadas com a utilização dos programas FitoPac v.2.1.2.85 (Shepherd, 2010) e Past v. 2.08 (Hammer *et al.*, 2001).

Resultados e discussão

Aspectos florísticos

Foram registradas no total 169 espécies ou morfoespécies, distribuídas em 94 gêneros e 53 famílias (Tab. 1 e 2). De um total de 96% da área classificada como campos de altitude estão localizados a partir de 2.000 m de altitude e neste ambiente já foram encontradas aproximadamente 550 espécies de plantas vasculares para os campos de altitude do Sudeste (Safford, 1999a). Levando-se em consideração apenas os indivíduos quantificados foram registrados 11.828, distribuídos em 24 famílias, 42 gêneros e 77 espécies ou morfoespécies. Dos indivíduos herbáceos, de samambaias e licófitas, briófitas e líquens, não contabilizados nas parcelas, mas incluídos na análise qualitativa dos taxa, foram registradas 36 famílias, 54 gêneros e 92 espécies ou morfoespécies.

Tabela 1 - Grupos / Famílias da Análise do padrão de distribuição da flora vascular dos Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Espécies sub-arbustivas, arbustivas e arbóreas. Abreviações: Formas de vida: Nan = nanofanerófitos, Cam = caméfitos, Hem = hemicriptófitos Geo = geófitos, Ter = terófitos e Lia = liana. Fitofisionomias: AR = afluoramento rochoso, CG = campo graminóide, CA= capoeira, FF= formação florestal e CH = *chusqueal*. Dados obtidos em 2012.

ANGIOSPERMAS

Família	Espécie	Formas de Vida	Fitofisionomias
Asteraceae	<i>Achyrocline chionaea</i> (DC.) Deble et Marchiori	Cam	CG
	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Cam	AR / CG / CH
	<i>Baccharis erigeroides</i> DC.	Hem	AR / CG
	<i>Baccharis megapotamica</i> Spreng.	Nan	CG
	<i>Baccharis opuntiooides</i> Mart. ex Baker	Nan	CG
	<i>Baccharis pauciflosculosa</i> DC.	Nan	CG
	<i>Baccharis platypoda</i> DC.	Nan	CG
	<i>Baccharis stylosa</i> Gardner	Nan	CG / FF
	<i>Baccharis tarconanthoides</i> Baker	Nan	CG / FF
	<i>Baccharis uncinella</i> DC.	Nan	AR / CG / FF / CH
	<i>Baccharis</i> sp.1	Nan	CG
	<i>Baccharis</i> sp.2	Nan	CG
	<i>Chionolaena capitata</i> (Baker) Freire	Nan	AR
	<i>Dendrophorbium cf. limosum</i> C. Jeffrey	Hem	AR / CG
	<i>Dendrophorbium</i> sp.1	Hem	AR / CG
	<i>Dendrophorbium</i> sp.2	Hem	AR / CG
	<i>Grazielia intermedia</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	Nan	CG
	<i>Grazielia serrata</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	Nan	CG / FF
	<i>Stevia camporum</i> Baker	Geo	AR / CG
	<i>Symphypappus compressus</i> (Gardn.) B.L. Rob.	Nan	AR / FF
<i>Verbesina glabrata</i> Hook. & Arn.	Nan	AR / CG	
Asteraceae sp.1	----	CG	
Berberidaceae	<i>Berberis glazioviana</i> Brade	Nan	CG / FF / CH
	<i>Berberis laurina</i> Billb.	Nan	CG / FF / CH
	<i>Berberis</i> sp.	Nan	CG / CH
Campanulaceae	<i>Siphocampylus westinianus</i> (Thunb.) Pohl	Hem	AR / CG
Celastraceae	<i>Maytenus</i> sp.1	Nan	CG
	<i>Maytenus</i> sp.2	Nan	CG / FF
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers. var. <i>scabra</i>	Nan	CG
Cunoniaceae	<i>Weinmannia humilis</i> Engl.	Nan	CG
	<i>Weinmannia</i> sp.	Nan	CG
Ericaceae	<i>Agarista hispidula</i> (DC.) Hook. ex Nied.	Nan	AR / CG
	<i>Gaultheria serrata</i> (Vell.) Sleumer ex Kin.-Gouv.	Nan	AR / CG / CH
	<i>Gaultheria eriophylla</i> (Pers.) Sleum ex Burtt var. <i>eriophylla</i>	Nan	CG
	<i>Gaylussacia amoena</i> Cham.	Nan	AR / CG / CH
	<i>Gaylussacia fasciculata</i> Gardner	Nan	AR / CG
	<i>Gaylussacia</i> sp.1	Nan	CG
	Escalloniaceae	<i>Escallonia organensis</i> Gardner	Nan
	<i>Escallonia laevis</i> (Vell.) Sleumer	Nan	AR / CG

Fabaceae	<i>Lupinus gilbertianus</i> C.P.Sm.	Nan	CG
	<i>Mimosa itatiaiensis</i> Dusén	Nan	CG
Griselinaceae	<i>Griselinia ruscifolia</i> (Clos) Taub.	Nan	AR / CG
Lamiaceae	<i>Cunila galioides</i> Benth.	Hem	CG / CH
	<i>Hesperozygis myrtoides</i> (A.St.-Hil. ex Benth.) Epling	Nan	AR / CG
	<i>Lepechinia speciosa</i> (A.St.-Hil. ex Benth.) Epling	Nan	AR / CG
	<i>Salvia itatiaiensis</i> Dusén	Nan	CG
Melastomataceae	<i>Behuria parvifolia</i> Cogn.	Nan	CG / CH
ae	<i>Behuria</i> sp.	Nan	CG
	<i>Bertonia mosenii</i> Cong.	Cam	CG
	<i>Chaetostoma glaziovii</i> Cong.	Cam	AR / CG
	<i>Huberia nettoana</i> Brade	Nan	FF
	<i>Leandra eichleri</i> Cogn.	Nan	AR / CG
	<i>Leandra sulfurea</i> (Naudin) Cogn.	Nan	AR / CG
	<i>Tibouchina hospita</i> Cong.	Nan	AR / CG / FF
Myrtaceae	<i>Myrceugenia alpigena</i> (DC.) Landrum	Nan	AR / CG / FF
Onagraceae	<i>Fuchsia campos-portoi</i> Pilg. & Schulze-Menz	Geo	CG / FF / CH
	<i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz	Nan	CG / AR
Orobanchaceae	<i>Esterhazia splendida</i> J.C. Mikan	Nan	AR / CG
Oxalidaceae	<i>Oxalis confertissima</i> A.St.-Hil.	Hem	AR / CG
Poaceae	<i>Chusquea heterophylla</i> Ness	Nan	AR / CG / CH
	<i>Chusquea microphylla</i> (Döll) L.G. Clark	Nan	AR / CG
	<i>Chusquea pinifolia</i> (Nees) Nees	Nan	AR / CG / CH
Primulaceae	<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	Nan	AR / CG / FF
	<i>Myrsine</i> sp.	Nan	CG
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> var. <i>impressiuscula</i> (Mez) K.S.Edwards	Nan	AR / CG / FF
Scrophulariaceae	<i>Buddleja speciosissima</i> Taub.	Nan	AR / CG / FF
e			
Solanaceae	<i>Solanum enantiophyllum</i> Bitter	Nan	CG
	<i>Solanaceae</i> sp.1	Nan	CG / FF
Verbenaceae	<i>Verbena hirta</i> Spreng.	Nan	AR / CG
Indeterminada	<i>Sp.1</i>	----	CG
	<i>Sp.2</i>	----	CG
	<i>Sp.3</i>	----	CG
	<i>Sp.4</i>	----	CG
	<i>Sp.5</i>	----	CG
FILICÍNEAS			
Blechnaceae	<i>Blechnum schomburgkii</i> (Klotzsch) C.Chr.	Hem	CG / CH

Tabela 2 - Grupos / Famílias da Análise do padrão de distribuição da flora vascular dos Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil – Espécies herbáceas, samambaias e licófitas e líquens presentes nas parcelas, mas não quantificadas. Abreviações: Formas de vida: Nan = nanofanerófitos, Cam = caméfitos, Hem = hemicriptófitos Geo = geófitos, Ter = terófitos e Lia = liana. Fitofisionomias: AR = afluoramento rochoso, CG = campo graminóide, FF = formação florestal e CH = *chusqueal*. Dados obtidos em 2012.

ANGIOSPERMAS

Família	Espécie	Formas de Vida	Fitofisionomias
Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria foliosa</i> Mart. Ex Schult. & Schult.f.	Geo	AR / CG
	<i>Alstroemeria isabelleana</i> Herb.	Geo	AR / CG / FF / CH
Amarillidaceae	<i>Hippeastrum morelianum</i> Lem. x <i>H. glaucensis</i> (Mart.) Herb. (híbrido)	Geo	AR / CG
Asteraceae	<i>Bidens segetum</i> (Baker) Sherff	Ter	CG
	<i>Chaptalia graminifolia</i> (Dusén ex Malme) Cabrera	Hem	CG
	<i>Chevreulia acuminata</i> Less.	Hem	CG
	<i>Gamochaeta filaginea</i> (DC.) Cabrera	Hem	CG
	<i>Gamochaeta simplicicaulis</i> (Willd. ex Spreng.) Cabrera	Hem	CG
	<i>Gnaphalium purpureum</i> L. var. <i>spathulatum</i> (Lam.) H.E. Ahles	Hem	CG
	<i>Hypochoeris brasiliensis</i> (Less.) Griseb.	Ter	CG
	<i>Perezia</i> cf. <i>squarrosa</i> subsp. <i>cubaetensis</i> (Less.) Vuilleumemier	Hem	CG
	<i>Senecio icoglossus</i> DC.	Ter	CG
	<i>Senecio juergensii</i> Mattf.	Ter	CG
	<i>Senecio oleosus</i> Vell.	Ter	AR / CG
	<i>Leptostelma maximum</i> D.Don	Geo	CG
	Asteraceae sp.2	---	CG
	Asteraceae sp.3	---	CG
	Asteraceae	<i>Bidens segetum</i> Mart. ex Colla	Ter
Bromeliaceae	<i>Fernseea itatiaiae</i> (Wawra) Baker	Hem	AR / FF
Cactaceae	<i>Schlumbergera microsphaerica</i> (Britton & Rose) Hovel	Hem	AR
Campanulaceae	<i>Lobelia camporum</i> Pohl	Cam	CG
Caprifoliaceae	<i>Valeriana glaziovii</i> Taub.	Hem	CG
Caryophyllaceae	<i>Cerastium dicrotrichum</i> Fenzl. ex Rohrb.	Cam	CG
Cyperaceae	<i>Machaerina ensifolia</i> (Boeckeler) T. Koyama	Hem	AR / CG / FF
Dioscoriaceae	<i>Dioscorea perdicum</i> Taub.	Lia	CG / FF
Eriocaulaceae	<i>Actinocephalus polyanthus</i> (Bong.) Sano var. <i>polyanthus</i>	Hem	CG
	<i>Leiothrix argyroderma</i> Ruhland	Hem	AR
	<i>Leiothrix</i> sp.	Hem	AR
	<i>Paepalanthus itatiaensis</i> Ruhland	Hem	CG
	<i>Paepalanthus</i> sp.	Hem	CG
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> (Boiss.) Ponert	Hem	CG
Gentianaceae	<i>Centaurium erythraea</i> (Boiss. & Reuter) Melderis	Hem	CG
	<i>Geranium brasiliense</i> Progel	Hem	CG
Gesneriaceae	<i>Sinningia gigantifolia</i> Chautems	Hem	AR

Iridaceae	<i>Alophia sellowiana</i> Klatt.	Hem	AR / CG	
	<i>Sisyrinchium alatum</i> Hook.	Hem	AR / CG	
	<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	Hem	AR / CG	
	Iridaceae sp.1	Hem	AR / CG	
	Iridaceae sp.2	Hem	AR / CG	
Lamiaceae	<i>Rhabdocalon coccineum</i> (Benth.) Epling	Hem	CG	
Lentibulariaceae	<i>Utricularia reniformis</i> A.St.-Hil.	Geo	AR	
	<i>Utricularia tridentata</i> Sylvén	Ter	AR	
Melastomataceae	<i>Itatiaia cleistopetala</i> (Ule) Ule	Hem	CG	
Orchidaceae	<i>Cranichis candida</i> (Barb. Rodr.) Cogn.	Geo	CG	
	<i>Habenaria parviflora</i> Lindl.	Geo	CG	
	<i>Habenaria rolfeana</i> Schltr.	Geo	CG	
	<i>Pelexia itaiayae</i> Schltr.	Geo	CG	
	<i>Oxalis rupestris</i> A. St. -Hil.	Geo	CG	
Plantaginaceae	<i>Plantago guilleminiana</i> Decne.	Hem	CG	
	<i>Plantago</i> sp.	Hem	CG	
Poaceae	<i>Andropogon lateralis</i> Nees subsp. <i>lateralis</i>	Hem	CG	
	<i>Cortaderia modesta</i> Hackel ex Dusen	Hem	AR / CG / FF	
	<i>Danthonia montana</i> Doell	Hem	CG	
	Poaceae sp.1	Hem	AR / CG	
	Poaceae sp.2	Hem	CG	
	Poaceae sp.3	Hem	CG	
	Poaceae sp.4	Hem	CG	
	Poaceae sp.5	Hem	CG	
	Poaceae sp.6	Hem	CG	
	Poaceae sp.7	Hem	CG	
	Poaceae sp.8	Hem	CG	
	Poaceae sp.9	Hem	CG	
	Polygalaceae	<i>Polygala brasiliensis</i> A.W. Benn.	Cam	CG
		<i>Polygala campestris</i> Dalzell	Cam	CG
		<i>Polygala paniculata</i> Chodat	Cam	CG
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i> L.	Hem	CG	
Rubiaceae	<i>Coccocypselum condalia</i> Pers.	Cam	CG	
	<i>Coccocypselum lyman-smithii</i> Standl.	Cam	CG	
	<i>Galium</i> aff. <i>humile</i> Cham. & Schldl.	Cam	CG	
Saniculaceae	<i>Eryngium glaziovianum</i> Urb.	Hem	AR / CG	
	<i>Eryngium paniculatum</i> Cav. & Domb. ex Delar.	Hem	AR / CG	
	<i>Eryngium</i> sp.	Hem	AR / CG	
Velloziaceae	<i>Barbacenia gounelleana</i> Beauverd	Hem	AR	
Xyridaceae	<i>Xyris</i> sp. <i>fusca</i> L.A. Nilsson	Geo	CG	
LYCOPODÍNEAS				
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium</i> sp.1	Hem	CG	
	<i>Lycopodium</i> sp.2	Hem	CG	
FILICÍNEAS				
Aspleniaceae	<i>Asplenium monanthes</i> L.	Hem	FF	
Polypodiaceae	<i>Polypodium pelopeltidis</i> Fee	Hem	AR / FF	
	<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée	Hem	CG	
	<i>Doryopteris itaiaiensis</i> (Fée) Christ	Hem	AR / FF	
Pteridaceae	Pteridaceae sp.1	Hem	CG	
	Pteridaceae sp.2	Hem	CG	
	Pteridaceae sp.3	Hem	CG / FF	
	Pteridaceae sp.4	Hem	FF	
	Pteridaceae sp.5	Hem	CG	

	Pteridaceae sp.6	Hem	CG
	Pteridaceae sp.7	Hem	CG
	Pteridaceae sp.8	Hem	CG
	Pteridaceae sp.9	Hem	CG
BRIOFITAS			
Polytrichaceae	<i>Polytrichum juniperinum</i> Willd ex Hedw	---	CG
Sphagnaceae	<i>Sphagnum</i> aff. <i>pseudoramulinum</i> H.A.Crum	---	CG
LÍQUENS			
Cladoniaceae	<i>Cladonia imperialis</i> Ahti & Marcelli	---	CG
	<i>Dictyonema glabratum</i> (Sprengel) D. <i>Hawksw.</i>	---	CG
	Líquen indeterminado	---	CG

Formas de vida

A análise geral das formas de vida dos campos de altitude do Itatiaia (Fig. 5a), descontando as briófitas, líquens, Angiospermas indeterminadas e Asteraceae sp.1, sp.2 e sp.3, com um total de 156 indivíduos, registrou 68 espécies ou morfoespécies hemicriptófitos ($\approx 44\%$), 55 nanofanerófitos ($\approx 35\%$), 13 geófitos ($\approx 8\%$), 12 caméfitos ($\approx 8\%$), seis terófitos ($\approx 4\%$) e duas lianas ($\approx 1\%$), havendo um predomínio de hemicriptófitos seguido de nanofanerófitos, que somados representam 79%. Quando comparado com o trabalho de Araújo *et al.* (2008) realizado nos inselbergues de Quixadá, no Ceará, os resultados são distintos: terófitos (44,2%), fanerófitos (24,7%), caméfitos (14,6%), hemicriptófitos (13,4%), geófitos (2,6%) e aerófitos (1,2%). Os mesmos autores também afirmam que os terófitos são as formas de vida dominante nos inselbergues de regiões áridas e semiáridas.

No trabalho de Caiafa & Silva (2005), que foi desenvolvido no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, também na Serra da Mantiqueira, zona da mata de Minas Gerais, região de campos de altitude - em algumas áreas acima de 1.600 m de altitude -, o grupo predominante foi o dos hemicriptófitos, seguido de caméfitos e fanerófitos. Os hemicriptófitos são predominantemente um atributo relacionado às fisionomias campestres (Meirelles 1996 *apud* Caiafa & Silva, 2005).

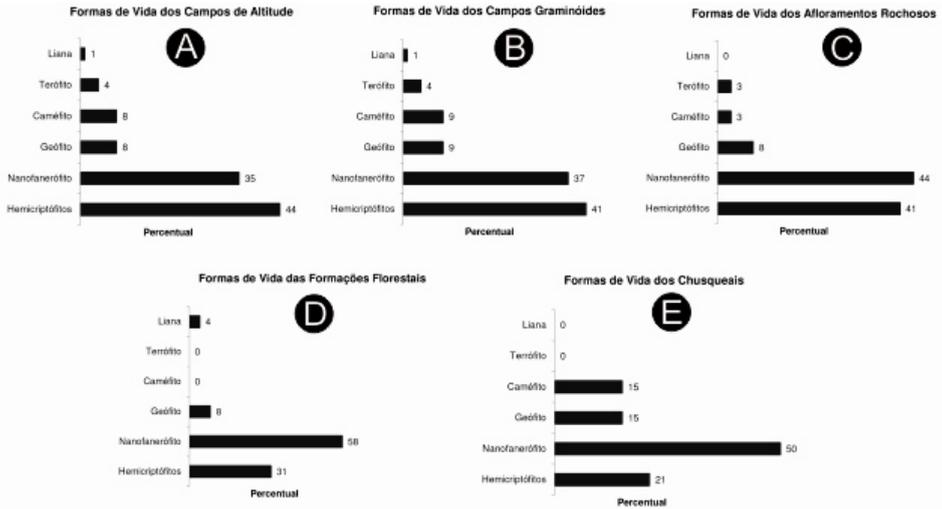


Figura 5 – a-e. Formas de vida: a) campos de altitude. b) campos graminóides. c) afloramentos rochosos. d) formações florestais; e) chusqueais. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

A análise de cada forma de vida por ambiente, ($n = 169$ espécies ou morfoespécies), registrou que 140 estão presentes nos campos graminóides (Fig. 5b), ou seja, cerca de 83% do total, sendo 57 espécies hemicriptófitos ($\approx 41\%$), 52 nanofanerófitos ($\approx 37\%$), 12 geófitos ($\approx 9\%$), 12 caméfitos ($\approx 9\%$), cinco terófitos ($\approx 4\%$) e duas lianas ($\approx 1\%$). Neste ambiente dos campos, também existe o predomínio de hemicriptófitos, seguido de nanofanerófitos. Ambos somados representam 78% das formas de vida.

A análise dos afloramentos rochosos (Fig. 5c), de 169 espécies ou morfoespécies do Itatiaia registrou 59 ($\approx 35\%$), sendo 24 hemicriptófitos ($\approx 41\%$), 26 nanofanerófitos ($\approx 44\%$), cinco geófitos ($\approx 8\%$), dois caméfitos ($\approx 3\%$), dois terófitos ($\approx 3\%$) e não ocorreram lianas. Neste trabalho, nos afloramentos houve uma inversão em relação aos campos graminóides, ou seja, o predomínio de nanofanerófitos seguidos de hemicriptófitos. Ambos somados representam cerca de 85% das formas de vida.

Quando comparado com o trabalho de Conceição *et al.* (2007a), realizado nas Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio na Chapada Diamantina, Bahia, a forma de vida predominante foi a dos caméfitos, seguida pelos hemicriptófitos, criptófitos, fanerófitos, epífitas, suculentas, terófitos e lianas. Já no trabalho de Conceição *et al.* (2007b), realizado também em afloramentos de quartzito-arenito nos campos rupestres na Serra do Sitorá, também na Chapada Diamantina, predominaram os fanerófitos e hemicriptófitos, apesar dos caméfitos possuírem a maior área de cobertura. Ribeiro & Medina (2002) mencionam que no seu trabalho realizado nos afloramentos rochosos da base das Prateleiras, no PNI, predominaram os hemicriptófitos seguidos pelos fanerófitos, o mesmo ocorrendo neste trabalho.

Com base nos dados relacionados aos afloramentos rochosos, acreditamos que não há similaridade marcante entre esses locais. Essa condição corrobora concepções apresentadas por Safford (2001); Longhi-Wagner *et al.* (2012), dentre outros, de que o ambiente (*p.ex.* litologia, solo, altitude, latitude, precipitação) é determinante para o estabelecimento de espécies, desta forma gerando um alto grau de endemismo nos campos de altitude (*p.ex.* Safford, 1999a, 2001; Iganci *et al.*, 2011). Assim, é esse conjunto de diferentes afloramentos rochosos que proporciona o aumento de indicadores da diversidade geral nos campos de altitude.

Quanto às formas de vida das formações florestais (Fig. 5d), de um total de 169 espécies ou morfoespécies do Itatiaia foram encontradas 26 ($\approx 15\%$), sendo oito hemicriptófitos ($\approx 31\%$), 15 nanofanerófitos ($\approx 58\%$), dois geófitos ($\approx 8\%$), não houve caméfitos e terófitos e uma liana ($\approx 4\%$). Neste ambiente houve o predomínio de nanofanerófitos seguido de hemicriptófitos, ou seja, quando ambas somadas essas formas de vida representam quase 90% dos indivíduos.

Em relação à flora associada aos *chusqueais* (Fig. 5e), de um total de 169 espécies ou morfoespécies do Itatiaia foram encontradas 14 ($\approx 8\%$), sendo três hemicriptófitos ($\approx 21\%$), sete nanofanerófitos (50%), dois geófitos ($\approx 15\%$), dois caméfitos ($\approx 15\%$) e não houve terófitos e lianas. Aqui segue o resultado apresentado para formação florestal, ou seja, o predomínio de nanofanerófitos seguido de hemicriptófitos. Apesar de não apresentarmos uma relação específica destas últimas fitofisionomias (por não serem as principais) como foi feito com o campo graminóide e afloramento rochoso, a soma de ambos foi cerca de 71% das formas de vida.

Cabe destacar que somente no ambiente dos campos graminóides houve o predomínio de hemicriptófitos seguido de nanofanerófitos, em todos os outros (afloramentos rochosos, formações florestais e *chusqueais*) ocorreu o inverso. Quanto ao ambiente geral dos campos de altitude (Fig. 6a), levando em consideração o total de 169 espécies ou morfoespécies, 142 estiveram presentes nos campos graminóides ($\approx 84\%$), 59 nos afloramentos rochosos ($\approx 35\%$), 26 na formação florestal ($\approx 15\%$) e 14 nos *chusqueais* ($\approx 8\%$). Este resultado demonstra que a grande maioria das espécies está presente nos campos graminóides, sugerindo que estas formas de vida estão adaptadas a um ambiente de forte insolação e alta evapotranspiração (Brade, 1956).

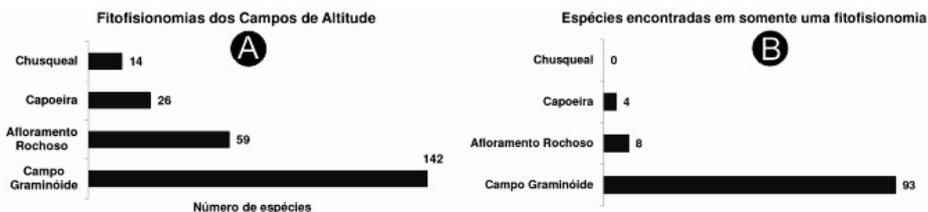


Figura 6 –a-b. Fitofisionomias: a. campos de altitude. b. espécies encontradas em somente uma. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

Quanto às espécies que foram encontradas em apenas uma fitofisionomia (Fig. 6b), 93 foram encontradas somente nos campos graminóides, a saber:

Bertolonia mosenii, *Behuria* sp., *Weinmannia humilis*, *Weinmannia* sp., *Lupinus gilbertianus*, *Mimosa itatiaiensis*, *Maytenus* sp.1, *Myrsine* sp., *Clethra scabra*, *Gaultheria eriophylla*, *Gaylussacia* sp.1, *Salvia itatiaiensis*, *Solanum enantiophyllum*, *Achyrocline chionaea*, *Baccharis megapotamica*, *Baccharis opuntioides*, *Baccharis pauciflorescens*, *Baccharis platypoda*, *Baccharis* sp.1, *Baccharis* sp.2, *Grazilelia intermedia*, *Asteraceae* sp.1, *Cranichis candida*, *Habenaria parviflora*, *Habenaria rolfeana*, *Pelexia itatiayae*, *Actinocephalus polyanthus*, *Paepalanthus itatiaensis*, *Paepalanthus* sp., *Xyris fusca*, *Andropogon lateralis*, *Danthonia montana*, nove morfoespécies de Poaceae (Poaceae sp.1, Poaceae sp.2, Poaceae sp.3, Poaceae sp.4, Poaceae sp.5, Poaceae sp.6, Poaceae sp.7, Poaceae sp.8, Poaceae sp.9), *Cerastium dicotrichum*, *Geranium brasiliense*, *Itatiaia cleistopetala*, *Oxalis rupestris*, *Trifolium repens*, *Polygala brasiliensis*, *P. campestris*, *P. paniculata*, *Fragaria vesca*, *Coccocypselum condalia*, *C. lymansmithii*, *Galium humile*, *Erythraea centaurium*, *Oxypetalum glaziovii*, *Plantago guilleminiana*, *Plantago* sp., *Rhabdocaulon coccineum*, *Lobelia camporum*, *Bidens segetum*, *Chaptalia graminifolia*, *Chevreulia acuminata*, *Gamochaeta filaginea*, *G. simplicicaulis*, *Gnaphalium purpureum*, *Hypochoeris brasiliensis*, *Perezia* cf. *squarrosa* subsp. *cubaetensis*, *Senecio icoglossus*, *S. juergensii*, *Leptostelma maximum*, *Asteraceae* sp.2, *Asteraceae* sp.3, *Valeriana glaziovii*, *Lycopodium* sp.1, *Lycopodium* sp.2, *Campyloneurum angustifolium*, *Polytrichum juniperinum*, *Sphagnum* aff. *pseudoramulinum*, *Cladonia imperialis*, *Dictyonema glabratum*, nove morfoespécies não identificadas de Pteridaceae, Liquen “sp.1”, além de cinco espécies não determinadas (Indeterminada sp.1, sp.2, sp.3, sp.4 e sp.5). Ou seja, a maioria das espécies encontradas apenas em um dos ambientes foi registrada nos campos graminóides.

Nos afloramentos rochosos apenas oito espécies foram registradas exclusivamente neste ambiente: *Chionolaena capitata*, *Barbacenia gounelleana*, *Leiothrix argyroderma*, *Leiothrix* sp., *Schlumbergera microsphaerica*, *Sinningia gigantifolia*, *Utricularia reniformis* e *U. tridentata*, já na formação florestal somente três foram encontradas exclusivamente neste ambiente, a saber: *Huberia nettoana*, *Asplenium monanthes* e Pteridaceae sp.4. Não houve espécies exclusivas no chusqueal.

Ocorreram 65 espécies em duas ou três fitofisionomias, a saber: *Alstroemeria foliosa*, *Chusquea microphylla*, *C. heterophylla*, *C. pinifolia*, *Berberis glazioviana*, *B. laurina*, *Berberis* sp., *Roupala montana* var. *impressiuscula*, *Fuchsia campos-portoi*, *F. regia*, *Myrceugenia alpigena*, *Tibouchina hospita*, *Behuria parvifolia*, *Leandra eichleri*, *L. sulfurea*, *Chaetostoma glaziovii*, *Oxalis confertissima*, *Maytenus* sp.2, *Myrsine gardneriana*, *Agarista hispidula*, *Gaultheria serrata*, *Gaylussacia amoena*, *G. fasciculata*, *Verbena hirta*, *Cunila galioides*, *Hesperozygis myrtoides*, *Lepechinia speciosa*, *Buddleja speciosissima*, *Esterhazia splendida*, *Solanaceae* sp.1, *Escallonia organensis*, *E. laevis*, *Griselinia ruscifolia*, *Siphocampylus westinianus*, *Achyrocline satyroides*, *Baccharis erigeroides*, *B. stylosa*, *B. tarchonanthoides*, *Dendrophorbium* cf. *limosum*, *Dendrophorbium* sp.1, *Dendrophorbium* sp.2, *Grazilelia serrata*, *Stevia camporum*, *Symphypappus compressus*, *Verbesina glabrata*, *Blechnum schomburgkii*, *Alophia sellowiana*, *Sisyrinchium alatum*, *S. vaginatum*, Iridaceae

sp.1, Iridaceae sp.2, *Hippeastrum morelianum* x *H. glaucensis* (híbrido), *Dioscorea perdicum*, *Fernseea itatiaiae*, *Machaerina ensifolia*, *Cortaderia modesta*, Poaceae sp.1, *Eryngium glaziovianum*, *E. paniculatum*, *Eryngium* sp., *Senecio oleosus*, *Polypodium pelopeltidis*, *Doryopteris itatiaiensis* e Pteridaceae sp.3. Somente duas espécies foram encontradas nas quatro fitofisionomias, *Alstroemeria isabelleana* e *Baccharis uncinella*.

Analisando as famílias com maior riqueza de espécies no Itatiaia (Fig. 7a), Asteraceae apresentou maior número, 37 ($\approx 23\%$), seguida de Poaceae com 15 ($\approx 9\%$), Melastomataceae com nove ($\approx 6\%$), Ericaceae com seis ($\approx 4\%$) e Lamiaceae, Iridaceae e Eriocaulaceae, com cinco espécies cada ($\approx 3\%$).

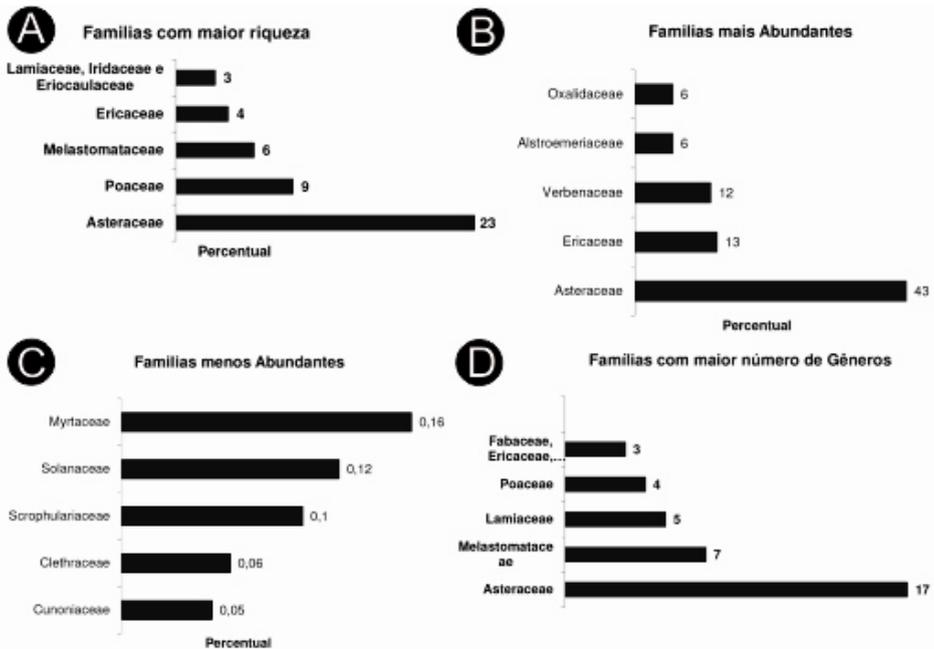


Figura 7 – a-d. Famílias: a. com maior riqueza; b. mais abundantes. c. Menos abundantes. d. com maior número de gêneros. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

Relações biogeográficas

Quando comparados os resultados encontrados com os de estudo similar realizado nos campos sulinos (Pillar *et al.*, 2009), esses autores mencionam que a biodiversidade vegetal registrada na época estava longe de ser completamente caracterizada. Eles citam que Boldrini (1997) estimou um total de 3.000 espécies de plantas campestres, apenas para o estado do Rio Grande do Sul. Também mencionam que as famílias vegetais mais ricas em espécies são Asteraceae (ca. 600 espécies), Poaceae (ca. 400-500), Fabaceae (ca. 250) e Cyperaceae (ca. 200). Estes dados vêm a confirmar que Asteraceae e Poaceae são as duas principais famílias no Itatiaia e nos campos riograndenses (Boldrini, *op. cit.*).

Asteraceae está presente no Itatiaia em grande quantidade (Schumm, 2006) (Fig. 7a e 7d) devido à própria diversidade da família (a maior do planeta; Stehmann *et al.*, 2009), de ambientes instáveis e com diversas espécies pioneiras, assim como Melastomataceae, também muito bem representadas nos campos de altitude (Martinelli, 1996; Safford, 1999a; Mocoinski & Scheer, 2008).

É relevante destacar que a maioria das espécies campestres do Itatiaia ocorre também no ambiente xerófilo do Brasil Central (Cerrado) e semelhantes às espécies que ocorrem em regiões campestres de Minas Gerais e estados vizinhos. Todas têm adaptações mais ou menos xerofíticas que as possibilitam resistir, não só à insolação forte e aos ventos, com também às épocas secas dos meses de inverno (Brade, 1956). Sobre esta semelhança, Ribeiro & Walter (2008) mencionam que o cerrado é um “complexo vegetacional que possui relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas das Américas e de continentes como a África e Austrália”.

Para os campos rupestres, as famílias mais frequentes são: Asteraceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Cyperaceae, Eriocaulaceae, Iridaceae, Lamiaceae, Leguminosae, Lentibulariaceae, Lythraceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Poaceae, Rubiaceae, Velloziaceae, Vochysiaceae e Xyridaceae (Ribeiro & Walter, 2008), sendo todas citadas para os campos de altitude por Brade (1956), com excessão da Vochysiaceae. Já Ribeiro & Medina (2002), só não mencionam as famílias Leguminosae, Lythraceae e Vochysiaceae. Para os campos rupestres, as espécies da família Velloziaceae podem chegar ao endemismo de até 70% (Filgueiras, 2002).

Observando exclusivamente os afloramentos rochosos da base das Prateleiras (PNI), Ribeiro & Medina (2002) encontraram 74 espécies de plantas vasculares, pertencentes a 37 famílias. Dentre as famílias que predominaram naquela área de estudo analisada, e que se assemelharam ao presente trabalho, podemos destacar: Poaceae, Asteraceae, Melastomataceae e Cyperaceae. Dentre o total de famílias relacionadas acima, nove não foram relacionadas para este trabalho: Aquifoliaceae, Begoniaceae, Juncaceae, Polygonaceae, Symplocaceae, Violaceae, Grammitidaceae, Dryopteridaceae e Selaginaceae (as três últimas estão atualmente no grupo das flicíneas). Entretanto, foram registradas outras famílias neste estudo (Tab. 1 e 2).

Quanto ao trabalho de Caiafa & Silva (2005) foram abordados três fitofisionomias: campo graminóide, afloramento rochoso e as bordas da capoeira. Naquele estudo foram coletadas 81 espécies, distribuídas em 60 gêneros e 31 famílias. As quatro famílias mais ricas foram Orchidaceae, Asteraceae, Melastomataceae e Cyperaceae, estando todas estas famílias presentes no atual trabalho. Observamos que Asteraceae, Melastomataceae e Cyperaceae estão entre as famílias predominantes. Dentre o total de famílias relacionadas pelos autores, 26 também estiveram presentes neste trabalho.

Em afloramentos rochosos do Morro do Forno em Altinópolis – SP foram registradas 157 espécies pertencentes a 118 gêneros e 48 famílias (Oliveira & Godoy, 2007). Nas escarpas mais abruptas, onde aparecem áreas de afloramentos rochosos, esses autores destacam a ocorrência de espécies de

Fabaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Poaceae e Rubiaceae e Malpighiaceae. Comparando com o nosso estudo, apenas a última não foi registrada localmente.

Em se tratando de afloramento rochoso de campos rupestres (Oliveira & Godoy, 2007), a área também apresentou três famílias que predominaram em todos os trabalhos mencionados até o momento, Asteraceae, Melastomataceae e Poaceae. A família Velloziaceae, também citada por Oliveira & Godoy (2007), reforça a importância da mesma nas formações de afloramentos, como já havia sido mencionado por Ribeiro & Medina (2002). Em relação às famílias, três também estiveram entre as mais representativas: Asteraceae, Poaceae e Melastomataceae. Do total de famílias relacionadas, 18 foram encontradas no presente estudo.

Em Campos rupestres da Chapada da Diamantina, BA, Conceição & Pirani (2007a) registraram 50 famílias e 202 espécies. Do total de famílias mais ricas localmente, com maior número de espécies, 17 estiveram representadas neste estudo. Já em ilhas de vegetação de afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, localizado na mesma região do trabalho anterior, houve a predominância de ervas e arbustos (Conceição *et al.*, 2007a). Foram registradas 23 famílias, 46 gêneros e 63 espécies. Dentre as famílias que tiveram maior número de espécies, Poaceae e Cyperaceae continuam sendo citadas dentre as mais frequentes.

Outro estudo realizado no Itatiaia e Serra dos Órgãos (Safford, 1999a) relata que as famílias com maior riqueza são, em ordem de grandeza: Asteraceae, Polypodiaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Poaceae, Lamiaceae, Lycopodiaceae, Cyperaceae, Ericaceae e Rubiaceae. Esse mesmo estudo relata ainda que “a maioria dos campos mostram um elevado número de bromélias”. Comparando com o presente estudo, em relação às famílias registradas, todas estiveram presentes, em ordem de grandeza: Asteraceae, Poaceae, Melastomataceae e Ericaceae (Fig. 8a). Diferenças podem estar associadas ao fato daquele estudo ter incluído a Serra dos Órgãos e ao grupo das samambaias e licófitas.

Em relação às famílias mais abundantes deste estudo (Fig. 7b), mais uma vez houve destaque para Asteraceae com 5.055 indivíduos ($\approx 43\%$), seguida pela Ericaceae com 1.583 ($\approx 13\%$), Verbenaceae com 1.408 ($\approx 12\%$), Alstromeriaceae com 736 ($\approx 6\%$) e Oxalidaceae com 730 ($\approx 6\%$), ou seja somente estas cinco famílias representam um universo amostral de 9.512 indivíduos, ou seja, cerca de 80% das cerca de 12 mil plantas contabilizadas.

Ao contrário do quadro acima, as famílias menos abundantes (Fig. 7c) foram Cunoniaceae, com apenas seis indivíduos (0,05%), Clethraceae com oito (0,06%), Scrophulariaceae com 12 (0,1%), Solanaceae com 14 (0,12%) e Myrtaceae com 20 (0,16%), ou seja, estas juntas somaram somente 60 indivíduos (0,5%) dentro de um universo amostral de 11.828 espécimens. Um fato importante a destacar é que na família Scrophulariaceae, a única espécie descrita como ameaçada de extinção para o presente estudo foi *Buddleja speciosissima* corroborando o mencionado por Aximoff & Ribeiro (2012) (Fig. 7d).

Em relação às famílias com maior número de gêneros (Fig. 7d), também se destaca Asteraceae com 17 gêneros ($\approx 18\%$), seguido de Melastomataceae com sete ($\approx 7\%$), Lamiaceae com cinco ($\approx 5\%$), Poaceae com quatro ($\approx 4\%$) e Fabaceae, Ericaceae, Orchidaceae e Eriocaulaceae com três cada ($\approx 3\%$).

Cabe destacar que a família Poaceae figura dentre as mais ricas em número de gêneros (em quarta posição), entretanto estaria em melhor posição neste levantamento florístico se alguns indivíduos tivessem sido identificados e não permanecido como morfoespécies. Desta forma, as mesmas foram desconsideradas nesta análise.

Dentre as espécies mencionadas por Brade (1956) para o cerrado foram encontrados representantes dos gêneros *Chionolaena*, *Baccharis*, *Achyrocline*, *Senecio*, *Alophia*, *Sisyrinchium*, *Buddleja* e *Lepechinia*, já Safford (1999a) também cita os gêneros *Barbacenia*, *Eriocaulon*, *Hyptis*, *Mimosa*, *Paepalanthus*, *Roupala* e *Xyris*.

Santos (2011) menciona que algumas espécies têm a capacidade de serem acumuladoras de alumínio, como algumas das famílias Vochysiaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, sendo as duas últimas presentes no Itatiaia. Segundo Haridasan (2000, *apud* Santos, 2011) as espécies acumuladoras de alumínio apresentam adaptações que geram vantagens competitivas em solos distróficos, o que pode estar ocorrendo no Itatiaia por ser um *plug* alcalino que contém muito deste elemento. Entendemos que essa suposição necessita de análises específicas de material pedológico junto com biológico, para eventual confirmação.

Em relação às espécies mais abundantes (Fig. 8a), as dez com maior número de indivíduos foram: *Verbena hirta* com 1.408 ($\approx 12\%$), *Baccharis uncinella* com 1.166 ($\approx 10\%$), *Gaylussacia amoema* com 841 ($\approx 7\%$), *Achyrocline satuireioides* com 766 (6%), *Oxalis confertissima* com 730 ($\approx 6\%$), *Baccharis* sp. com 650 ($\approx 5\%$), *Stevia camporum* com 538 ($\approx 4\%$), *Gaultheria serrata* com 526 ($\approx 4\%$), *Alstroemeria isabelleana* com 412 ($\approx 4\%$) e *Grazielia serrata* com 375 ($\approx 3\%$). Num universo de 11.828 indivíduos, somente estas dez espécies representaram 7.412, ou seja, cerca de 63% de tudo que foi amostrado.

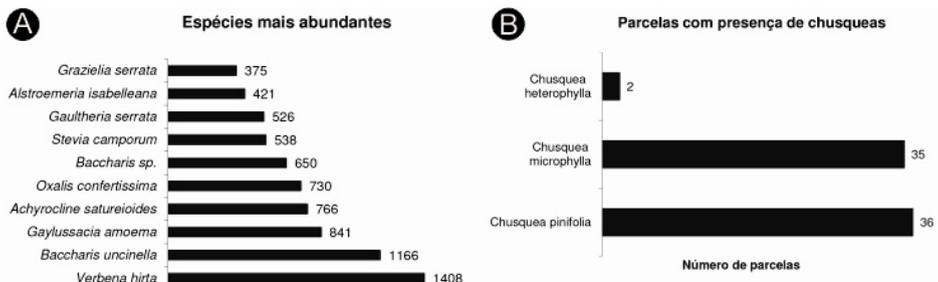


Figura 8 – a-b. a. espécies mais abundantes. b. parcelas com presença de chusqueas. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

Foi verificada a predominância em todas as áreas estudadas de algumas espécies como: *Cortaderia modesta*, *Chusquea heterophylla*, *C. microphylla* e

Machaerina ensifolia. Estas não foram contabilizadas individualmente. Também, em relação às três espécies de *Chusquea* identificadas (Fig. 8b) foi verificado que *Chusquea pinifolia* esteve presente em 36 ($\approx 32\%$) de um total de 112, *Chusquea microphylla* em 35 ($\approx 31\%$) e *Chusquea heterophylla* em duas somente ($\approx 2\%$). Warming (1892 *apud* Rizzini, 1997) já observava que “algumas espécies dificilmente florescem nos campos mais preservados, ficando abafadas sob as gramíneas mais altas em estado seco”. Tal observação também pode ser registrada em locais onde houve baixa concentração de *Cortaderia* spp. e outras poáceas ocorreu a presença de um maior número de famílias, gêneros e espécies.

Em relação às quatro espécies predominantes no planalto do Itatiaia (*Cortaderia modesta*, *Machaerina ensifolia*, *Chusquea heterophylla* e *Eryngium* sp.), o fogo periodicamente ateadado, em geral, favorece gramíneas e subarbustos em detrimento das árvores (Rizzini, 1997). Corroborando com essa concepção, Safford (2001) destaca que “*The giant tussock grass C. modesta also seems well-adapted to the present fire regime. The dense tussocks of this species provide protection and insulation from high temperatures and internal physical damage from fire*” (p. 297). Segundo o mesmo autor, a distribuição das espécies e populações de plantas na paisagem dos campos de altitude parece ser o resultado da ação do fogo e de sua interação com a biota, a topografia local e o clima. Em seu estudo Safford (*op. cit.* p.298) descreveu ainda que: “...radiation, temperature, and a combination of soil factors - all dependent primarily on slope, aspect, and topographic position - were found to be closely related to a variety of biotic responses to fire, including plant mortality, postfire growth, and postfire patterns in species diversity”. Brade (1956) também cita que, em geral, a *Cortadeira* também é favorecida pelo fogo, só apresentando floração após a queima e destruição das folhas e permanência dos talos de inflorescência.

Uma vez que o fogo é, dentre outros elementos, um fator de distúrbio frequente em campos de altitude (PNI 1988 *apud* Ribeiro & Medina, 2002), o mesmo também se transforma em uma das principais ameaças à biodiversidade local. No Itatiaia, por exemplo, no último século o intervalo entre os incêndios foi cerca de 15 anos (PNI 1988 *apud* Ribeiro & Medina, *op. cit.*). Muitas plantas se regeneraram e até floresceram, principalmente gramíneas, ciperáceas e asteráceas após o incêndio deste mesmo ano no PNI (Aximoff, 2007). *C. modesta* e *M. ensifolia* têm floração induzida pelo fogo (Brade 1956), e estas rebrotaram e floresceram logo após o incêndio. Safford (2001) destaca o papel de bambus do gênero *Chusquea* e de *C. modesta* na regeneração pós-fogo, em formações de campos de altitude do Sudeste brasileiro. Já *Chusquea pinifolia* rebrotou, mas não floresceu imediatamente após o incêndio de agosto de 2007 no PNI (Aximoff, 2007), informação corroborada por Safford (2001). Em relação à *Cortaderia*, às vezes a mesma está associada, especialmente nas bordas da formação, com a Cyperaceae *Machaerina ensifolia*, a qual apresenta crescimento semelhante (Brade, 1956). Em relação ao *Eryngium* spp., por ter forma de roseta e o meristema apical estar inserido entre densas folhas basais, esse gênero apresenta maior resistência ao fogo (Aximoff, 2007). Tais relatos corroboram o registro e a relação das quatro espécies citadas, que predominam

no Planalto do Itatiaia, com o as condições do ambiente e suas relações com eventos de incêndios.

Estudos apontam que campos de altitude têm composições florísticas distintas entre si (*p.ex.* Caiafa & Silva, 2005; Longhi-Wagner *et al.*, 2012). Esse fato foi corroborado localmente pelo estudo atual, tanto a partir de análises qualitativas, quanto por análises quantitativas descritas a seguir.

Análises quantitativas

A curva de acumulação geral de espécies, considerando o componente vegetal analisado (Fig. 9), indica a suficiência amostral (Magurran, 2013). A estimativa geral aponta para $74 \pm 1,2$ espécies, valor também encontrado pela amostragem efetiva. Estimadores de riqueza reforçam a representatividade da amostragem quantitativa, indicando que o número de espécies do compartimento arbustivo-arbóreo deve variar entre 75 e cerca de 80 espécies (Tab. 3).

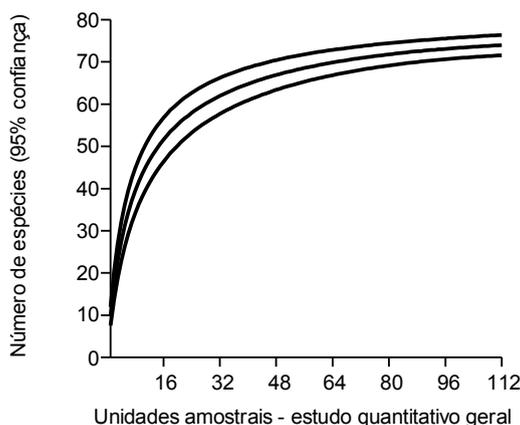


Figura 9 - Curva de acumulação de espécies do estrato arbóreo-arbustivo dos Campos de Altitude do Itatiaia, em função do número de unidades amostrais do levantamento geral. Centralizada a curva com os valores médios. Acima e abaixo da mesma, seus intervalos de confiança de 95%. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

Tabela 3 - Estimadores de riqueza de espécies do estrato arbóreo-arbustivo do Planalto do Itatiaia, considerando o levantamento quantitativo geral. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

Índice	Número estimado de espécies (\pm desvio padrão)
Chao 2	$73,2 \pm 3,1$
Jackknife 1	$75,9 \pm 2,8$
Jackknife 2	$76,1 \pm 5,1$
Bootstrap	$77,2 \pm 1,9$

As curvas de rarefação das localidades e dos ambientes (respectivamente Fig. 10a e b), em conjunto com os índices de diversidade, por localidade e ambiente (respectivamente Tab. 4 e 5), indicam uma alta diversidade no Planalto

do Itatiaia. Valores muito baixos de dominância nas quatro localidades e altos índices de Simpson, Shannon, Brillouin e de Equitabilidade, dimensionam essa alta diversidade em cada uma das localidades estudadas. A alta diversidade encontrada corrobora com outros estudos quantitativos (Brade, 1956; Segadas-Vianna, 1965; Martinelli, 1996; Safford, 1999a; Condack, 2006; Aximoff & Ribeiro, 2012) ou mesmo florísticos qualitativos (Ribeiro & Medina, 2002; Caiafa & Silva, 2005; Mocochinshi & Scheer, 2008; Giovanetti-Alves, 2009) que também apontam para a alta diversidade vegetal em Campos altimontanos.

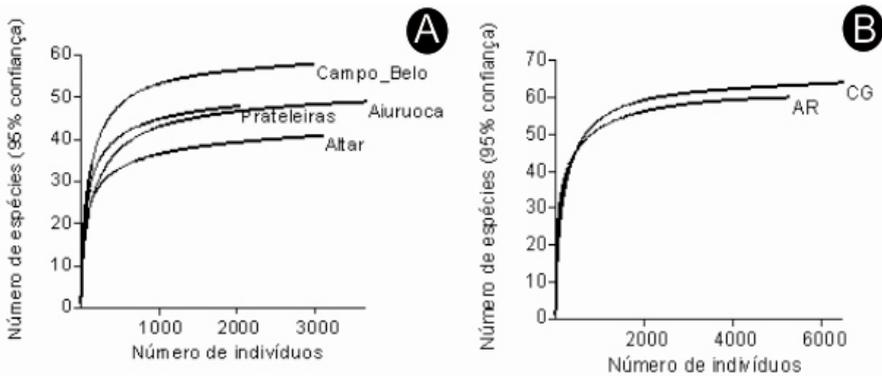


Figura 10 – a-b. a. curvas de rarefação de espécies do estrato arbóreo-arbustivo do Planalto do Itatiaia, em função do número de indivíduos, considerando as localidades Campo Belo, Aiuruoca, Prateleiras e Altar. b. curvas de rarefação de espécies do estrato arbóreo-arbustivo do Planalto do Itatiaia, em função do número de indivíduos, considerando os ambientes de Campo graminóide (CG) e Afloramento rochoso (AR). Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

Tabela 4 - Indicadores de diversidade de espécies do estrato arbóreo-arbustivo dos Campos de Altitude do Itatiaia, considerando o levantamento por localidade. Legenda: AIU = Aiuruoca; ALT = Altar; CBEL = Campo Belo; PRAT = Prateleiras; Min. = valores mínimos estimados; Máx. = valores máximos estimados. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

Índices	AIU	Mín.	Máx.	ALT	Mín.	Máx.	CBEL	Mín.	Máx.	PRAT	Mín.	Máx.
N. espécies	49	66	72	41	66	72	58	65	72	48	63	70
N. indivíduos	3.671			3.120			3.005			2.050		
Dominância (D)	0,123	0,049	0,054	0,086	0,049	0,054	0,060	0,049	0,054	0,073	0,048	0,055
Simpson (1-D)	0,877	0,946	0,951	0,914	0,946	0,951	0,940	0,946	0,951	0,927	0,945	0,952
Shannon (H')	2,733	3,354	3,424	2,869	3,348	3,425	3,255	3,343	3,425	3,077	3,332	3,430
Brillouin	2,702	3,310	3,380	2,838	3,299	3,376	3,210	3,294	3,373	3,025	3,266	3,361
Equitabilidade J	0,702	0,789	0,809	0,773	0,789	0,811	0,802	0,789	0,812	0,795	0,792	0,818
Chao 1	50	67	81	44	66	83	61	66	83	50	64	80

Tabela 5 - Indicadores de diversidade de espécies do estrato arbóreo-arbustivo dos Campos de Altitude do Itatiaia, considerando o levantamento por ambiente. Legenda:

AR = Afloramentos rochosos; CG = Campos graminóides; Min. = valores mínimos estimados; Máx. = valores máximos estimados. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

Índices	AR	Mín.	Max.	CG	Mín.	Max.
N. espécies	60	68	73	64	69	74
N. indivíduos	5.322			6.524		
Dominância (D)	0,047	0,049	0,053	0,097	0,049	0,053
Simpson (1-D)	0,953	0,947	0,951	0,903	0,947	0,951
Shannon (H')	3,369	3,357	3,421	2,923	3,366	3,421
Brillouin	3,341	3,325	3,388	2,899	3,338	3,393
Equitabilidade J	0,823	0,787	0,804	0,703	0,787	0,803
Chao 1	60	69	81	70	69	78

Este estudo, realizado em diferentes trechos do Planalto do Itatiaia, incluindo campos graminóides e afloramentos rochosos, reforça o caráter da diversidade espacial na composição da biodiversidade (Veldmann *et al.*, 2015). Tanto nos afloramentos rochosos, quanto nos campos graminóides estudados, os índices de dominância foram extremamente baixos. Tal condição sugere que diferenças ecológicas (e.g. Safford, 2001; Gurevitch *et al.*, 2009; Longhi-Wagner *et al.*, 2012) e/ou de historicidade (Ribeiro *et al.*, 2013), podem criar condições ambientais que acarretem em estabelecimentos vegetacionais diversos. Desta forma, corrobora-se a necessidade de conservação de paisagens “naturais” diversificadas (Begon *et al.*, 2007), como forma de abarcar atributos que contribuam para a manutenção da alta diversidade biológica em todas as suas escalas: α , β , γ , δ e ϵ (Zaú, 2014).

As curvas e os estimadores sugerem ainda que Campo Belo apresenta diversidade superior à das outras localidades. Indicam ainda que Prateleiras e Aiuruoca têm valores de diversidade semelhantes entre si, os quais são pouco menores que a diversidade do Campo Belo e pouco maiores que a diversidade do Altar. Por fim, indicam que, em termos comparativos, no Altar a diversidade é menor do que a das outras localidades. Entretanto, vale destacar que, uma vez que as espécies de *Chusquea* não foram incluídas na amostragem quantitativa, a eventual dominância dessas, observada em trechos da paisagem, não foi adequadamente dimensionada pelos índices.

Já em relação aos ambientes, as curvas de rarefação encontram-se praticamente sobrepostas, indicando apenas uma pequena diferença positiva da diversidade nos campos graminóides em relação aos afloramentos rochosos (Fig. 10b). Os estimadores de diversidade apontam para a mesma direção. Desta forma, podemos dizer que a diversidade é pouco maior nos campos graminóides do que nos afloramentos rochosos estudados. Esse fato surpreende, visto que a formação de micro-nichos físicos nos afloramentos rochosos tem sido descrita como um importante diferencial positivo em termos de condições ambientais em um ambiente árido. Esses pequenos espaços, nos quais se formam ilhas de vegetação (Ribeiro & Medina, 2002), muitas vezes possibilitam o estabelecimento de diferentes espécies, favorecendo desta forma o aumento da diversidade. Porém, tais condições parecem não ser suficientes para conduzirem índices e estimadores à maior diversidade nos afloramentos. Essa situação faz supor que também nos campos graminóides, existem fatores ecológicos,

diferenciados espacialmente, e/ou condições de historicidade distintas, que acarretam em diferentes possibilidades de sobrevivência para as plantas, consequentemente gerando maiores valores de diversidade nos campos, em termos comparativos aos afloramentos. Padrões de diversidade encontrados nos campos graminóides podem ainda estar diretamente associados ao papel facilitador de *Eryngium* sp. Essa espécie, ao se desenvolver, em função de sua estrutura rígida, em roseta, e com muitos espinhos, faz com que sejam abertos espaços antes ocupados pela *Cortaderia modesta*. Isso possibilita maior entrada de luz, favorecendo ervas e pequenos arbustos (Fidelis *et al.*, 2009). Segundo os mesmos autores, também por suas características estruturais, a presença de *Eryngium* nos campos graminóides, ainda protege do gado espécies mais palatáveis, contribuindo também nesse aspecto para o aumento de diversidade, visto ser o pastoreio uma das ameaças dos campos de altitude (Longhi-Wagner & Welker, *apud* Longhi-Wagner *et al.*, 2012). Além disso, o fato de terem sido agrupadas as unidades amostrais de formações menos amostradas, como o *chusqueal* e pequenos fragmentos florestais no conjunto dos campos graminóides provavelmente contribuiu em alguma medida para o aumento dos índices de diversidade desta formação.

Ao compararmos as localidades (diversidade β de Whittaker), observamos que as similaridades são relativamente baixas, variando de 24 a 38% (Tab. 6). Já entre os ambientes, a diversidade β é de apenas 19%. Este fato reforça a assertiva apontada nas análises anteriores, de alta diversidade no Planalto do Itatiaia, decorrente de altos valores de diversidade α e β .

Tabela 6 - Indicadores de diversidade β de Whittaker para espécies do estrato arbóreo-arbustivo dos Campos de Altitude do Itatiaia, considerando o levantamento por localidade. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

Diversidade β	Altar	Campo Belo	Prateleiras
Aiuruoca	0,38	0,29	0,26
Altar		0,33	0,24
Campo Belo			0,32

Valor geral da análise de diversidade β de Whittaker = 0,51

Diferenças na composição e abundância entre as localidades também foram inferidas a partir de NMDS. Em relação aos ambientes, tais diferenças ficaram ainda mais evidentes (Fig. 11 a e b). Nos dois casos, as diferenças identificadas nas análises anteriores foram corroboradas e dimensionadas como significativas a partir das ANOSIM e NPMANOVA (Tab. 7, 8, 9 e 10).

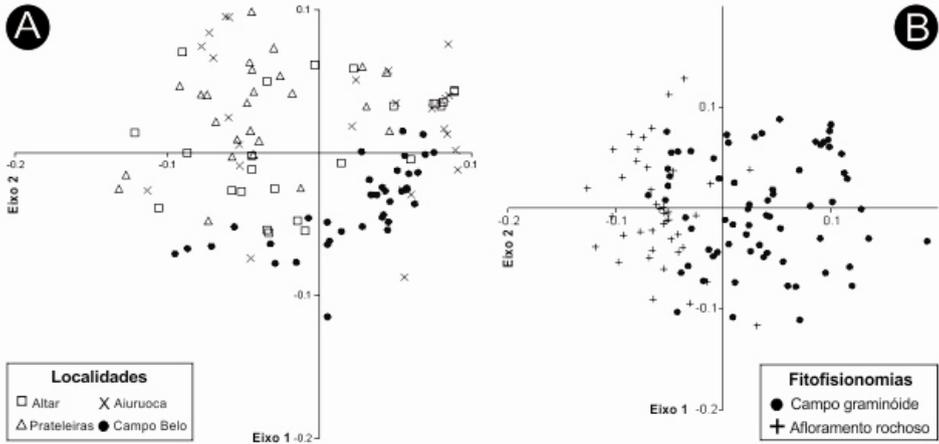


Figura 11-a-b. Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). a. representa as localidades a partir de uma NMDS em três dimensões, com representação gráfica dos eixos 1 e 2. Coeficiente de similaridade de Bray-Curtis; Estresse = 0,2899; Eixo 1 = 0,2538; Eixo 2 = 0,1276; Eixo 3 = 0,1449. b. representa os ambientes a partir de uma NMDS em duas dimensões. Coeficiente de similaridade de Bray-Curtis; Estresse = 0,3204; Eixo 1 = 0,2478; Eixo 2 = 0,1516. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados referentes à 2012.

Tabela 7 - Matriz de significância (p) por ANOSIM, das dissimilaridades de Bray-Curtis considerando as localidades do Altar, Prateleiras, Aiuruoca e Campo Belo. Foram considerados indivíduos do estrato arbóreo-arbustivo. 9.999 permutações; R = 0,2832; p = 0,0001. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

ANOSIM	Prateleiras	Aiuruoca	Campo Belo
Altar	0,0006	0,0053	0,0001
Prateleiras	0	0,0003	0,0001
Aiuruoca		0	0,0001

Tabela 8 - Matriz de significância (p) por NPMANOVA, das dissimilaridades de Bray-Curtis considerando as localidades do Altar, Prateleiras, Aiuruoca e Campo Belo. Foram considerados indivíduos do estrato arbóreo-arbustivo. 9.999 permutações; F = 5,497; p = 0,0001. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

NPMANOVA	Prateleiras	Aiuruoca	Campo Belo
Altar	0,0002	0,0039	0,0001
Prateleiras	0	0,0001	0,0001
Aiuruoca		0	0,0001

Tabela 9 - Matriz de significância (p) por ANOSIM, das dissimilaridades de Bray-Curtis considerando os ambientes de Afloramentos rochosos (AR) e Campos graminóides (CG). Foram considerados indivíduos do estrato arbóreo-arbustivo. 9.999 permutações; $R = 0,3595$; $p = 0,0001$. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

ANOSIM	AR	CG
AR	0	0,0001
CG	0,0001	0

Tabela 10 - Matriz de significância (p) por NPMANOVA, das dissimilaridades de Bray-Curtis considerando as localidades do Altar, Prateleiras, Aiuruoca e Campo Belo. Foram considerados indivíduos do estrato arbóreo-arbustivo. 9.999 permutações; $F = 9,979$; $p = 0,0001$. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

NPMANOVA	AR	CG
AR	0	0,0001
CG	0,0001	0

A similaridade entre os ambientes de Campo graminóide e Afloramento rochoso (Tab. 11) foi de cerca de 42%. Já com base no índice de Morisita (Tab. 12), a semelhança foi de cerca de 34%. Entre as localidades as semelhanças variaram de cerca de 32% (entre Campo Belo e Prateleiras), até cerca de 48% (Prateleiras e Altar; e Campo Belo e Aiuruoca). Em síntese, tanto os ambientes quanto as localidades apresentam distinções perceptíveis entre si. Tais resultados foram também dimensionados e corroborados pelas análises NMDS, ANOSIM e NPMANOVA, anteriormente apresentadas.

Tabela 11 – Índice de similaridade de Bray-Curtis considerando as localidades do Altar, Prateleiras, Aiuruoca e Campo Belo. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

Similaridade de Bray-Curtis			
	Altar	Campo Belo	Prateleiras
Aiuruoca	0,381	0,475	0,421
Altar	1	0,373	0,476
Campo_Belo	0,373	1	0,323
Prateleiras	0,476	0,323	1

Tabela 12 – Índice de similaridade de Morisita considerando as localidades do Altar, Prateleiras, Aiuruoca e Campo Belo. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Dados obtidos em 2012.

Similaridade de Morisita			
	Altar	Campo_Belo	Prateleiras
Aiuruoca	0,292	0,568	0,360
Altar	1	0,455	0,555
Campo_Belo	0,455	1	0,317
Prateleiras	0,555	0,317	1

Reforçando o caráter de distinção, a Análise de Espécies Indicadoras (AEI) por localidades ($p < 0,05$), apontou para Campo Belo nove espécies indicadoras: *Gaylussacia amoema*, *Bertolonia mosenii*, *Roupala impressiuscula*, *Lepechinia speciosa*, *Symphyopappus compressus*, *Fuchsia campos-portoi*, *Buddleja speciosissima*, *Huberia nettoana* e *Maytenus* sp.2. Para a Pedra do Altar foram destacadas cinco espécies indicadoras: *Escallonia organensis*, *Grazielia intermedia*, *Oxalis confertissima*, *Esterhazia splendida*, *Dendrophorbium* cf. *limosum*. Para as Prateleiras, quatro: *Baccharis* sp.1, *Baccharis pauciflosculosa*, *Baccharis Stylosa* e *Gaylussacia* sp.2 e para o Aiuruoca, três espécies indicadoras: *Alstroemeria isabelleana*, *Siphocampylus westinianus* e *Verbesina glabrata*. Quanto aos ambientes, a AEI ($p < 0,05$) caracterizou 17 espécies indicadoras de Afloramentos rochosos: *Tibouchina hospita*, *Leandra eichieri*, *Agarista hispida*, *Escallonia organensis*, *Grazielia intermedia*, *Achyrocline satureoides*, *Chaetostoma glaziovii*, *Chionolaena capitata*, *Leandra sulfurea*, *Griselinia ruscifolia*, *Achyrocline chionaea*, *Stevia camporum*, *Esterhazia splendida*, *Dendrophorbium* sp.1, *Siphocampylus westinianus*, *Baccharis* sp.2 e *Verbesina glabrata*. Já para os Campos graminóides, cinco espécies podem ser destacadas como indicadoras: *Baccharis uncinela*, *Verbena hirta*, *Alstroemeria isabelleana*, *Cunila galioides*, *Fuchsia campos-portoi*. O conjunto de espécies indicadoras pode ser importante para projetos de restauração ecológica, especialmente em eventos catastróficos decorrentes de incêndios.

Em síntese, podemos afirmar que, os ambientes das localidades estudadas apresentam particularidades que contribuem para a alta diversidade florística local. Esta diversidade é suportada por uma paisagem caracterizada por um mosaico de diferentes comunidades, que apresentam diferentes estágios sucessionais, decorrentes de distintos eventos passados.

Conclusões

A formação dos campos de altitude do Planalto do Itatiaia representa uma parcela do extenso bioma da Mata Atlântica. Embora de reduzida área geográfica, apresenta uma desproporcional dimensão no que se refere à biodiversidade. A cobertura vegetal das serras do Itatiaia não é homogênea, mas comporta diferentes formações vegetais, referentes aos diferentes nichos ecológicos formados por distintos ambientes. A complexidade do clima vai além do aspecto relativo à ocorrência das baixas temperaturas. Outros fatores como altitude, luminosidade, temperatura, exposição ao vento e umidade, além dos aspectos físicos do solo (profundidade, declividade e fertilidade) e aspectos biológicos operam no sentido de aumentar e diferenciar os biótopos existentes na área. Acreditamos também na concepção da influência de incêndios pretéritos, como possíveis alteradores da composição e estrutura da vegetação.

As dificuldades associadas à coleta/identificação de cerca de 12 mil indivíduos em diferentes localidades do alto Itatiaia foram compensadas pela amostragem satisfatória, uma vez que a curva de acumulação geral de espécies, considerando-se o componente vegetal analisado a partir de parcelas amostrais, indicou a suficiência amostral. Os principais ambientes estudados (campo

graminóide e afloramento rochoso) revelaram diferenças substantivas principalmente nas formas de vida. Nanofanerófitos, seguidos de hemicriptófitos, representam cerca de 85% das formas de vida, sendo que 83% das espécies encontram-se nos campos graminóides. Dentre as localidades estudadas, Campo Belo apresenta diversidade superior à das outras, sendo que Prateleiras e Aiuruoca têm valores de diversidade semelhantes entre si. As análises quantitativas apontaram alta diversidade α e β ; e que, tanto as localidades estudadas como as comunidades florísticas dos campos graminóides e afloramentos rochosos são distintas entre si. Assim, tanto as localidades, quanto os ambientes estudados apresentam particularidades que compõem a alta diversidade florística da formação estudada. Neste contexto de uma paisagem com alta diversidade, a análise de espécies indicadoras contribui como ferramenta para o registro da atual paisagem em situações de restauração ecológica de trechos incendiados ou sob pastoreio ilegal.

Agradecimentos

À Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, pela bolsa de isenção de mestrado concedida ao primeiro autor; ao Departamento de Pós-graduação em Geografia da PUC-Rio pelo suporte para o desenvolvimento deste trabalho; ao curador do herbário VOLRE, Gilson Roberto de Souza; aos especialistas das famílias botânicas que de alguma forma ajudaram na identificação de alguma espécie; ao Instituto Chico Mendes, nas figuras do Sr. Gustavo Tomzhinski (chefe do PNI) e do Sr. Léo Nascimento (coordenador de pesquisa do PNI) que com a autorização concedida de certa forma incentivaram a pesquisa. Aos colaboradores que auxiliaram nas pesquisas de campo (Marcos Machline Ribeiro de Oliveira, Joana Stingel Fraga e Gabriel Paes da Silva Sales) os nossos agradecimentos. Ao Vinícius Gomes da Costa pelo auxílio na geração dos dados sobre as espécies indicadoras. Por fim, agradecemos ao minucioso e completo trabalho dos revisores anônimos deste periódico, os quais com suas sugestões, críticas e correções contribuíram significativamente para este texto final.

Referências

- ALMEIDA, J.P. de 2011. *Revisão do plano de manejo do Parque Nacional do Itatiaia*: Diagnóstico de meio físico. Itatiaia, 97p. Relatório Técnico.
- APG III. 2011. An updat of Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APGIII. *Botanical Journal of the Linnean Society*141: 399-436.
- ARAÚJO, F.S.; OLIVEIRA, R.F. & LIMA-VERDE, L.W. 2008. Composição, espectro biológico e síndromes de dispersão da vegetação de um inselbergue no domínio da caatinga, Ceará. *Rodriguésia* 4(59): 659-671.
- AXIMOFF, I. *Relatório de Impactos do fogo na vegetação do Planalto do Itatiaia*. Parque Nacional do Itatiaia, Instituto Chico Mendes/ MMA, outubro de 2007. Disponível em http://www.ibama.gov.br/parna_itatiaia. Acesso em março de 2008.
- AXIMOFF, & RIBEIRO, K.T. (Orgs.) 2012. *Guia de plantas: Planalto do Itatiaia*. Rio de Janeiro, Editora Technical Books, 224p.

- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R. & HARPER, J.L. 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 752 p.
- BOLDRINI I.B. 1997. Campos no Rio Grande do Sul. Fisionomia e problemática ocupacional. *Boletim do Instituto de Biociências da UFRGS* 56: 1-39.
- BRADE, A.C. 1945. Contribuição para o conhecimento da flora dos Parques Nacionais de Itatiaia e Serra dos Órgãos. *Rodriguésia* 9(19): 9-20, il.
- BRADE, A.C., 1956. A flora do Parque Nacional do Itatiaia. Ministério da Agricultura, *Serviço Florestal – Parque Nacional do Itatiaia*. Boletim № 5.
- CAIAFA, A.N. & SILVA, A.F. 2005. Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais – Brasil. *Rodriguésia* 56(87): 163-173.
- CAIAFA, A.N. & SILVA, A.F. 2007. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in Southeast Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 4(30): 657-664.
- CONCEIÇÃO, A.A.; GIULIETTI, A.M. & MEIRELLES, S.T. 2007a. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta bot. bras.* 2(21): 335-347.
- CONCEIÇÃO, A.A.; PIRANI, J.R. & MEIRELLES, S.T. 2007b. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of “Chapada Diamantina”, Northeast Brazil. *Revista Brasil. Bot.* 30(4): 641-656.
- CONDACK, J.P.S. 2006. *Pteridófitas ocorrentes na região alto montana do Parque Nacional do Itatiaia: análise florística e estrutural*, 120f. Dissertação (mestrado). Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- DAMASCENO, E.R. 2010. *Distribuição altitudinal e diversidade das Samambaias e Licófitas na Floresta Atlântica do Parque Nacional do Itatiaia*, RJ, 66f. Dissertação (Mestrado). Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- DÚSEN, P. 1905. Sur la flore de la serra do Itatiaya. *Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, v.13: 1-120.
- FELFILI, J.M. et al. 2011. *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*. Viçosa, MG: Editora UFV, 556 p.
- FILGUEIRAS, T.S. 2002. Herbaceous plant communities. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (Ed.). *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. New York, Columbia University Press. p. 122-139.
- FURTADO, L.M.V. et al. 2001. *Plano de Uso Público – Parque Nacional do Itatiaia*. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Diretoria de Unidades de Conservação e Vida Silvestre, Departamento de Unidades de Conservação, Sub-Programa de Uso Público. Projeto BRA/00/009 – PNUD, Contrato No. 2000/005501, termo de referência n.50.516 – PNUD.
- GENTRY, A.H. 1982. Neotropical floristic diversity: Phytogeographical connections between Central and South América; Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 557-593.
- GENTRY, A.H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical Montane Forests. In: Churchill, S.P.; Balslev, H.; Forero, E. & Luteyn, J.L. (Eds). *Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forests*. New York Botanical Garden, New York. p. 103-126.
- GIOVANETTI-ALVES, R. 2009. *Composição Florística e Espectro Biológico do estrato herbáceo-arbustivo da nascente do rio Campo Belo nos campos de altitude do Parque Nacional do Itatiaia – RJ / MG*. Monografia (especialização). UGB, Volta Redonda, RJ.

- GOMES, P. & ALVES M. 2010. Floristic diversity of two crystalline rocky outcrops in the Brazilian northeast semi-arid region. *Revista Brasil. Bot.* 33(4): 661-676.
- GRYTNES, J.A.; HEEGAARD, E. & IHLEN P.G. 2006. Species richness of vascular plants, bryophytes, and lichens along an altitudinal gradient in western Norway. *Acta Oecologica* 29: 241-246.
- GUEDES-BRUNI R.R. *et al.* 2002. Inventário Florístico. In: Sylvestre, L.S. & Rosa, M.M.T. (Orgs.). *Manual de métodos para estudos botânicos na Mata Atlântica*. Ed. Universidade Rural. Seropédica, RJ. p. 24-50.
- GUREVITCH, J.; SCHEINER, S.M. & FOX, G.A. 2009. *Ecologia Vegetal*. 2.ed. Porto Alegre, Artmed. 574 p.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. *PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis*. Palaeontologia Electronica, v.4, n.1, 9pp. Disponível em http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Acesso em 27 de julho de 2015.
- HARIDASAN, M. 2000. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12(1): 54-64.
- IGANCI, J.R.V., HEIDEN, G., MIOTTO, S.T.S. & PENNINGTON, R.T. 2011. Campos de Cima da Serra: the Brazilian Subtropical Highland Grasslands show an unexpected level of plant endemism. *Botanical Journal of the Linnean Society* 167: 378-393.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2016. *Geociências: IBGE revê as altitudes de sete pontos culminantes*. Comunicação social IBGE.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2012. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Manuais técnicos em Geociência, n.1. 2.ed. Revisada e ampliada, 271p.
- KRÖMER, T. *et al.* 2005. Diversity of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* 32: 1799-1809.
- LEGENDRE, P & LEGENDRE L. 1998. *Numerical Ecology*. 2.ed. Amsterdam: Elsevier, 870p.
- LONGHI-WAGNER, H.M.; WELKER, C.A.D. & WAECHTER, J.L. 2012. Floristic affinities in montane grasslands in eastern Brazil. *Systematics and Biodiversity* 10(4): 537-550.
- MACCUNE, B.; GRACE, J.B. & URBAN, D.L. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. Glenden Beach/OR: MjM Software Design, 304 p.
- MAGURRAN, A. 2013. *Medindo a diversidade ecológica*. Curitiba: UFPR, 261 p.
- MARTINELLI, G. & VAZ, A.M.S. da F. 1986/1988. Padrões fitogeográficos em Bromeliaceae dos campos de altitude da floresta pluvial tropical costeira do Brasil, no Estado do Rio de Janeiro. *Rodriguésia* 38/40(64/66): 3-10, il.
- MARTINELLI, G. 1996. *Campos de Altitude – High Mountain Grassland*. 2. ed. Editora Index, Rio de Janeiro, 152p.
- MOCOCHINSHI, A.Y. & SCHEER, M.B. 2008. Campos de altitude na Serra do Mar paranaense: aspectos florísticos. *Floresta* 4: 625-640.
- MUELLER-DOMBOIS & HELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, John Xilley & Sons (Eds.).
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FONTES, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793-810.
- OLIVEIRA, R.B. de & GODOY, S.A.P. de. 2007. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno. Altinópolis, São Paulo. *Biotropica* 7(2): 37-47.
- PILLAR, V.P. *et al.* (Editores). 2009. Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade – Brasília: MMA.

- RIBEIRO *et al.* 2013. Ecologia histórica de populações da carrapeta (*Guarea guidonia* (L.) Sleumer) em florestas de encosta do Rio de Janeiro. *Pesquisas, Botânica* 64: 323-339.
- RIBEIRO, K.T. & MEDINA, B.M.O. 2002. *Estrutura, Dinâmica e Biogeografia das Ilhas de Vegetação Sobre Rochas do Planalto do Itatiaia, RJ*. IBAMA – UFRRJ – Parque Nacional do Itatiaia. Boletim n.10.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 2008. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA S.P. (Ed.). *Cerrado: ecologia e flora*. Planaltina: Embrapa Cerrados, v.1: 89-168.
- RIZZINI, C.T. 1997. *Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. Âmbito Cultural Edições Ltda.
- SAFFORD, H.D.F. 1999a. Brazilian Páramos I: an introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. *Journal of Biogeography*. v.26: 693-712.
- SAFFORD, H.D.F. 1999b. Brazilian Páramos II: Macro - and mesoclimate of the campos de altitude and affinities with high mountain climates of the tropical Andes and Costa Rica. *Journal of Biogeography* 26: 713-737.
- SAFFORD, H.D.F. 2001. Brazilian Páramos III: Patterns and Rates of Postfire Regeneration in the Campos de Altitude. *Biotropica* 33(2): 282-302.
- SAFFORD, H.D.F. 2007. Brazilian Páramos IV: Phytogeography of the campos de altitude. *Journal of Biogeography* 34: 1701-1722.
- SANTOS, T.R.R. dos. 2011. *Fitogeografia da vegetação arbustivo-arbórea em áreas de Cerrado Rupestre no Estado de Goiás*, 110f. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.
- SANTOS, R.F.; NETO, A.G.P. & CORDAS, S.M. 2006. Mapeamentos Temáticos: Geologia e Geomorfologia. In: FUNBIO, Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. *O Parque Nacional de Itatiaia*. Cadernos FBDS3. Rio de Janeiro.
- SCHUMM, L. 2006. *Florística, estrutura e aspectos ecológicos de trechos de vegetação em diferentes estádios de sucessão em área de Floresta Atlântica alto-montana no Parque Nacional do Itatiaia, Bocaina de Minas, MG*, 141f. Dissertação (mestrado) - Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- SEGADAS-VIANNA, F. 1965. *Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brasil*. I - Altitudinal zonation of the vegetation. Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- SEGADAS-VIANNA, F. & DAU, L. 1965. *Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brasil* II: Climates and altitudinal climatic zonation. Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- SHEPHERD, G.J. FITOPAC.EXE. Versão 2.1.2.85. Campinas: Unicamp, 2010. Plataforma Windows. Disponível em <http://www.taxondata.org/files/index.php?dir=fitopacl/>. Acesso em 10 de julho 2010.
- STEHMANN *et al.* (Editores). 2009. *Plantas da Floresta Atlântica*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- TOMZHINSKI, G.W. 2012. *Análise Geoecológica dos Incêndios Florestais no Parque Nacional do Itatiaia*, 137f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ULE, E. 1895. Relatório de uma excursão botânica feita na serra do Itatiaia. *Revista do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro. Imprensa Nacional, v.9: 185-223.
- VATTIMO, I. de *et al.* 1957. Flora do Itatiaia I. *Rodriguésia* 20(32): 27-243, il.
- VELDMANN *et al.* *Tyranny of trees in grassy biomes*. *Science* 347: 484-485. Letter. Disponível em www.sciencemag.org. Acesso em 29 de janeiro de 2015.

ZAU, A.S. 2014. A conservação de áreas naturais e o Ecoturismo. *Revista Brasileira de Ecoturismo* 7: 290-321.

ZHANG, D.C.; ZHANG, Y.H. & BOUFFORD, D.E. 2009. Elevational patterns of species richness and endemism for some important taxa in the Hengduan Mountains, southwestern China. *Biodiversity Conservation* 18: 699-718.

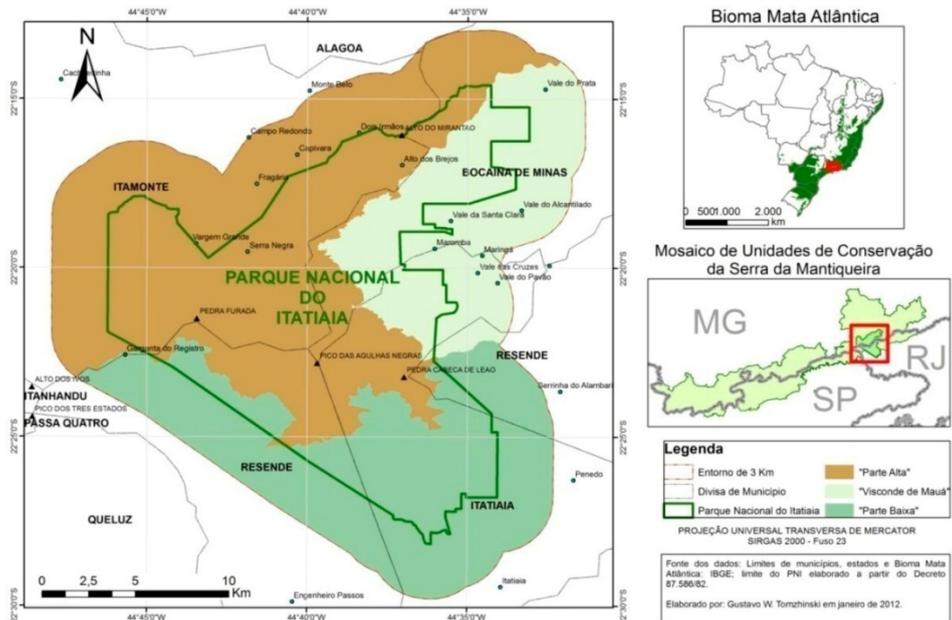


Figura 1 - Localização do PARNA do Itatiaia com os municípios limítrofes, no bioma Mata Atlântica e no mosaico da Mantiqueira. Fonte: Tomzhinski (2012).

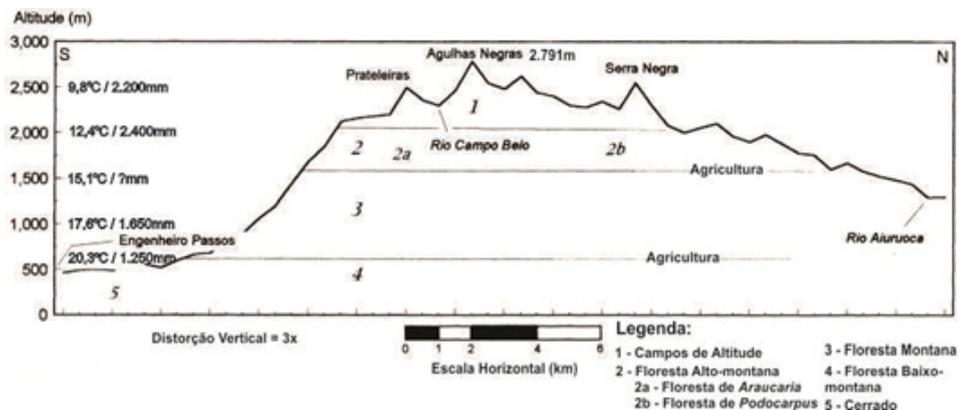


Figura 2 – Zonação altitudinal, temperatura e pluviosidade dos Campos de Altitude do Itatiaia. Fonte: Adaptado de Safford (1999b).

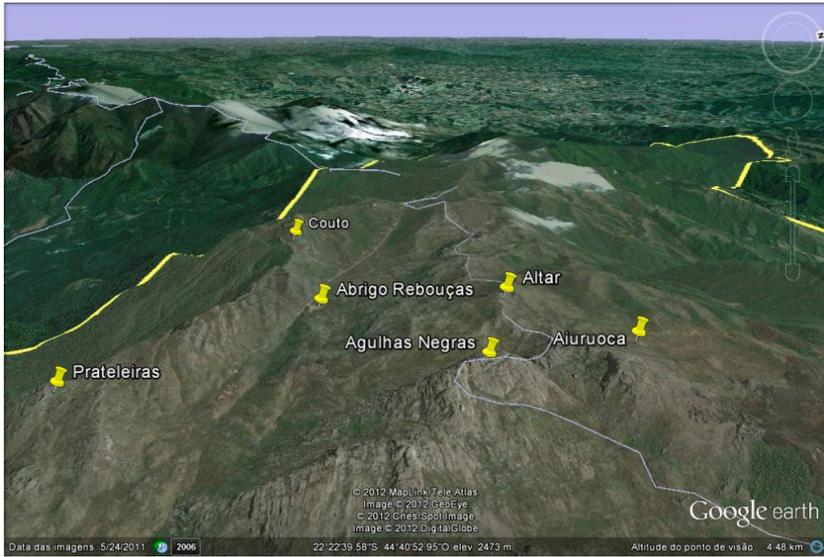


Figura 3 - Imagem de satélite das localidades de estudo (Aiuruoca, Altar, Couto (Campo Belo) e Prateleiras) nos campos de altitude do Itatiaia. Detalhe da linha cinza demonstra a divisa dos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, já a linha amarela é da divisa do parque. Fonte: Adaptada a partir de imagem do Google Earth (2012).



Figura 4 a-b. Aspecto das fitofisionomias: a. afloramento rochoso. b. campo graminóide. b1. formação florestal. b2. *chusqueal*. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil. Fonte: Imagens do autor.