

ANÁLISE DO PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DA FLORA VASCULAR DOS CAMPOS DE ALTITUDE DO MACIÇO DO ITATIAIA – RJ / MG

6

**Rodrigo Giovanetti
Alvesⁱ**

Mestre em Geografia
Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia e Meio Ambiente da PUC-Rio

Data de aprovação: 30 de abril de 2013

Orientação: Dr. Rogério Ribeiro de Oliveira (orientador; PUC-Rio); Dr. André Scarambone Zaú (coorientador; Unirio)

Banca examinadora: Dr. Ruy José Válka Alves (UFRJ); Dr. Alexandro Solórzano (PUC-Rio)

Resumo

Os campos de altitude do Itatiaia surgem a partir de 2.000 m de altitude e se estendem por uma área de 39 km². Foram montadas 112 unidades amostrais de 10 x 5m (0,56 ha) em quatro áreas (Campo Belo, Prateleiras, Altar e Aiuruoca) e amostrados 11.828 indivíduos distribuídos em 24 famílias, 42 gêneros e 77 espécies ou morfoespécies (sub-arbustivas, arbustivas e arbóreas). Também foram relacionadas às plantas herbáceas, pteridófitas, briófitas e líquens, que não foram contabilizadas nas parcelas, mas fazem parte da análise qualitativa do estudo, distribuídos em 36 famílias, 54 gêneros e 92 espécies ou morfoespécies. No total foram 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 as condições brasileiras, senso - IBGE, com predominância de hemipterófitas seguidos de fanerófitas. Na análise estatística geral, tanto para as localidades quanto para as fitofisionomias, utilizando MRPP e ANOSIM por dissimilaridade Bray-Curtis, obteve-se que estas são distintas floristicamente, mas não são homogêneas nem heterogêneas, que a probabilidade de erro é nula e os grupos também diferem na composição da comunidade. Quanto à distribuição geográfica das espécies, 35 são do sudeste e 27 do sudeste e sul do Brasil e 21 da América do Sul.

Palavras-chave: Geologia; Geomorfologia; Hidrologia; Pedologia; Botânica.

ⁱ *Endereço institucional:*

Rua Marquês de São Vicente, n. 225. Edifício da Amizade, ala Frings, sl. F411. Gávea. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 22451-900.

Endereço eletrônico:

rodrigogio@gmail.com

ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION PATTERN

**OF THE VASCULAR FLORA OF THE HIGH
FIELDS OF THE MASSIF ITATIAIA - RJ / MG**

Abstract

Fields altitude Itatiaia arise from 2.000m altitude and extend over an area of 39 km². 112 sampling units were mounted 10 x 5m (0.56 ha) in four areas (Campo Belo, Prateleiras, Altar and Aiuruoca) and sampled 11.828 individuals in 24 families, 42 genera and 77 species or morphospecies (sub-shrub, shrub and trees). Were also related to herbaceous plants, pteridophytes, bryophytes and lichens, which were not accounted for in installments, but are part of the qualitative analysis of the study, distributed in 36 families, 54 genera and 92 species or morphospecies. A total of 53 families, 94 genera and 169 species or morphospecies. Families with higher species richness were: Asteraceae (37), Poaceae (15), Melastomataceae (9), Ericaceae (6) and Lamiaceae, Iridaceae and Eriocaulaceae (5 each). The species were classified according to the forms of life Raunkiaer, adapted to Brazilian conditions, sense - IBGE, predominantly hemicryptophytes followed phanerophytes. In general statistical analysis for both localities and for the phytophysognomies, using MRPP and ANOSIM on Bray-Curtis dissimilarity, it was found that these are distinct floristically, but are not homogeneous or heterogeneous, that the probability of error is null and groups also differ in community composition. As for the geographical distribution of species, 35 are from the southeast and 27 southeastern and southern Brazil and 21 in South America.

Keywords: Geology; Geomorphology; Hydrology; Pedology; Botanic.

1. Introdução

Desde a época da colonização europeia, as interferências dos sucessivos ciclos de exploração econômica e das expansões urbana e agroindustrial fizeram com que a vegetação natural da Floresta Atlântica fosse reduzida a valores significativos (MORELLATO; HADDAD, 2000; STEHMANN et al., 2009). Dados atuais indicam que restam cerca de 11% da vegetação original da Mata Atlântica (RIBEIRO, M. et al. 2009), distribuída em fragmentos florestais de tamanho reduzido (< 100 ha), biologicamente empobrecido e cuja restauração poderia levar centenas de anos (LIEBSCH; MARQUES; GOLDENBERG, 2008).

Calcula-se que a área original cobria entre 1.300.000 a 1.500.000 km², estendendo-se por mais de 3.300 km ao longo da costa leste do Brasil (MORELLATO; HADDAD, 2000; STEHMANN et al, 2009).

Segundo a Lei 11.428 /2006, chamada popularmente de “Lei da Mata Atlântica” em seu parágrafo 2º esta define que além de suas formações florestais nativas este bioma também consta de alguns ecossistemas associados, sendo um destes os campos de altitude.

Acima do que parece, por vezes, um colchão de nuvens, que condensa sobre a floresta alto-montana, a paisagem abre-se e encontramos os campos de altitude, expostos a condições climáticas mais extremas. São vegetações abertas que distinguem-se 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 associada à Mata Atlântica (MARTINELLI, 1996; SCARANO, 2002; SAFFORD, 2007; MOCOCHINSKI; SCHEER, 2008; CAIAFA; SILVA, 2007; AXIMOFF; RIBEIRO, 2012).

Os Campos de altitude são encontrados espalhados entre os cumes mais altos do sudeste, com o seu desenvolvimento mais completo geográfico e florístico em planaltos de três montanhas separadas: a Serra do Itatiaia (a subfaixa da Serra da Mantiqueira, 22°25' S, 44°40' W), a Serra do Caparaó (20°30' S, 41°47' W) e a Serra dos Órgãos pertencente a Serra do Mar (22°28' S, 43°02' W). Outros centros de menores portes ocorrem acima de Campos do Jordão, no sul da Serra de Mantiqueira, e em uma variedade de picos isolados em Santa Catarina e no Paraná, e sudeste de Minas Gerais e no norte da Serra do Mar do Rio de Janeiro. Estima-se uma área de 350 km² para a serra da Mantiqueira e do Mar (SAFFORD, 1999a).

No Itatiaia, os campos [de altitude] surgem a partir dos 2.000 m (SAFFORD, 1999a) e tem uma área de 39 km², cerca de 14% do PNI.

Metade dos campos de altitude do Estado do Rio de Janeiro está no interior e entorno do Parque Nacional do Itatiaia. Este abriga 40 espécies da flora constantes do Livro Vermelho de Espécies Ameaçadas de Extinção, sendo que 73% delas são restritas ao PNI (TOMZHINSKI, 2012).

Os campos de altitude distinguem-se florística e fisionomicamente da formação florestal que forma a sua matriz por razões em grande parte relacionadas 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, e temperaturas tão baixas representam uma forte barreira biológica para grande parte dos táxons da mata 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; HEEGAARD; IHLEN, 2006; ZHANG; ZHANG; BOUFFORD, 2009; DAMASCENO, 2010).

A influência da altitude no clima, no entanto, é muito mais complexa do que a criação 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).

A aparente distribuição de certa espécie a uma determinada altitude pode ser explicada pelo fato do nicho necessário para seu estabelecimento, como umidade, temperatura, luminosidade ou outras características físicas 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), não ocorra em outra altitude, ou até mesmo em nenhuma outra localidade, como é o caso das espécies endêmicas (CONDACK, 2006).

As variações nas formações florestais, em virtude da altitude, determinavam modificações à composição florística. Espécies ocorrentes na região baixa eram substituídas por outras na parte mais elevada. Em altitudes acima de 2.000 metros, o extrato arbustivo se tornava mais denso, o número de espécies diminuía progressivamente, mudando consideravelmente o aspecto da vegetação. Essas mudanças, segundo o autor, estariam relacionadas às diferentes condições ambientais proporcionadas pelas diferentes altitudes, como luminosidade, [temperatura], exposição ao vento e umidade, interferindo na flora da região (BRADE, 1956).

A semelhança com os páramos andinos e patagônia (flora austral-andina) foi verificada neste trabalho e será demonstrado no capítulo 2, entretanto cabe aqui demonstrar que:

A flora pteridófitica do planalto do Itatiaia, além de possuir algumas espécies exclusivas desta área, apresenta também algumas disjunções, principalmente com a região dos Páramos andinos, com a qual compartilha muitas semelhanças climáticas e físicas (CONDACK, 2006).

1.1. Objetivos

Apesar da flora do PNI ser relativamente bem estudada¹, ainda são poucos os estudos que se ocupem com padrões de distribuição biogeográfica e a mudanças na estrutura, composição e diversidade das espécies vegetais (ULE, 1895; DÚSEN, 1905; BRADE, 1945, 1956; VATTIMO et. al., 1957; SEGADAS-VIANNA, 1965; MARTINELLI; VAZ, 1986-1988; MARTINELLI, 1996; SAFFORD, 1999a; RIBEIRO; MEDINA, 2002; CONDACK, 2006).

Desta forma, este estudo tem como objetivo geral analisar a estrutura das diferentes comunidades vegetais (campo graminóide e afloramento rochoso) e relacioná-los a fatores geográficos. Como objetivos específicos destacamos:

- Relacionar as espécies herbáceas, subarbustivas, arbustivas e arbóreas encontradas nas áreas estudadas, sua forma de vida e respectiva fitofisionomia;
- Avaliar o grau de similaridade florística entre as comunidades vegetais dos quatro sítios estudados (vale da nascente do rio Campo Belo, Pedra do Altar, Aiuruoca e Prateleiras);
- Identificar se existem espécies indicadoras (representativas) nos sítios estudados, discriminando-as;
- Verificar se há o predomínio de alguma fitofisionomia nos campos de altitude estudados;
- Caracterizar as forma de vida das espécies identificadas e verificar qual a predominância nos campos de altitude;
- Verificar se há relação florística entre os campos de altitude e a Floresta Ombrófila Densa Alto-montana do Itatiaia;
- Relacionar a distribuição geográfica das espécies identificadas neste estudo e comparar com os elementos andino (páramos) e austral-andino (Patagônia).

1.2. Justificativa

A Mata Atlântica está entre os cinco primeiros colocados na lista dos *hotspots* (ALIANÇA PARA CONSERVAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA, [200-?]). É o bioma mais biodiverso do planeta, que já englobou 17 estados brasileiros, alcançando do

¹ Hemmendorff e Moreira (1903); Pilger e Schulze (1935); Hasselmann (1936, 1937); Porto e Werdermann (1936); Brade (1942, 1951); Occhioni (1947); Vattimo (1956); Segadas-Vianna e Dau (1965); Safford (1999b); Lima e Guedes-Bruni (2004); Morim (2005); Pereira et al. (2006); Pires (2006); Morim e Barroso (2007); Monteiro e Guimarães (2007, 2009); Ramos (2007); Baldini (2008); Barberena, Baumgratz e Chiavegatto (2008); Pereira e Mansano (2008); Barberena (2010); Damasceno (2010); entre outros.

nordeste do Brasil ao extremo sul, chegando a abranger terras do Paraguai e a Argentina. Vivem neste bioma, 62% da população brasileira, um contingente populacional enorme, que depende da conservação dos remanescentes para a garantia do abastecimento de água, regulação do clima, fertilidade do solo, entre outros serviços ambientais (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, [200-?]).

A vasta perda de habitats e a extrema fragmentação deste bioma deixaram poucos ecossistemas extensos e intactos, o que pode gerar sérias consequências na manutenção das espécies em longo prazo (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005; RIBEIRO et al., 2009).

Baseado na ampla destruição do bioma e o elevado número de espécies endêmicas especializada para este ambiente, é razoável supor que muitas espécies já foram extintas antes que fossem descritas e que muitas outras vão desaparecer em breve (MORELLATO; HADDAD, 2000).

Apesar de os campos de altitude ainda apresentarem elevada diversidade, este ecossistema vem sofrendo pressão pela destruição do habitat que o circunda, pelo fogo, introdução de espécies exóticas e pela elevação da temperatura (AXIMOFF; RIBEIRO, 2012), além de serem ambientes raros, ou seja, com pequenas extensões nos cumes das montanhas deste bioma.

Outro fator importante é o fornecimento de água às populações circundantes. Os remanescentes de Campo de Altitude são importantes corredores ecológicos e áreas de recarga de aquíferos (Resolução CONAMA 423, 2010). Como por exemplo, no caso do Estado do Rio de Janeiro, somente o Maciço do Itatiaia possui mais de 50 córregos, ribeirões e rios e a sua maioria desemboca direta ou indiretamente no rio Paraíba do Sul, o que torna a sua importância ainda maior, pois 70% das águas deste rio são desviadas pela elevatória de Santa Cecília em Piraí – RJ para abastecer, junto com o rio Guandu, parte da baixada fluminense e capital.

Verificada a necessidade de manutenção deste bioma para a sobrevivência de grande parte da população brasileira foram criados decretos que vieram a corroborar a importância do mesmo, como o 750/93 que em seu artigo 12 cita que “o Ministério do Meio Ambiente estimulará estudos técnicos visando à conservação e o manejo sustentável da Mata Atlântica e da sua biodiversidade”. Assim como o decreto

3.420/2000, que prevê a necessidade de recomposição e restauração de florestas de preservação permanente, de reserva legal e áreas alteradas. Em 2008, foi assinado o decreto que regulamenta a Lei 11.428/06 já mencionada anteriormente. Segundo palavras do ministro do Meio Ambiente da época, “a meta era recuperar a vegetação e passarmos de 7% da cobertura vegetal original para 27%” (PINTO, 2008).

Apesar do substancial aumento do conhecimento acerca da flora da Floresta Atlântica, podemos considerá-la ainda insuficientemente conhecida, visto que em menos de duas décadas, mais de 1.000 novas espécies de angiospermas foram descobertas, o que representa 42% do total descrito para o Brasil neste período (SOBRAL; STEHMANN, 2009).

Não se sabe muito sobre os padrões de distribuição de espécies de plantas neotropicais e os dados existentes são muitas vezes influenciados por esforços de coleções irregulares e falta de provas em herbário (ALVES; CANDIN; KROPF, 2007).

A frequência das espécies ou a abundância relativa de alguns gêneros e famílias em uma pesquisa pode ajudar a classificar a área e permitir inferências sobre o clima local. Algumas tendências mais interessantes podem ser observadas com o aumento da altitude nas cinco principais formações da Mata Atlântica (adaptado de OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000).

É necessária a realização de um maior número de estudos florísticos e ecológicos em campos de altitude, pois a carência atual de estudos não permite análises comparativas, ferramentas importantes para aferir relações fitogeográficas, e para avaliar o estado de conservação das áreas possuidoras de tal formação vegetal (CAIAFA; SILVA, 2005).

Estudos realizados nos campos de altitude e em campos rupestres vêm contribuindo com informações valiosas sobre a flora desses ambientes, suas características ecológicas e biogeográficas, revelando que apresentam uma biodiversidade elevada, grande número de endemismo e uma série de espécies dotadas de adequações à sobrevivência em ambientes com condições ambientais extremas (OLIVEIRA; GODOY, 2007).

Pode-se considerar seis fatores na formação da paisagem, a saber: geológicos, geomorfológicos, hídricos, climáticos, edáficos e bióticos (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2007), e é o que foi proposto para descrever o Itatiaia.

O estudo destes fatores em conjunto há algumas décadas vem sendo chamado de biogeográfico, e durante muito tempo foram de grande importância para o conhecimento mais aprofundado de regiões ao longo do planeta, como os desenvolvidos por Humboldt, Darwin, entre outros. Entretanto, tal vertente da geografia vem sendo esquecida no meio acadêmico. Este trabalho visa fomentar o resgate da biogeografia e tentar demonstrar que, entendendo o padrão de distribuição biogeográfica

fico local, é possível tomar medidas para recompor tais locais caso haja necessidade, e ambientes similares.

Considerando as convergências de floras, diversidade e características biológicas nas altitudes elevadas, tais áreas revestem-se como prioritárias no resgate de conhecimento de relictos genéticos de eras interglaciares, elementos chaves à compreensão da fitogeografia brasileira e sua conservação (SCHUMM, 2006).

Quanto às hipóteses, pretendemos verificar que, primeiro, não há um domínio nos campos de altitude do Itatiaia da fitofisionomia de campo graminóide, e sim uma diferenciação da flora dos afloramentos rochosos. Segundo, que há uma similaridade florística entre as localidades estudadas, e terceiro que esta flora tem uma forte ligação com os elementos andino (páramos) e austral-andino (Patagônia), devido ao último período de isolamento glacial.

1.3. Material e métodos

1.3.1. Área de estudo

A Mantiqueira não é uma simples cadeia como até hoje a consideram, mas um vasto sistema de serras que, a partir do Itatiaia para nordeste se ramifica pelo norte do Estado do Rio, sul do Espírito Santo e vale do rio Doce em Minas Gerais. A cadeia frontal deste sistema estende-se do norte da cidade de São Paulo até Vitória, passando pelo norte fluminense com as serras de Monte Verde, Monte Alegre e Santo Eduardo e prosseguindo pelo Espírito Santo com a Serra do Itapemirim e demais relevos da faixa marítima. O [Maciço do] Itatiaia (...) é provavelmente a maior massa de afloramentos de rochas foiaíticas do Globo. Cobrindo uma área de 1.450 quilômetros quadrados, é neste ponto apenas inferior à exposição de rochas similares em Kola, na Escandinávia, com 1.554 quilômetros quadrados. Esta bossa intrusiva, entretanto, localizada numa zona submetida a um violento desgaste por geleiras, deve ter o seu volume de afloramentos bem inferior ao maciço brasileiro (LAMEGO, 1963).

Fisiograficamente, o maciço do Itatiaia é composto por duas unidades fundamentais: encostas e o planalto. As encostas norte, leste e oeste são bem definidas, mas não tão abruptas como as da Serra do mar. Começando de 400 metros de altitude elas atingem em média 2.000 metros. O planalto com uma média de altitude de 2.000 metros pode ser dividido em três regiões: a vargem do Aiuruoca, a parte de baixo das altas montanhas e a parte alta das altas montanhas (SEGADAS-VIANNA, 1965, tradução nossa).

Atualmente, parte deste maciço encontra-se dentro do Parque Nacional do Itatiaia (fig. 1) que foi o local do estudo. Este abrange terras dos municípios de Resende e Itatiaia no Estado do Rio de Janeiro e Aiuruoca e Itamonte no Estado de

Minas Gerais. Possui atualmente uma área de cerca de 29.156 ha (com a compra das terras junto à cachoeira do Escorrega em Maromba – Itatiaia) 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 2.791 m (atualização feita para o ponto culminante pelo IBGE/IME em 2004).

O Itatiaia é um fragmento na Mantiqueira, cercado por várias cidades, além das que compõem a unidade de conservação já citadas acima, como Itanhandu, Passa-Quatro, Quatis, Porto Real, Aiuruoca, Alagoa, Cruzeiro, entre outras (fig. 1).

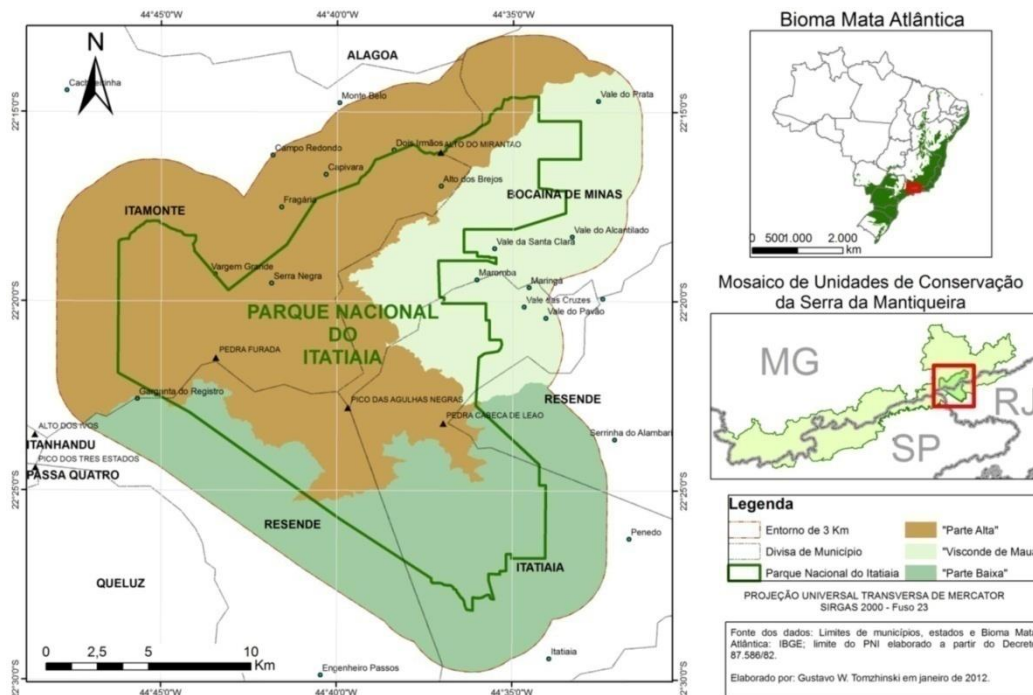


Figura 1: Localização do PARNA do Itatiaia com os municípios limítrofes, no bioma Mata Atlântica e no mosaico da Mantiqueira – Fonte: Tomzhinski (2012).

Este maciço apresenta relevo montanhoso com grandes afloramentos rochosos com o seu ponto culminante o pico das Agulhas Negras, 5º mais alto do país (IBGE, 2004; TOMZHINSKI, 2012). A sua estrutura é concêntrica, com altitudes crescentes em relação ao centro, o chamado “Planalto do Itatiaia”, a partir de onde se origina a rede de drenagem, que se ajusta às estruturas com um padrão radial, composto pelo alto curso dos rios que ali nascem (MODENESI, 1992; ALMEIDA, J., 2011).

Nas maiores altitudes temos um acumulado pluviométrico maior, menores temperaturas e um ar mais rarefeito (menos oxigênio), uma vegetação com fisionomia mais aberta o que propicia uma menor retenção da umidade e maior ocorrência de geadas na época seca, resultando num significativo

ressecamento da vegetação, especialmente a campestre (TOMZHINSKI, 2012).

A orografia é um dos principais fatores determinantes do clima do Parque Nacional do Itatiaia, pois compreende as superfícies mais elevadas da Serra da Mantiqueira. As condições climáticas, pelos padrões de Köppen, são de dois tipos: Cwb (mesotérmico com verão brando e estação chuvosa no verão) nas partes elevadas da montanha acima dos 1.600 m de altitude, e Cpb (mesotérmico com verão brando sem estação seca) nas partes baixas das encostas da montanha. (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 (SEGADAS-VIANNA; DAU, 1965). As chuvas registradas no PNI são intensas, principalmente no verão, tendo janeiro a maior intensidade, com média de 27 dias e 388 mm de pluviosidade. As chuvas ficam mais escassas do final de abril até outubro, sendo que em agosto ocorrem em média oito dias de chuva com 58 mm de pluviosidade (FURTADO et al., 2001).

Nos meses de junho e julho a umidade relativa do ar não ultrapassa a média de 70%. A umidade máxima absoluta ocorre em dezembro, com 83% e a mínima em junho, com 62%; a média é de 75,2% (FURTADO et al., 2001).

Num período de observação de mais de 20 anos (1916-1940) observou-se que apesar dos campos de altitude do Itatiaia terem uma precipitação média anual mais elevada que a floresta montana sua umidade relativa é menor. Também verificou que a variação da amplitude anual da umidade relativa é maior que os níveis anteriores (alto-montano e montano), atingindo 22,7% (SEGADAS-VIANNA; DAU, 1965).

No planalto, 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). O planalto do Itatiaia apresenta temperaturas inferiores a 0°C em até sete meses, sendo em média 56 dias por ano. Portanto, as geadas intensas são comuns nos meses de inverno, verificando-se raramente breves nevadas (SAFFORD, 1999b). Estas características estão associadas à entrada de frentes polares vindas da região sul, que encontram no Itatiaia sua maior barreira até então (CONDACK, 2006).

A evaporação média anual [dos campos de altitude do Itatiaia] é de 660,9 mm e a variação de amplitude é de 51,3 mm. A maior taxa de evaporação

ocorre em agosto, com 86,5 mm, enquanto que o mês de abril, que tem a menor evaporação, tem uma média de 35,2 mm. A estação quente e chuvosa, de dezembro a fevereiro (1.147 mm de chuva), tem uma evaporação total de 119,6 mm, e a estação seca e fria, de junho a agosto (137,6 mm de chuva), tem um total de 237,2 mm. A quantidade de horas de insolação anual [dos campos de altitude] é em média de 2.224,5 horas. Agosto é o mês com maior taxa de insolação, i.e. 254,2 horas, e dezembro a mais baixa, com 126,1 horas. A amplitude anual é de 128,1 horas. A estação fria e seca tem um período de insolação de 726,7 horas, correspondendo a 77% do número de horas, e a estação chuvosa e quente com um período de insolação de 385,6 horas, correspondendo a 30% da iluminação das horas de verão. (...) [E que] o mês com a maior taxa de nebulosidade é janeiro com uma média de 8,1, [partes por 10 da área observada] e a menor, julho e julho, com média de 3,9 e 3,7 respectivamente (SEGADAS-VIANNA; DAU, 1965).

Com relação aos solos, no Itatiaia:

Por compreender um relevo montanhoso e acidentado, predominam solos rasos e jovens. Solos mais espessos, como Latossolos e Argissolos em associação complexa com Nitossolos, ocorrem em áreas de acúmulo de material coluvionar, como nos sopés de encostas e depósitos de tálus. A classe de solos que predomina é a dos Cambissolos, ocorrendo amplamente nas encostas da unidade geomorfológica das Montanhas. Em áreas mais elevadas, e, ou, com declividades mais acentuadas, predominam Neossolos Litólicos, entre afloramentos rochosos, [sendo portanto este último o de nosso maior interesse por estar presente na maior parte da área de estudo] (ALMEIDA, J., 2011).

Em relação à vegetação:

A flora primitiva da região localizada na parte baixa deste parque teve grande interferência humana, principalmente no período de 1908 a 1918, época em que existiu, na área atual do PNI, uma colônia agrícola. As matas foram cortadas para implantação de culturas anuais e extração de madeira para a construção de dormentes de estradas de ferro (FURTADO et al., 2001).

Seguindo o sistema de classificação fitogeográfico brasileiro descrito por IBGE (2012), a vegetação deste parque distribui-se em (figs. 2 e 3): Floresta Ombrófila Densa Montana, nas áreas onde a altitude varia de 500 a 1.500 m; Floresta Ombrófila Densa Alto Montana, acima de 1.500 m de altitude; Floresta Ombrófila Mista Montana em altitudes de cerca de 1.200 m com a presença de *Araucaria angustifolia* e Floresta Estacional Semidecidual Montana na vertente continental do Parque acima dos 500 m de altitude. Na parte mais acidentada e elevada do planalto começam a surgir os Campos de Altitude (FURTADO et al., 2001).

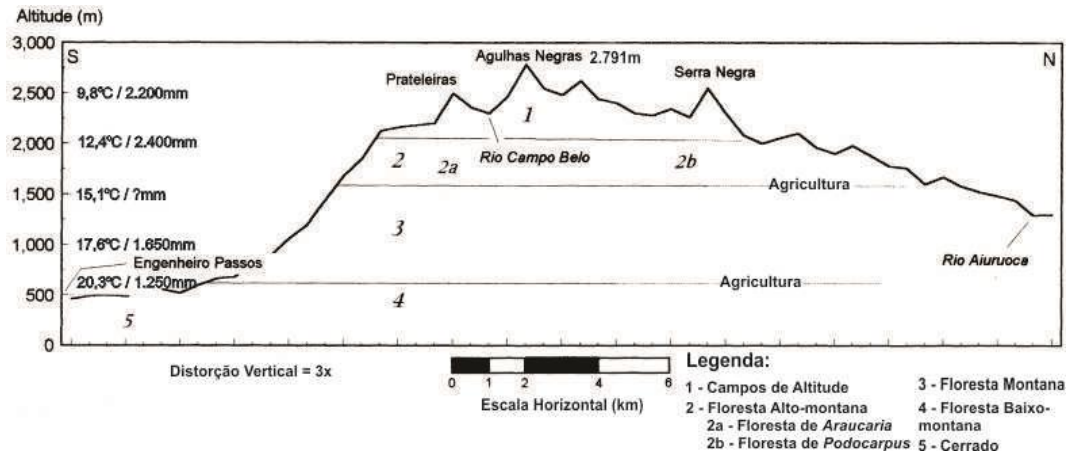


Figura 2: Zonação altitudinal, temperatura e pluviosidade do Maciço do Itatiaia –Atualmente a expressão “campos de altitude” já é utilizada para descrever a vegetação encontrada acima de 1.800 m (IBGE, 2012). Entretanto, continuam sendo utilizados como termo de referência “refúgios vegetacionais - comunidades relíquias” e “campos de altitude” somente como um dos sinônimos. Tal menção já é um grande avanço levando em conta que esta terminologia foi proposta por Ferri em 1980, para separar os campos de altitude dos campos rupestres. Fonte: Safford (1999a), adap.

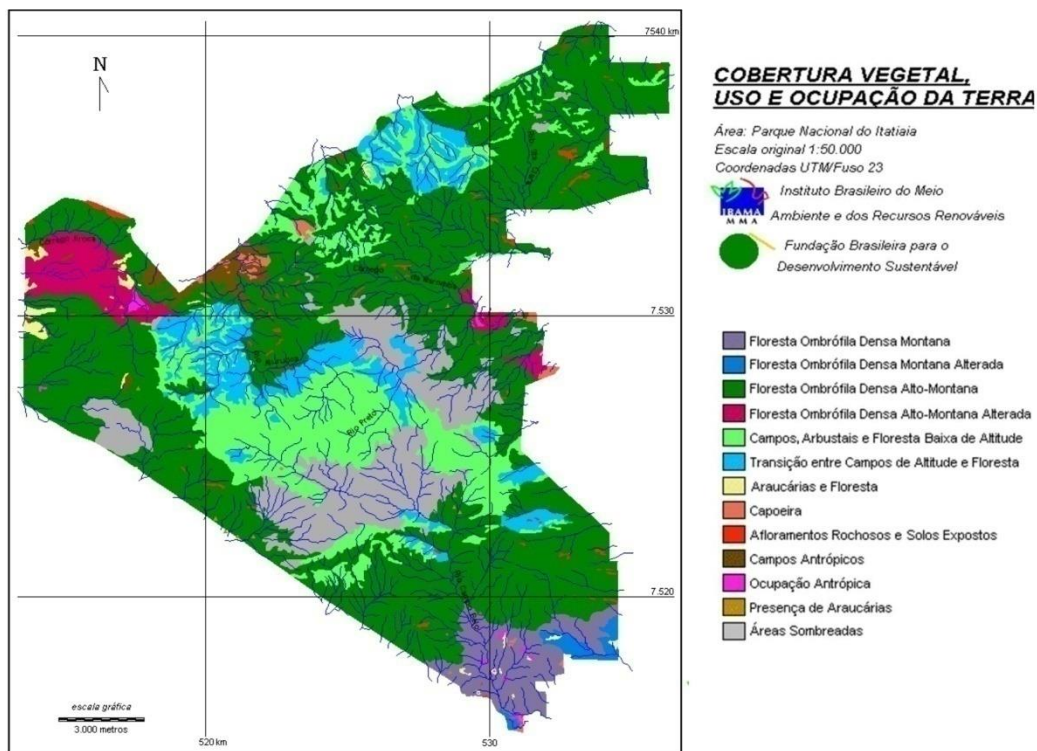


Figura 3: Cobertura vegetal do PARNA do Itatiaia – RJ / MG – Fonte: Plano de Manejo do PNI de 1982.

Campo rupestre é um tipo de vegetação peculiar vinculado a um mosaico de afloramentos rochosos e areias brancas rasas que ocorrem principalmente acima de 1.000 m de altitude no sudeste e nordeste do Brasil (ALVES; CANDIN; KROPF, 2007).

Há grande controvérsia no uso do termo rupestre em sistemas de classificação nas áreas onde a vegetação ocorre sobre solos rochosos e em altitudes elevadas (WALTER, 2006). Tal controvérsia ocorre devido à variação fisionômica apresentada pela vegetação dos altos das montanhas e serras, além da sua complexa e gradual transição para as fisionomias adjacentes (OLIVEIRA-FILHO; FLUMINHAM FILHO, 1999).

O termo “campos de altitude” já vinha sendo utilizado por diversos autores (SEGADAS-VIANNA, 1965; SEGADAS-VIANNA; DAU, 1965; MARTINELLI, 1996; GENTRY, 1995; RIZZINI, 1997; RIBEIRO; MEDINA, 2002; CAIAFA; SILVA, 2005; CONDACK, 2006; PIRES, 2006; SANTOS, 2011; OLIVEIRA; GODOY, 2007; BARBERENA; BAUMGRATZ; CHIAVEGATTO 2008; BARBERENA, 2010; AXIMOFF; RODRIGUES, 2011; AXIMOFF; RIBEIRO, 2012), entre outros. No entanto, numa análise mais global, creio que o termo ainda não é apropriado.

Safford já em 1999 chamava os campos de altitude brasileiros de “páramos”, e estudando mais profundamente estes ambientes espalhados pelo mundo, concordamos com sua colocação. O ideal é que fosse utilizada esta terminologia internacional para descrever ambientes isolados em topos de montanha.

Alguns autores citam que, se tomarmos o páramo como bioma (ecossistema tropical úmido sobre o limite das florestas) podemos incluir todos os campos naturais de altitude (acima do limite altitudinal das florestas) a nível internacional e que se encontram entre as latitudes 8º norte e 11º sul (WALTER, 2006; LAUAR, 1988; HOFSTEDE; SEGARRA; VÁSCONEZ, 2003).

Campos de altitude são encontrados espalhados entre os cumes mais altos do sudeste, com o seu desenvolvimento mais completo geográfico e florístico em planaltos de três montanhas separadas: a Serra do Itatiaia (a subfaixa da Serra da Mantiqueira, 22°25' S, 44°40' W), a Serra do Caparaó (20°30' S, 41°47' W) e a Serra dos Órgãos pertencente a Serra do Mar (22°28' S, 43°02' W) (SAFFORD, 1999a).

Os campos de altitude se distinguem florística e fisionomicamente da mata dominante por razões em grande parte relacionadas ao clima, e secundariamente às condições edáficas, em contraste com outros ambientes (RIZZINI, 1997), e por causa de sua altitude e sua exposição geográfica em relação à chegada de frentes polares do sul, os campos de altitude representam os pontos mais frios em toda a América

do Sul Oriental (SAFFORD, 1999a), o que vem a corroborar o que Gentry (1992) relata que:

No inverno, temperaturas abaixo de 0°C são comuns nos campos de altitude, e temperaturas tão baixas representam uma forte barreira biológica para grande parte dos táxons da mata dominante, cuja composição é de origem predominantemente tropical.

No Itatiaia, os campos de altitude surgem a partir dos 2.000 m (fig. 2), acima da mata de neblina, com suas árvores pequenas e tortuosas, cobertas de líquens. Muitos outros campos de altitude são encontrados nos cumes da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar, com área total estimada em 350 km² (SAFFORD, 1999a) e a área que corresponde aos campos de altitude do Itatiaia é de 39 km² (cerca de 14% do PNI) (SANTOS, 2011).

O elevado número de endemismo encontrado nos campos [de altitude] sugere que esses ambientes são relativamente antigos, e não meramente o produto recente de perturbação antrópica e fogo (SAFFORD, 1999a).

Observou-se também que 96% da área classificada como campos de altitude estavam localizados a partir de 2.000m de altitude e que já foram encontradas aproximadamente 550 espécies de plantas vasculares para os campos de altitude do Itatiaia (SAFFORD, 1999a).

Giovanetti Alves (2009) relacionou 145 espécies de plantas vasculares na área de estudo da nascente do Campo Belo, o que representa mais de 26% da flora conhecida para os campos de altitude do Itatiaia, corroborando a alta diversidade da pequena localidade (29 ha). No trabalho atual o mesmo autor aumentou o número de táxons para 169, passando a representar cerca de 31% da flora conhecida para os campos de altitude do sudeste brasileiro.

1.3.2. Procedimentos metodológicos

Os indivíduos foram coletados de acordo com procedimentos usuais (IBGE, 2012) no Parque Nacional do Itatiaia 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.

Para coleta do material botânico foi utilizado tesoura de poda, trena (para delimitar a área), GPS para georeferenciamento das unidades amostrais e máquina fotográfica.

Os espécimes foram coletados ramos em estágio vegetativo e / ou reprodutivo, e mensurados suas alturas.

Além das coletas realizadas nas parcelas (descritas adiante), foram coletados materiais botânicos adicionais, especialmente os férteis, nas regiões adjacentes, para auxiliar a comparação dos espécimes durante a identificação dos materiais coletados na amostragem.

A identificação dos táxons seguiu a bibliografia específica para cada grupo, bem como a comparação com espécimes depositados em herbários e identificados por especialistas.

Foram montados dois *check-lists*, o primeiro contendo os nomes científicos (família, gênero e espécie), forma de vida de Raunkiaer - adaptada às condições brasileiras (IBGE, 2012) e o tipo de fitofisionomia de cada uma respectivamente e um segundo contendo somente as espécies para identificação da distribuição geográfica destas no Brasil e nas Américas. Em ambos os casos, as listas florísticas foram divididas em duas, uma primeira com as espécies e morfoespécies arbóreas e arbustivas lenhosas encontradas na área de estudo e uma segunda com espécies herbáceas, pteridófitas, briófitas e líquens, que não foram contabilizadas, mas presentes nos locais. Tal metodologia foi aplicada para mensurar o que foi amostrado ou não, e para avaliar quali-quantitativamente a diversidade dos ambientes.

Para mensurar as espécies locais nos gradientes de altitude, foram estabelecidos quatro sítios para alocação das parcelas, ao longo do vale do rio Campo Belo, e nas áreas circundantes à Pedra do Altar, Prateleiras e no vale do Aiuruoca. O acesso foi realizado através da BR 485 e por trilhas.

O método de delimitação de unidades amostrais foi o de parcelas (fig. 4) (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). As coletas foram sistemáticas em relação ao estrato arbóreo-arbustivo e foram implantadas 112 parcelas, totalizando 5.600 m² (0,56 ha). Nos sítios das Prateleiras, Altar e Aiuruoca foram alocadas 25 parcelas não contíguas de 10 m x 5 m (50 m²) com uma distância de no mínimo 100 metros

uma da outra, plotadas de forma independente para verificar a diversidade local, já no vale do Campo Belo foram 42 parcelas com as mesmas medidas mencionadas para os sítios anteriores.



Figura 4: Exemplo de uma parcela montada no vale do Altar com Agulhas Negras ao fundo – Fotografia por Rogério Ribeiro de Oliveira em 2012.

A distribuição das parcelas ocorreu de forma não aleatória porque foram pré-definidas duas fitofisionomias (campo graminóide e afloramento rochoso) e a distribuição da segunda não ocorre de maneira homogênea, e sim em áreas mais específicas. Portanto para mensurá-las foi necessário pré-definir os locais a serem analisados.

As excursões para a área do campo Belo foram realizadas no período de outubro de 2008 a outubro de 2009, já para o Altar, Aiuruoca e Prateleiras aconteceram durante o período de julho de 2011 a julho de 2012, e em ambos os casos tiveram uma duração média de quatro dias. Foi percorrido o vale do rio Campo Belo que é composto em parte de elementos encontrados na área de transição, e em parte de espécies características do planalto, de acordo com as condições locais (microclima) (BRADE, 1956). Também foram explorados os vales da Pedra do Altar, onde encontra-se a nascente do ribeirão Agulhas Negras, o vale do rio Aiuruoca e das Prateleiras, descritos a seguir.

As espécies de *Chusquea sp.* não foram mensuradas junto com as outras por estar distribuída por todo o planalto e pela dificuldade de se contar os indivíduos separadamente, entretanto foi feito o registro de sua presença ou ausência nas parcelas para quantificar a importância de sua distribuição. No caso da sua presença nas parcelas foi estimada a porcentagem de cobertura da parcela, obtida por subdivisões da mesma, de forma a se facilitar a estimativa.

A classificação das espécies seguiu o Angiosperm Phylogeny Group - APG III (2011). Os nomes das espécies e de seus autores foram conferidos através de consultas aos sites do JABOT, da lista de espécies da Flora do Brasil (2012) e do Trópicos. O nome dos autores foi abreviado de acordo com Brummit & Powell (1992).

Quase sempre foram feitas distinções entre os denominados campos rupestres e campos de altitude. Estas formações são fisionomicamente semelhantes, porém, diferem no que diz respeito à composição florística, as associações com outras formações vegetacionais adjacentes e principalmente, quanto à litologia predominante. [Nos campos rupestres normalmente o material pedológico básico é de quartzito e dos campos de altitude é de granito] (CAIAFA; SILVA, 2005).

O trabalho foi realizado entre as cotas de 2.300 a 2.600 metros de altitude e, para caracterizar os espectros biológicos da flora dos campos de altitude, foram utilizadas as formas de vida de Raunkiauer e fitofisionomias, adaptadas às condições brasileiras (IBGE, 2012) (fig. 5).

Quanto às formas de vida (censo IBGE de 2012) foram utilizados os seguintes parâmetros:

- I. *Fanerófitos*: plantas lenhosas com gemas aéreas protegidas por catáfilos e situadas acima de 0,25 m do solo. Apresentam-se com dois aspectos ecoedáficos diferentes: normal climático e raquítico oligotrófico, subdivididos, conforme suas alturas médias. Para os campos de altitude do Itatiaia aplica-se somente o termo *nanofanerófito* (planta anã raquítica, variando entre 0,25 e 5 m de altura).
- II. *Caméfitos*: são plantas sublenhosas e/ou herbáceas com até um metro de altura, providas de gemas situadas acima do solo e protegidas por catáfilos ou por folhas verticiladas.
- III. *Hemicriptófitos*: plantas herbáceas com gemas protegidas no nível do solo pelos céspedes que morrem na estação climática desfavorável.
- IV. *Geófitos*: plantas herbáceas ou sublenhosas com os órgãos de crescimento (gema, xilopódio, rizoma ou bulbo) situados no subsolo.

- V. *Terófitos*: plantas anuais, cujo ciclo vital é completado por sementes que sobrevivem à estação climática desfavorável.
- VI. *Lianas*: plantas lenhosas e/ou herbáceas trepadoras com gemas situadas acima do solo, protegidas ou não por catafilos.



Figura 5: Imagem de satélite das áreas de estudo (Aiuruoca, Altar, Couto [Campo Belo] e Prateleiras) nos campos de altitude do Itatiaia – Detalhe da linha branca demonstra a divisa dos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, já a linha amarela é da divisa do parque.

Foram levantadas quatro fitofisionomias distintas (fig. 6) nos campos de altitude. A primeira é denominada formação florestal, e é formada por arvoretas com algumas plantas herbáceas e epífitas no seu interior.

A segunda é denominada campo graminóide, onde predominam espécies das famílias Poaceae e Asteraceae, além de pequenos arbustos e ervas diversas. A terceira são os afloramentos rochosos, característico do planalto, de rochas de granito-sienito, nefelina-sienito, brecha magmática e sienito (fig. 9). Por terem cristais em sua formação, estas rochas são extremamente porosas, facilitando a fixação das formas vegetais. Nesta fitofisionomia foram encontradas desde arbustos a pequenas herbáceas, inclusive a planta endêmica *Fernseea Itatiaia* e a Velloziaceae *Barbacenia gounelleana* característica deste ambiente (RIBEIRO; MEDINA; SCARANO, 2007).



Figura 6: Aspecto das fitofisionomias – A: Afloramento rochoso; B: Campo graminóide; B1: Formação florestal; B2: Chusqueal. Campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG, Brasil.

A quarta fitofisionomia são os denominados chusqueais, pois tem predominância da Poaceae *Chusquea* sp. , e que geralmente ficam localizados em áreas bem drenadas como as encostas.

Além das fitofisionomias citadas anteriormente, existe ainda as de ambientes hidromórficos, também chamadas de áreas brejeiras, que não foram objeto desta pesquisa.

Para a análise dos aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos do Itatiaia foi realizada uma revisão bibliográfica através da análise de documentos, cartas topográficas, mapas de superfície de base, de gradientes hidráulicos e geológicos da região e assuntos relacionados à Unidade de Conservação, pois esta faz parte do Maciço do Itatiaia.

1.3.3. Análise dos dados

A avaliação das semelhanças na composição florística foi realizada com base na matriz de abundância das espécies, considerando coeficientes usuais (STILING, 1999; SHEPHERD, 2010), como a dissimilaridade de Bray-Curtis (Sorensen) e Euclidiana relativa (distância Corda); através da Análise de agrupamento, pelo método de

ligação de média de grupo (UPGMA). Os mesmos coeficientes foram utilizados para a Análise de Escalonamento Multidimensional Não métrico (NMS), para o Procedimento de Permutação Multi-Resposta (MRPP), e para a Análise de Similaridade (ANOSIM).

Nas análises de agrupamentos e das figuras NMS as parcelas de chusqueal e de formação florestal foram incorporadas ao campo graminóide por dois motivos. O primeiro porque estas fitofisionomias são sempre encontradas dentro do campo graminóide e, segundo pela pequena quantidade de parcelas de ambas analisadas (três de cada).

Foi adotada a dissimilaridade Bray-Curtis, por ser a mais utilizada para estudos com dados de comunidade (*e.g.* AGUIRRE, 2008; PRIETO, 2008; JESUS, 2009, COSTA 2012). Esta dissimilaridade tem sido considerada a mais adequada para esse tipo de estudo, uma vez que atribui maior valor aos elementos comuns – nesse caso as espécies – entre as unidades amostrais comparadas (*e.g.* LEGENDRE; LEGENDRE, 1988, p. 265; MCCUNE; GRACE; URBAN, 2002, p. 48; GOTELLI; ELISON, 2011, p. 422; FELFILI et al., 2011, p. 129)

Esta análise vai apresentar as unidades amostrais com conjuntos similares de espécies que, teoricamente, encontram-se sob condições ambientais mais semelhantes entre si, em comparação àquelas que apresentam conjuntos diferentes de espécies.

Quanto à dissimilaridade Euclidiana relativa esta foi utilizada para ser comparada com Bray-Curtis. Sendo esta métrica, ao contrário da anterior (semi-métrica), permite seu uso em análises que exigem funções com tal característica. Esta dissimilaridade atribui importância às espécies compartilhadas entre parcelas, assim como Bray-Curtis (COSTA, 2012). Entretanto, a Euclidiana relativa atribui maior importância à diferença numérica (*e.g.* abundância) e valoriza estas diferenças quando são bastante discrepantes entre unidades amostrais comparadas. Sendo assim, quando uma unidade amostral apresenta abundância muito elevada, em relação às outras unidades, de uma determinada espécie, isto irá resultar numa alta dissimilaridade em relação às outras.

A ordenação NMS é uma técnica que não exige pressupostos estatísticos de distribuição normal dos dados e homocedasticidade das variâncias, sendo por isso, uma das mais indicadas para exploração de qualquer tipo de dado, inclusive os de comunidade (MCCUNE; GRACE; URBAN, 2002; GOTELLI; ELLISON, 2011). O principal parâmetro de avaliação da confiabilidade desta ordenação é o nível de perturbação (*stress*) da mesma, tendo como diretriz Kruskal (1964) e Clarke (1993 apud MCCUNE; GRACE; URBAN, 2002).

Também para uma interpretação adequada da MRPP foram avaliados os parâmetro “A”, “T” e “p” (MCCUNE; GRACE; URBAN, 2002, p. 191) e no ANOSIM o parâmetro “R” (COSTA, 2012) (valores de referência na tabela 1).

Tabela 1: Valores de referência dos parâmetros das análises MRPP (A, T e p), ANOSIM (R) e AIE

Análise	Parâmetro	Valor(es) de referência
MRPP	A	Varia de -1 à +1; -1 = nada homogêneos, totalmente diferentes; +1 = totalmente homogêneos, possuem as mesmas espécies e quantidades de indivíduos; A = 1 é uma PERFEITA HOMOGENEIDADE!!!; A > 0,3 já é uma BOA HOMOGENEIDADE!!!; A pode depender do tamanho da amostra: Se for GRANDE (N=200) um A pequeno pode ser significativo; Se for pequeno (N=5) precisa de um A GRANDE pra ser significativo.
MRPP	T	Quanto <i>mais negativo</i> mais forte é a separação entre grupos; Grande (<-5); Alguma (<-2); Pouca (<0) e Nenhuma (>0).
MRPP	P	Significância estatística (quanto menor melhor); p > 0.05 = ruim; 0,05 > p > 0,01 = bom; 0,01 > p = ótimo.
ANOSIM	R	Quanto mais próximo de 1 mais os grupos discriminados <i>a priori</i> arbitrariamente têm comunidades diferentes entre si.
AIE	-	Valor menor que 0,05 a espécie é significativamente indicadora daquele respectivo grupo.

Foram realizadas Análises de Espécie Indicadora (AEI) para os sítios amostrais (áreas) e fitofisionomias (valores de referência na tabela 1). Tanto as AEI quanto as ANOSIM foram executadas com 15.999 permutações, valor máximo aceito pelo programa PC-ORD 5.10.

Para verificar a confiabilidade da amostragem (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001), do ponto de vista da diversidade, foi realizada a curva de rarefação para a área de estudo como um todo.

As análises foram realizadas com a utilização dos programas FitoPac v.2.1.2.85 (SHEPHERD, 2010), PCORD v.5.10 (MCCUNE; MEFFORD, 2006) e Past v. 2.08 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

2. Aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos da região do Maciço do Itatiaia: uma revisão

2.1. Contextualização do Maciço do Itatiaia na América do Sul e no sudeste brasileiro

O Brasil situa-se na porção central da Placa Sul-Americana, distante de suas margens ativas, onde, a oeste acontece a subducção da Placa de Nazca e eleva-se a Cadeia Andina e a leste ocorre à expansão do assoalho oceânico na Cadeia Meso-Atlântica. Levando-se em consideração sua enorme dimensão, é um dos países sísmicamente mais estáveis do mundo (ASSUMPCÃO et al., 1979).

A região do Maciço do Itatiaia está localizada na Província Sísmica do Sudeste, que compreende os estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, sul de Minas Gerais e São Paulo, com sismicidade associada ao sistema de falhamentos dos *rifts* (afundamento da crosta terrestre entre duas falhas paralelas. Sinônimo: graben) da Serra do Mar e às falhas do sul de Minas Gerais (SADOWSKI; CSORDAS; KANJI, 1978).

Este maciço pertence à bacia de Resende, que juntamente com as bacias de Volta Redonda, São Paulo, Taubaté, Macacu e Curitiba, constituem um conjunto de bacias tafrogênicas continentais (formada em período de movimentação tectônica), denominado por “Sistema de *Rifts* da Serra do Mar” (ALMEIDA, F., 1976). Atualmente, essa feição tectônica é conhecida como *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), que corresponde a um complexo de vales tectônicos, serras e bacias sedimentares com orientação ENE-WSW, de idade Eoceno-Oligoceno, que estende-se desde Curitiba no Paraná, ao litoral norte do Estado do Rio de Janeiro (RICCOMINI, 1989).

O RCSB está sobre a Faixa Móvel Ribeira em sua porção Central, e constitui um complexo cinturão de dobramentos e empurrões gerados no Neoproterózoico / Cambriano, durante a Orogênese Brasileira (HEILBRON et al., 1995). De idade pa-

leógena, este *Rift* é uma depressão alongada e deprimida com cerca de 900 km de comprimento (RICCOMINI, 1989).

Morfológicamente, este *Rift* desenvolveu-se como uma faixa estreita e deprimida, alongada segundo a direção ENE, com suas formações mais eminentes do relevo são as serras do Mar e da Mantiqueira (RAMOS; MELLO; SANSON, 2006), entretanto ainda não há consenso quanto aos mecanismos geradores quando relacionados com a origem das bacias tafrogênicas (RICCOMINI; SANT'ANNA; FERRARI, 2004).

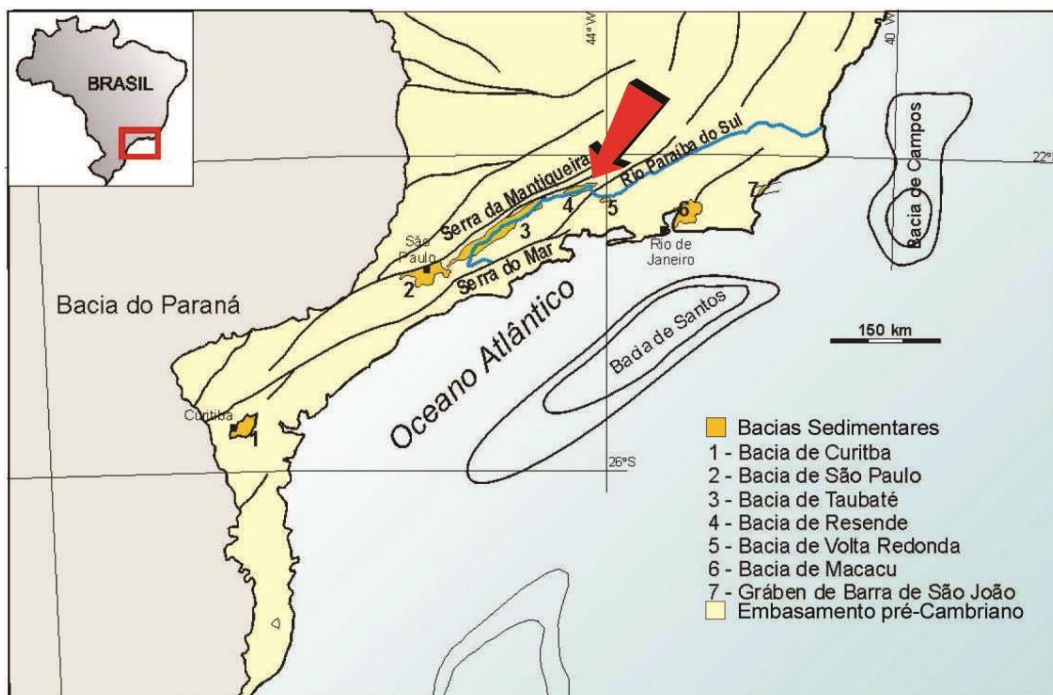


Figura 7: Mapa da estruturação geológica da região sudeste do Brasil, com os principais lineamentos ENE e NE, com destaque para a bacia sedimentar de Resende - Nº 4 (seta em vermelho) que compõem o RCSB – Fonte: Barboza et al. (2008), adap.

2.2. A geologia do Itatiaia

As áreas sísmicas do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil estão relacionadas a trechos do Cinturão Móvel Costeiro, que passaram por soerguimentos a partir do Jurássico, permitindo o desenvolvimento de campos de diques de diabásio, intrusões de corpos alcalinos no Cretáceo Inferior e Cretáceo Superior (Terciário), a implantação de bacias tafrogênicas no Terciário-Pleistoceno (como a Bacia de Resende) e a morfogênese costeira (HASUI, 1979).

No trabalho realizado pelo Instituto de Pesquisas Técnicas - IPT em 1982, foram demarcadas seis zonas sismogênicas para a região sudeste, sendo as de Caxambu e Cunha relacionados à região do Maciço do Itatiaia, caracterizando a vinculação dos sismos a áreas de maior mobilidade terciária e neotectônica (MIOTO; HASUI, 1993).

Segundo Salvador (1994), desde a década de 30, com os trabalhos de Washburn e Maull (1930 apud HASUI; GIMÉNEZ; MELO, 1978), as hipóteses aventadas para a origem da depressão do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil fazem referência a processos tectônicos (e.g. ALMEIDA, F., 1964, 1976; ASMUS; FERRARI, 1978; RICCOMINI, 1989). A formação do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil também é relacionada a esforços extensionais NNW-SSE, impostos pelo basculamento termomecânico verificado na Bacia de Santos, reativando antigas zonas de cisalhamento brasileiras (RICCOMINI, 1989).

Este *rift* assenta-se sobre terrenos policíclicos pertencentes ao Cinturão de Dobramentos Ribeira (HASUI; CARNEIRO; COIMBRA, 1975), constituído, nessa porção, por rochas metamórficas, migmatitos e granitóides relacionados ao Ciclo Brasileiro, com algumas rochas resultantes do retrabalhamento de outras de ciclos mais antigos (RICCOMINI, 1989).

O maciço do Itatiaia está localizado na província do Planalto Atlântico, que é essencialmente dominada por rochas metamórficas e eruptivas e estruturas de idade pré-siluriana, sendo formada por uma sequência de planaltos profundamente retrabalhados em sucessivos ciclos de erosão (IPT, 1982). Apresentam altitudes diferentes, causadas por superfícies de erosão distintas e tectonismo cenozóico. O tectonismo ocorrente a partir do final do Cretáceo deu origem ora a blocos elevados e basculados, ora a blocos abatidos, formando altos cumes e depressões tectônicas, em parte preenchidas por sedimentos. Dentro desta província, são identificadas na área de estudo (região do Maciço) as zonas do Planalto do Alto Rio Grande, da Serra da Mantiqueira e do Médio Vale do Paraíba (SALVADOR, 1994) (fig. 9).

A zona do Planalto do Alto do Rio Grande, que ocorre no extremo norte e noroeste desta província, na forma de um planalto com estrutura complexa, maturamente dissecado, desfeito em morros, serras lineares e chapadas a cerca de 2.100

metros. Esta zona apresenta grande diversidade litológica e estrutural, que influi no modelado do relevo e no traçado de drenagens. É notável o fato de que muitos dos coletores da rede de drenagem desta zona exibem traços independentes das direções estruturais, sugerindo ter sido esta previamente estabelecida sobre uma superfície de aplainamento tão evoluída que tais estruturas não representariam obstáculos significativos à drenagem (IPT, 1982).

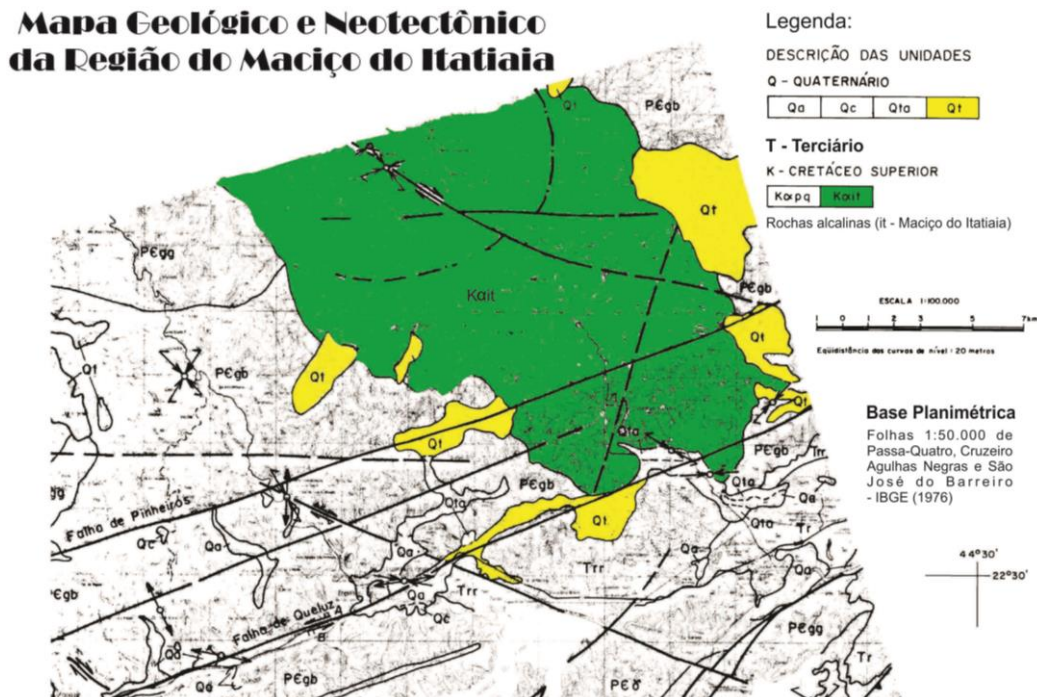


Figura 8: Mapa geológico e neotectônico da região do Maciço do Itatiaia – Em destaque em verde o maciço alcalino do Itatiaia do período do cretáceo superior, já em amarelo os depósitos de sedimentos do quaternário provenientes deste maciço. Fonte: Salvador (1994), adap.

Nesta zona, encontra-se a subzona do Maciço do Itatiaia (fig. 9), estando ainda incluído nesta o Maciço do Passa-Quatro, constituído de um relevo não totalmente arrasado pela erosão da Superfície Japi (IPT, 1982). O Maciço do Itatiaia apresenta relevo extremamente alcantilado, alcançando 2.791 metros de altitude no Pico das Agulhas Negras (atualizado pelo IBGE / IME em 2004).

A unidade da Serra da Mantiqueira (fig. 10) configura um conjunto de degraus escarpados e degraus / serras reafeiçoados, com orientação geral NE-SW. Nas áreas próximas às serras de Itatiaia e Passa - Quatro predominam os degraus muito escarpados, com altitudes de 1300 a 2600 metros, com serras orientadas segundo

NE-SW. Embutidos nestes degraus escarpados identificam-se degraus reafeiçoados de grande expressão em área (SALVADOR, 1994).

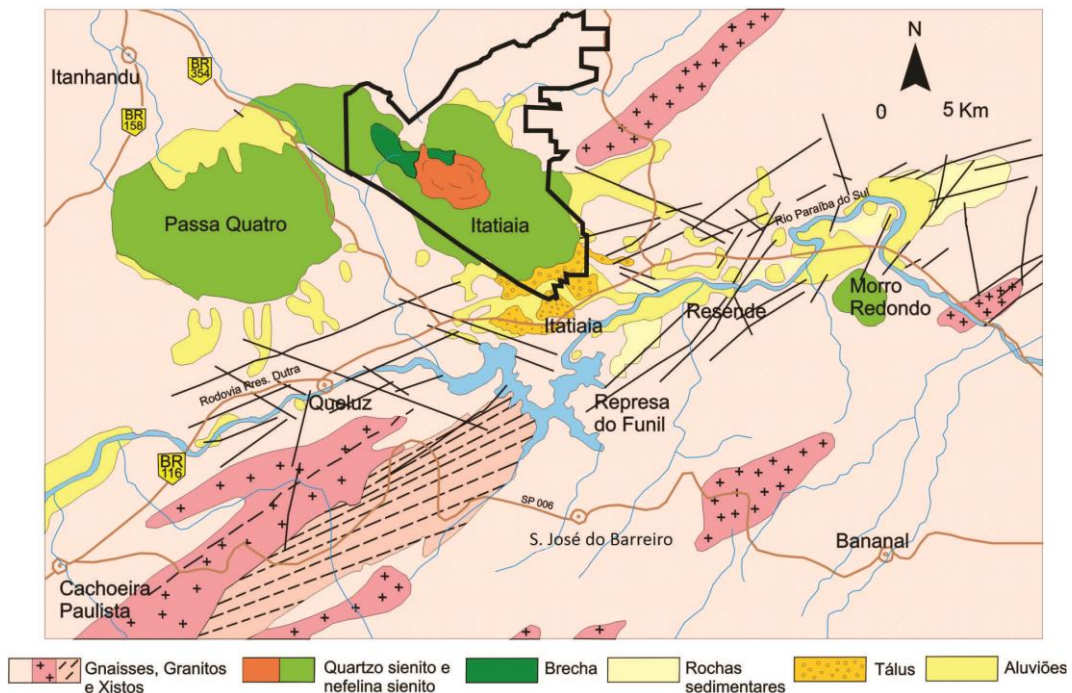


Figura 9: Contexto geológico da região do Maciço do Itatiaia (esboço parcial da província do Planalto Atlântico com subzona do Maciço do Itatiaia) – A área do PNI está demarcada em preto. As quadrículas na parte inferior do mapa demonstram os tipos de rochas e sedimentos. Fonte: Cordani e Teixeira (2007), adap.

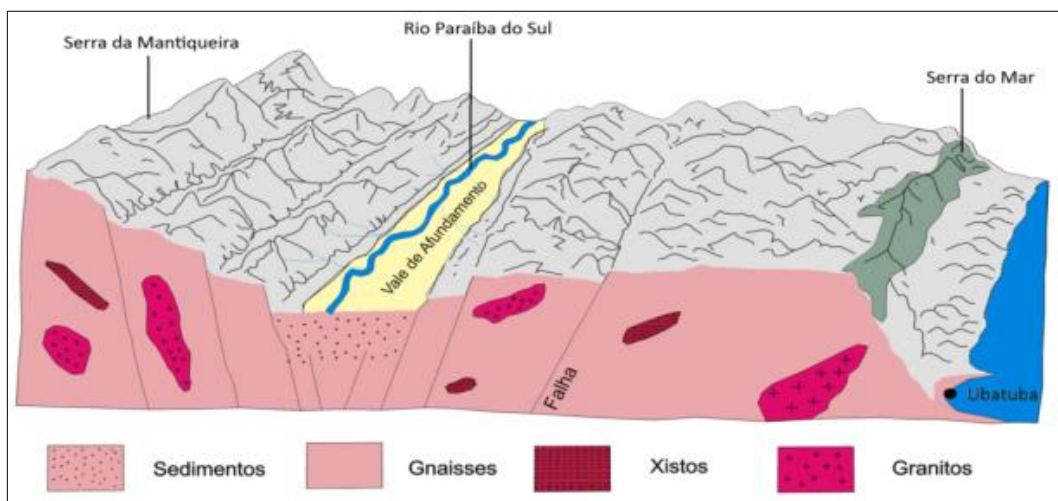


Figura 10 - Esboço geológico do rift continental, originado por um sistema de falhamentos que afetou os gnaisses do embasamento e originou as serras da Mantiqueira e do Mar – Fonte: Teixeira e Cordani (2007), adap.

Diques de diabásio, dispersos no embasamento pré-cambriano, com direções próximas a N-S (IPT, 1982) registram a presença na área da primeira fase de magmatismo relacionado à reativação da Plataforma Brasileira, provavelmente associado ao magmatismo basáltico fissural das bacias do Paraná e de Santos, ocorrido no Jurássico.

co Superior a Cretáceo Inferior, [época de formação do Maciço em estudo] (AMARAL et al., 1966).

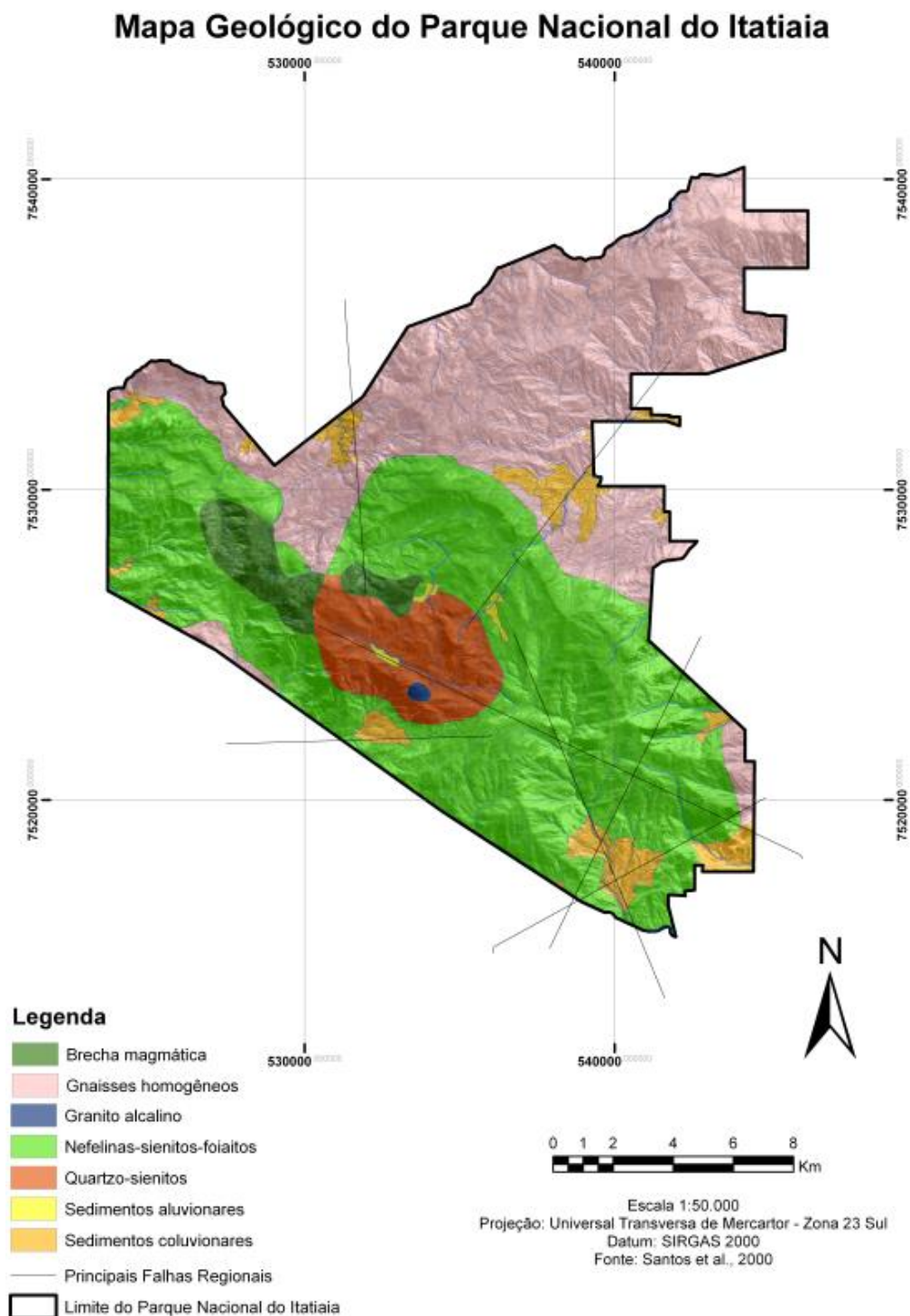
Intrusões alcalinas, representadas pelos maciços de Itatiaia e Passa Quatro, de idade cretácea superior à terciária (AMARAL *et al.*, 1967), são constituídas por nefelina-sienitos e foiaítos e núcleos de alcali-sienitos e brechas magmáticas, cortadas localmente por alcali-granitos (PENALVA, 1967) (figura 11). LAUAR (1988) obteve, para rochas do Maciço de Passa-Quatro, idades Rb/Sr de $70,3 \pm 0,5$ Ma e idades K/Ar de $66,7 \pm 3,3$ Ma. Para o Maciço do Itatiaia os dados K/Ar apontam idade média de 73 Ma.

2.2. A geomorfologia da região do Maciço do Itatiaia

A área de estudo está na bacia de Resende (figura 12) possui como embasamento rochas pré-cambrianas, compostas geralmente por milonito-gnaisses, blastomilonitos, milonitos, gnaisses bandados, gnaisses graníticos, xistos, quartzitos, anfíbolitos, granitos, pegmatitos, aplitos e migmatitos. São comuns intrusões de diabásio sob a forma de diques e soleiras, as quais datam do Jurássico Superior ao Cretáceo Inferior (AMARAL et al., 1966), além de grandes maciços alcalinos (Itatiaia e Passa-Quatro) e diques associados, que datam do final do Cretáceo ao início do Terciário (AMARAL et al., 1967, LAUAR, 1988). Este embasamento é cortado por um denso sistema de falhas transcorrentes, de direção E a ENE, falhas estas ativas até o final do Ciclo Brasileiro (HASUI; SADOWSKI, 1976).

Foram encontrados eixos de tensão máxima NW-SE e tensão mínima NE-SW nos sedimentos cenozóicos afetados por estruturas neotectônicas na porção centro-sudeste do Estado de Minas Gerais e no Maciço de Itatiaia (SAADI et al., 1991 apud SALVADOR, 1994).

A paisagem atual (figs. 12 e 13) reflete, em grande parte, os ajustes tectônicos recentes (neotectonismo) causadores de soerguimentos, abatimentos e basculamentos, manifestados nestas feições topográficas.



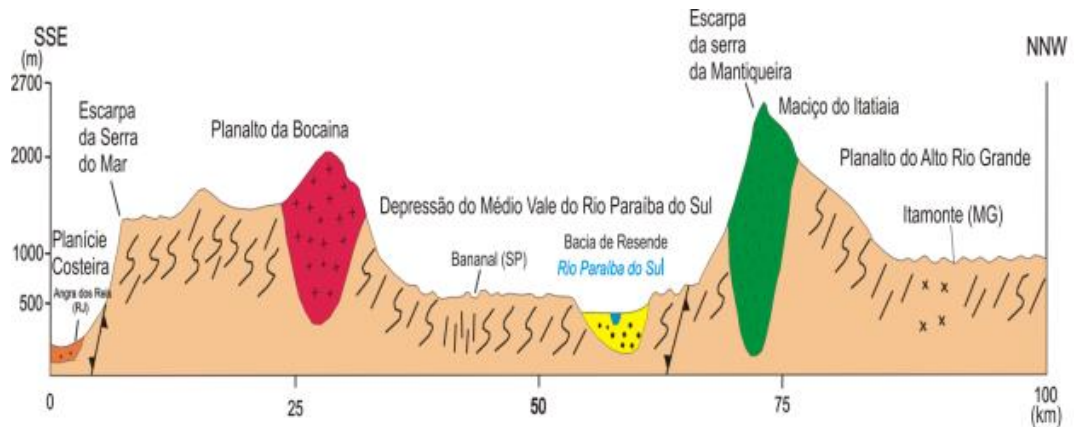


Figura 12: Perfil geológico – geomorfológico entre Angra dos Reis (RJ) e Itamonte (MG) – Destaque para a bacia tafrogênica de Resende (em amarelo) e o Maciço do Itatiaia (em verde). Fonte: Dantas, Armesto e Amílcar (2008), adap.

Na área, ocorreu um grande aplainamento da superfície chamada por Almeida (1964) de Japi, de idade eocênica, apresentando altitudes muito uniformes, entre 1.200 e 1.300 metros, devido ao soerguimento epirogenético regular e regional, nivelando as mais diversas litologias. O relevo tipo Apalachiano do sudeste brasileiro resulta, em maior parte, da erosão diferencial desta superfície, que condiciona as altitudes até as quais se elevam as cristas serranas mantidas pelas estruturas mais resistentes (IPT, 1982).

No presente dia as formas de relevo do Itatiaia, e especialmente nas Agulhas Negras, certamente mostram um tremendo efeito da erosão. Fendas em matacões polidos e rochas por toda as colinas e pelos vales. A superfície da “cama de rocha” (bedrock) é profundamente e regularmente arranhada. Estas depressões às vezes atingem 20 a 25 centímetros de diâmetro). (SEGADAS-VIANNA, 1965)

O mesmo autor menciona também que:

A erosão que modificou o aspecto do relevo é sem dúvida, de natureza química. Regiões tropicais são caracterizadas por chuvas ricas em ácido nítrico (BRANNER, 1896; VAGELER, 1938). Este ácido é formado pelo relâmpago que produz ozônio que combina com o nitrogênio livre da atmosfera. W. Freise (1933, *apud* DE MARTONNE, 1944) verificaram que em Teresópolis na Serra dos Órgãos, a neblina tinha em torno de 50 cm³ de água por metro cúbico de ar, e continha de 15 a 18 mg de ácido carbônico e 19 mg de ácido nítrico por litro. (SEGADAS-VIANNA, 1965)

As terras altas do Itatiaia são caracterizadas pela grande intensidade e violência das tempestades elétricas (SEGADAS-VIANNA; DAU, 1965).

Consequentemente as águas das chuvas nestas ocasiões são mais ricas em ácido nítrico. Através desta força de oxidação, este reage com o ferro das rochas cristalinas, causando sua desagregação. Esta água, rica em ácido carbônico e ácido nítrico, penetra através das fissuras superficiais das rochas e dissolve os feldspatos e feldspatóides. Junto com esta porção acon-

tece à dissolução, e outra parte é hidratada e lavada para fora em suspensão ou para baixo em forma coloidal. Neste sentido, pequenos alvéolos e concavidades são formadas (SEGADAS-VIANNA, 1965). (fig. 14A)

Mapa Geomorfológico do Parque Nacional do Itatiaia

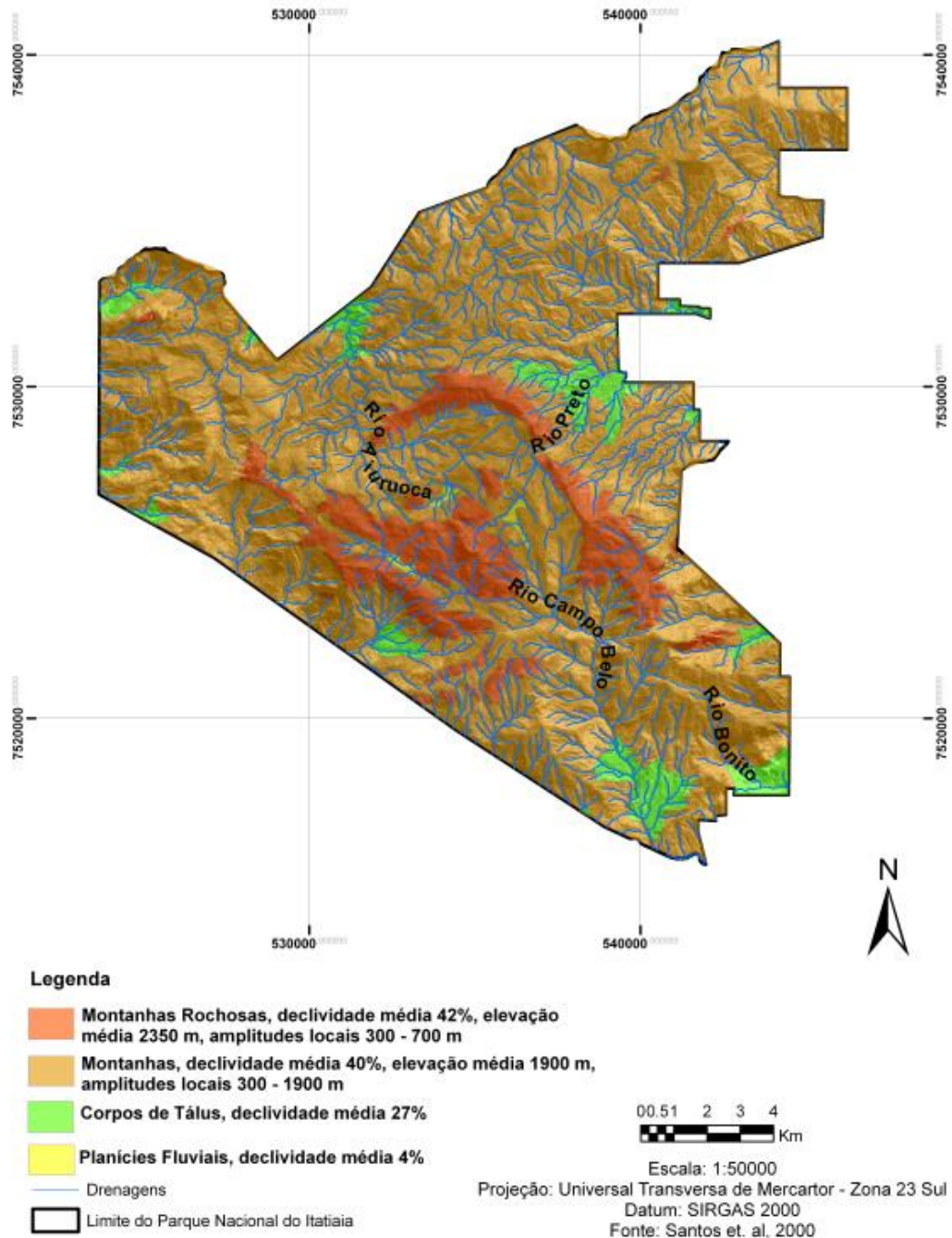


Figura 13: Mapa geomorfológico do Parque Nacional do Itatiaia – Fonte: J. Almeida (2011).



Figura 14: Alvéolos (A) e canaletas das Agulhas Negras (B)

Durante a estação seca e fria, estas depressões ficam secas. No seu interior, sobre uma fina camada de solo, formada através da sedimentação de elementos constituintes das rochas, que são dissolvidos e não eliminados, são estabelecidos líquens que irão desenvolver-se durante a estação média queda de chuva. O ácido orgânico então produzido tem um papel ativo no aprofundamento e alargamento destes alvéolos. Quando chega a estação das chuvas e a ocorrência de fortes tempestades elétricas, estas cavidades são preenchidas com carbono e ácido nítrico, que irão continuar a decomposição, que agora é feita facilmente devido às fissuras produzidas pelo ácido orgânico. (SEGADAS-VIANNA, 1965, tradução nossa)

O mesmo autor também menciona que:

Continua o processo de alargar e aprofundar estes alvéolos até que um dos lados é quebrado, fazendo com que seja drenada a represa. Deste dreno, um sutil veio escavado é formado e através deste é descarregado a água que jorra dos alvéolos (figura 14A). No decorrer do tempo, os veios mudam para calhas, que normalmente tem profundidade de 30 cm. Entretanto, em vários lugares nas Agulhas Negras (figura 14B), estes tem profundidade de 50 cm ou até um metro. Com este fato, todas as calhas têm área uma vasta profundidade e depressão, lembrando um rio – feito buraco. (...) Sobre o que foi visto, é somente plausível explicar que a tremenda erosão do Itatiaia é de decomposição química causada pelas águas das chuvas carregadas com ácidos nítricos e carbônicos. A erosão diferencial dos blocos, e os diferentes tipos de rochas alcalinas, contribuem grandemente em direção à variedade de topografia da região. (SEGADAS-VIANNA, 1965, tradução nossa)

Estes alvéolos, uma vez formados e preenchidos de sedimento proporcionam um ambiente favorável para a fixação de um sem-número de espécies saxícolas, como por exemplo algumas espécies das famílias Velloziaceae e Bromeliaceae. Possivelmente estes são responsáveis pela diversidade de espécies que habitam os afloramentos rochosos, pois além de acumularem sedimento também são depósitos de água.

2.4. A hidrologia da região do Maciço do Itatiaia

Este maciço é de fundamental importância hidrológica para a região que o cerca, fornecendo água para as Bacias do rio Grande e do Paraíba do Sul, sendo ali formados diversos rios, córregos e ribeirões, dentre os principais podemos destacar, o Aiuruoca, Preto, Campo Belo, Alambari, Marimbondo, Pirapitinga, das Pedras, Palmital, Maromba, Bonito, entre outros.

Foram estabelecidos dois domínios geomorfológicos para a região, um denominado Norte, o da Serra da Mantiqueira e outro Sul, o do Vale do Paraíba do Sul (SALVADOR, 1994). Este estudo foi realizado na parte Norte e tem como características, segundo o mesmo autor, altos valores de gradientes hidráulicos e superfícies de base com curvas pouco espaçadas, correspondendo à região da Serra da Mantiqueira.

Analisando a carta topográfica das Agulhas Negras², IBGE – 1:50.000, observamos que as feições atuais do maciço do Itatiaia dividiram as bacias do rio Paraíba do Sul, para a face sul e a do rio Grande para a face norte.

No total foram demarcadas oito sub-bacias, sendo elas a do rio Campo Belo, Alambari, Água Branca, Palmital, Engenho da Serra / Fazenda Velha e Engenheiro Passos, e o começo da bacia do rio Grande, que serão descritas a seguir e visualizadas em seus respectivos mapas.

Na figura 15, foram demarcadas três bacias, uma localizada a noroeste (do Aiuruoca), e duas a sudoeste (do Engenho da Serra / Fazenda da Serra e de Engenheiro Passos). Neste mapa são descritos um total de 15 córregos, ribeirões e rios.

Na bacia do Engenho da Serra / Fazenda Velha, são descritos seis córregos, ribeirões e / ou rios, sendo eles, o córrego Engenho da Serra (1), córrego Taquaral (2), córrego do Boiadeiro (3), rio Capivari (4), rio das Furnas (5) e córrego dos Mendes (6). Nesta, a nascente mais alta é a do córrego do Boiadeiro, que nasce junto ao Brejo da Lapa entorno de 2.280m de altitude, desaguando no rio Capivari entorno de 1.700 m. O Córrego do Taquaral seguirá o mesmo processo, desaguando no Capivari

² Para chegar a este detalhamento foi observada toda a carta, delimitada as bacias através dos divisores de águas e relacionados os rios, córregos e riachos de cada bacia e as respectivas altitudes das nascentes.

um pouco mais abaixo, a 1.500 m. O rio Capivari vai descer este contraforte até na base do maciço no sentido sudoeste. Já na face da Fazenda Velha, nasce o rio das Furnas a 2.200 m de altitude que vai receber seu afluente, o córrego do Mendes a uma altitude de 1.300 m, seguindo em direção ao Capivari. Próximo a Fazenda Velha, temos um pico relevante, o do Picú, com altitude de 2.150m.

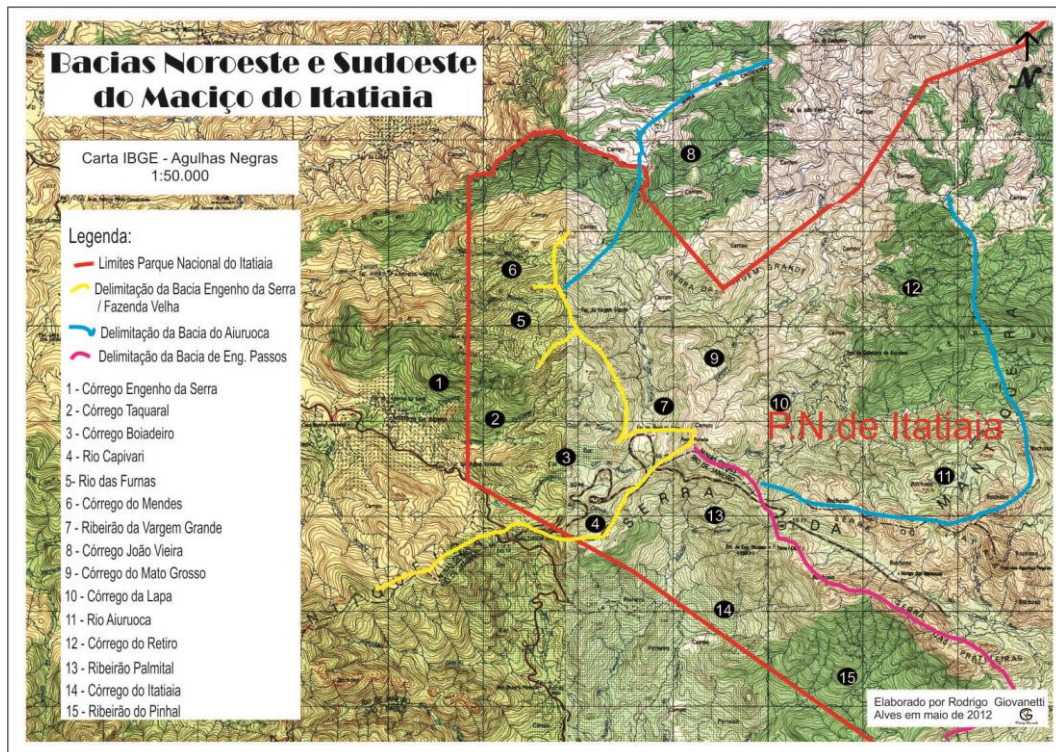


Figura 15: Bacias noroeste e sudoeste do Maciço do Itatiaia, com seus respectivos córregos, ribeirões e rios – Fonte: Adaptado pelo autor da Carta IBGE - Agulhas Negras (1:50.000).

Na bacia do Aiuruoca temos seis cursos d'água, sendo eles o ribeirão da Vargem Grande (7), o córrego João Vieira (8), o córrego do Mato Grosso (9), o córrego da Lapa (10), o rio Aiuruoca (11) e córrego do Retiro, este descendo em sentido noroeste. A nascente com maior altitude é a do rio que dá o nome a bacia, a 2.540 m de altitude. O ribeirão da Vargem grande, nasce na localidade de mesmo nome e junto com o córrego João Vieira vão em direção ao Aiuruoca, na Serra ao lado, a Negra, onde estão localizados os outros rios da bacia. Tanto os córregos da Lapa, do Mato Grosso e do Retiro também deságuam no Aiuruoca a uma altitude entorno de 1.700 m. Já este, deságua a cerca de 1.100 m no rio Grande.

Na bacia de Engenheiro Passos estão o ribeirão do Palmital (13), córrego do Itatiaia (14) e córrego do Pinhal (15). Aqui temos uma gradiente altitudinal que varia

de 2.380 m, na nascente do ribeirão do Pinhal, até 820 m no encontro com o rio do Salto. Nesta rede de drenagem, o ribeirão do Pinhal deságua no córrego do Itatiaia a cerca de 900 m de altitude, para depois juntar-se ao rio do Santo. Já o ribeirão do Palmital junta-se ao rio do Santo a 920 m.

Na figura 16, observamos a segunda parte da rede de drenagem do maciço do Itatiaia, com as bacias do rio Grande (norte) e do rio Preto (nordeste) representadas. Nesta estão representadas o córrego do Brejo (1), ribeirão dos Dois Irmãos (2), córrego do Brejo ou do Monte Belo (3), córrego da Capivara (4) e córrego da Capivara ou Desterro (5), todos correndo na direção noroeste.

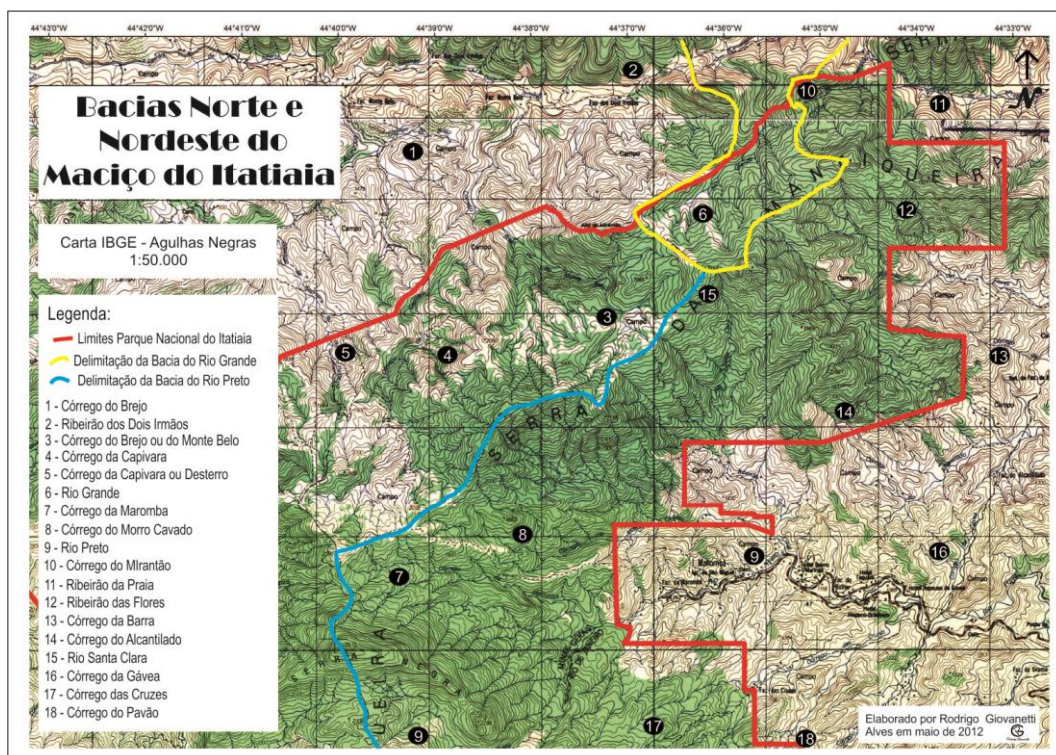


Figura 16: Bacias norte e nordeste do Maciço do Itatiaia, com seus respectivos córregos, ribeirões e rios – Fonte: Adaptado pelo autor da Carta IBGE - Agulhas Negras, (1:50.000).

A bacia em linha amarela (fig. 16), representa a bacia do rio Grande (nascente a 1.980 m de altitude), que é o principal rio da face mineira junto ao maciço. Este rio e os afluentes de sua bacia, junto com os da bacia do Aiuruoca (afluente do rio Grande) segue na falha do sul de Minas Gerais e vão em direção à bacia do rio Paraná, que segue em direção à bacia Platina, na junção do Brasil, Paraguai e Uruguai. O rio Grande (6), junto com o Tiete, são uns dos principais afluentes do rio Paraná.

A bacia que nos resta para descrever ainda neste mapa, é a do rio Preto, rio de extrema importância não só para a região dos vilarejos de Maromba, Maringá e Mauá, na região de Visconde de Mauá, mas para todo seu trajeto (de 222 km) até desaguar no Paraíbauna (também é um afluente do Paraíba do Sul).

O rio Preto nasce a 2.560 m de altitude, no piemonte entre o Pico das Agulhas Negras (2.791 m) e a Pedra do Sino do Itatiaia (2.670 m), dando seus primeiros passos nos alvéolos do vale dos Dinossauros, até encontrar seu nível de base (*knick-point*) e cair abruptamente em direção ao vale que acabo de mencionar. No começo de sua bacia, na região deste maciço alcalino, temos o córrego da Maromba (7), córrego do Morro Cavado (8), o próprio rio Preto (9), córrego do Mirantão (10), ribeirão da Prata (11), ribeirão das Flores (12), córrego da Barra (13), córrego do Alcantilado (14), rio Santa Clara (15), córrego da Gávea (16), córrego das Cruzes (17) e córrego do Pavão (18). As outras bacias que as das faces nordeste, sudeste e sul (figura 17).

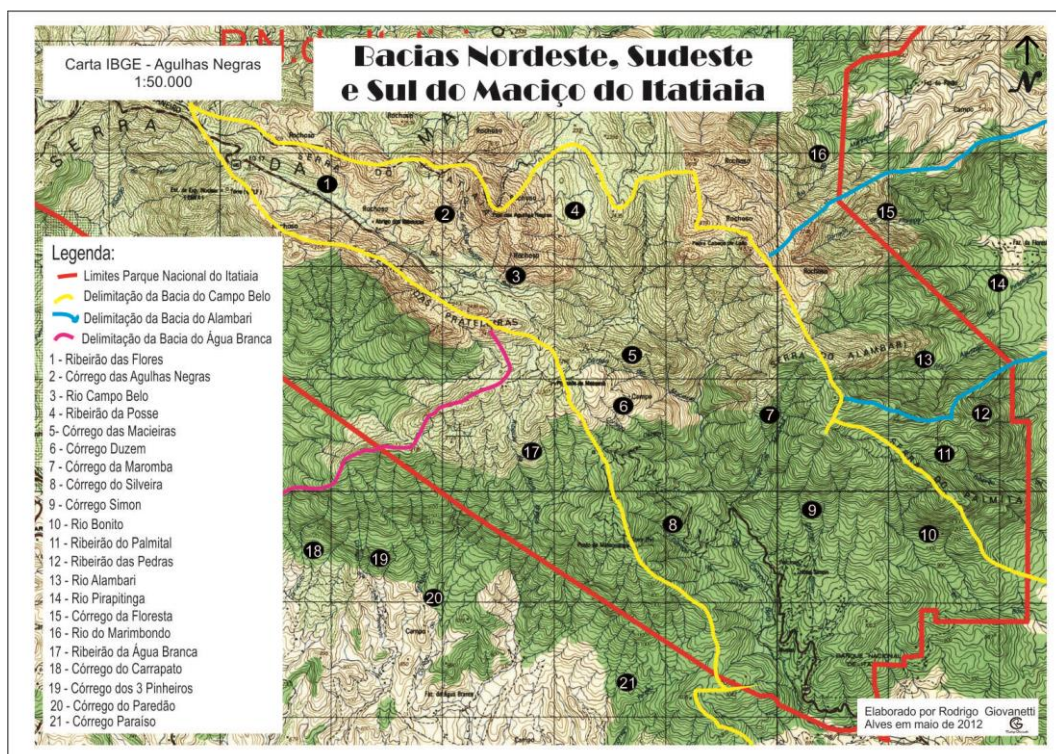


Figura 17: Bacias nordeste e sudeste e sul do Maciço do Itatiaia, com seus respectivos córregos, ribeirões e rios – Fonte: Adaptado pelo autor da Carta IBGE - Agulhas Negras, (1:50.000).

A mais importante bacia (em linha amarela) é a do rio Campo Belo (principal rio do município de Itatiaia) que nasce a 2.540 m de altitude (ribeirão das Flores) e vai desaguar no Paraíba do Sul a 390 m, com um comprimento de 34 km. Em sua

bacia estão representados o ribeirão das Flores (1), córrego das Agulhas Negras (2), o próprio Campo Belo (3), ribeirão da Posse (4), córrego das Macieiras (5), córrego Duzem (6), córrego da Maromba (7), córrego do Silveira (8), córrego do Simon (9) e o rio Bonito (10).

Na bacia que segue a nordeste, que tem como divisor a serra do Palmital, temos dois ribeirões representados, o primeiro o que dá nome a bacia, o do Palmital (11), que nasce entorno de 1.620 m de altitude, já o segundo o das Pedras (12) nasce a 1.800 m, ambos correndo dentro do vale de Penedo, distrito de Itatiaia. Na realidade o Palmital é um afluente do das Pedras, que desemboca neste último a 640 m de altitude. Seguindo a vertente do vale, o ribeirão das Pedras vai também desaguar no principal rio da região, o Paraíba do Sul.

A outra bacia localizada na vertente nordeste é da serra do Alambari, que dá nome ao distrito do mesmo nome, pertencente ao município de Resende. Nesta bacia temos o rio Alambari (13), o rio Pirapitinga (14) e o córrego da Floresta (16) (atualmente recebe o nome de Santo Antônio). O curso d'água mais alto desta sub-bacia é o do Pirapitinga, que nasce cerca de 2.220 m de altitude, seguido pelo córrego da Floresta (2.180 m) e Alambari (1.980 m). O córrego da Floresta é um afluente do Pirapitinga, fazendo sua junção a 680 m de altitude.

Devido ao corte do mapa, ficou representado um rio da bacia do rio Preto (fig. 17), que é o Marimbondo (16), que nasce junto ao divisor de sua bacia e do Alambari, com sua nascente a 2.400 m de altitude nos contrafortes da Cabeça do Leão (2.483 m).

Por último, observamos a vertente sul, onde está localizada a bacia do Água Branca, que tem como representantes, o próprio ribeirão Água Branca (17), córrego do Carrapato (18), córrego dos Três Pinheiros (19), córrego do Paredão (20) e córrego do Paraíso (21). A nascente mais alta desta vertente dá nome à bacia, com 2.240 m. Estes cursos d'água vão em direção ao rio do Salto.

2.5. A relação da pedologia e a fixação da vegetação nos campos de altitude do Itatiaia.

Até o momento, na descrição deste capítulo, viemos relatando a geologia, geomorfologia e hidrologia do Itatiaia para que possamos chegar a este ponto, tentar demonstrar a relação que estas ciências têm com a fixação da vegetação nos campos de altitude deste maciço, e que para tal fato aconteça devemos acrescentar os processos intempéricos até que seja formado o solo.

O solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2006).

O maciço do Itatiaia por compreender um relevo montanhoso e acidentado, predominam solos rasos e jovens. A classe de solos que predomina neste ambiente é a dos Cambissolos, ocorrendo amplamente nas encostas da unidade geomorfológica das Montanhas, e nas áreas mais elevadas, e, ou, com declividades mais acentuadas, predominam Neossolos Litólicos, entre afloramentos rochosos (ALMEIDA, J., 2011).

Os Cambissolos³ são solos com presença de horizonte “B” incipiente (Bi), caracterizado por apresentar alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de unidades estruturais. São horizontes pouco espessos e comumente com fragmentos do material parental. Podem ocorrer abaixo de qualquer horizonte “A”. (EMBRAPA, 2006).

No Itatiaia, predominam Cambissolos Húmicos e Cambissolos Háplicos, sendo solos rasos, bem drenados, e com sequência de horizontes “A”, “Bi”, “C” ou “R”. (ALMEIDA, J., 2011).

Em parte dos campos de altitude encontramos os Cambissolos Húmicos (figura 18), que recebem este nome pois apresentam o horizonte “A” húmico, caracterizado por ser rico em matéria orgânica, relativamente espesso, escuro e distrófico. A espessura destes horizontes variam em média entre 50 e 70 cm, e as texturas variam de argilosas a argilo – arenosas e são comumente estruturados em grânulos finos a médios. Estes solos ocorrem em áreas com vegetação preservada e altitudes acima

³ Cambissolo: o prefixo “cambi” vem de “cambiare”, ou seja, trocar ou mudar (EMBRAPA, 2006).

de 1600m, que possibilitam o acúmulo e a preservação da matéria orgânica (ALMEIDA, J., 2011).

Entretanto, o principal solo dos campos de altitude é o Neossolo⁴ Litólico (figura 18), que é um solo mineral não hidromórfico, pouco evoluído e raso, sem apresentar qualquer tipo de horizonte “B” diagnóstico, com sequência de horizontes “A” – “R”, ou seja, com horizonte “A” em contato lítico, direto sobre a rocha. Os Neossolos Litólicos são comuns em relevos muito acidentados de serrarias, como é o caso do Itatiaia. (EMBRAPA, 2006).

No Itatiaia, os Neossolos Litólicos ocorrem nas áreas mais elevadas, nas unidades geomorfológicas montanhas rochosas e montanhas, sendo que nesta última predominam em relevos sustentados por rochas alcalinas do Maciço de Itatiaia, Estes solos são caracterizados pela presença de horizonte “A” proeminente a moderado, com cores bruno-escuras e texturas variando de francas a argilo-arenosas (ALMEIDA, J., 2011).

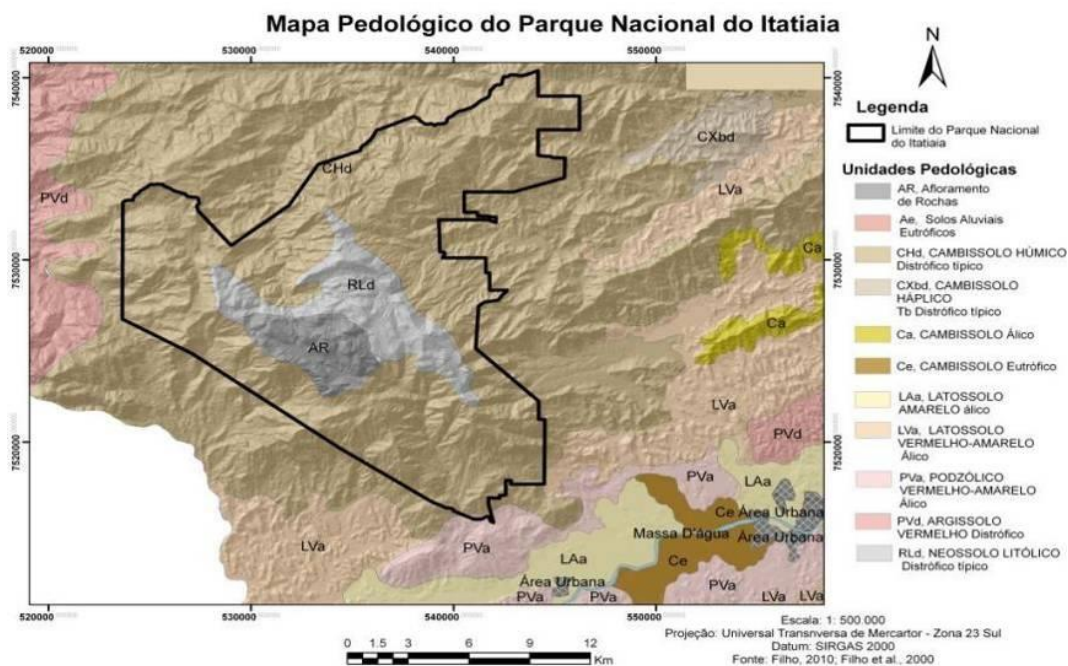


Figura 18: Mapa pedológico do PNI e seu entorno – Destaque para as áreas de afloramento de rochas (AR), Neossolo Litólico (RLd) e Cambissolo Húmico (CHd) relacionadas as área de estudo. Fonte: Filho (2010); Filho et al. (2000).

Este tipo de solo ocorre nas porções planas das áreas mais elevadas e centrais do Itatiaia, [os campos de altitude], e tem como características *deficiência de drenagem*, ligadas ao afloramento do nível freático ou ao *solo muito raso, com a rocha muito próxima a superfície, atuando como uma camada impermeável*. Nestes locais, há presença de horizonte hístico em contato

⁴ Neossolo: o prefixo “neo” é proveniente de novo, ou seja, com pouco desenvolvimento genético (EMBRAPA, 2006).

lítico, caracterizando Neossolos Litólicos Hísticos. Os horizontes hísticos são constituídos por material orgânico resultante de *acumulações de resíduos vegetais depositados superficialmente sob condições de excesso de água por longos períodos ou todo o ano*, bem como materiais depositados em condições de drenagem livre, sem estagnação permanente de água, condicionados pelo clima úmido, como em ambiente altimontano (EMBRAPA, 2006), sendo horizontes muito escuros, com cores tendendo a preto. (ALMEIDA, J., 2011, grifo nosso)

3. Análise biogeográfica dos campos de altitude do Maciço do Itatiaia

Descrição fitofisionômica do Planalto do Itatiaia

As zonas altitudinais da vegetação são determinadas por três elementos básicos: vegetação, fisiografia e clima (SEGADAS-VIANNA, 1965).

Nesta análise vegetacional [de zonação altitudinal], e seguindo os elementos aqui tomados em consideração: estrutura e, em consequência, fisionomia; status dinâmico do desenvolvimento físico e, portanto a comunidade que a ocupa; espécies dominantes, composição florística e condições ecológicas internas das comunidades. O status dinâmico do desenvolvimento físico, i.e. a fase do processo de evolução geomorfológica encontrados dentro da comunidade, definem o substrato e as condições de desenvolvimento do micro-relevo. Consequentemente é determinado não somente a composição florística por seguinte dominante, mas também toda a estrutura e características fisionômicas da comunidade que a ocupa. Os elementos: espécies dominantes, composição florística e condições ecológicas internas vem sendo usados somente em uma definição de comunidade, desde que eles dependam diretamente, e não somente do clima e fisiografia, mas também da avaliação da flora, que, por sua vez, depende da geologia, geomorfologia e histórico climático da região. (SEGADAS-VIANNA, 1965, tradução nossa).

O resultado obtido através do estudo de climas mostram um fato que é a relação direta entre a distribuição altitudinal dos tipos de vegetação e o clima (SEGADAS-VIANNA; DAU, 1965).

Levando em consideração a importância dos relatos anteriormente citados será feita uma pequena descrição das fitofisionomias ao redor do maciço do Itatiaia e do mesmo, com suas áreas de estudo.

Para se ter acesso aos campos de altitude do Itatiaia (pelo acesso tradicional – rodovia BR 354) (fig. 19) vai-se mudando de fitofisionomias. Saindo do vale do rio Paraíba, praticamente desvegetado, e subindo-se pela BR 354 surge a floresta de tipologia censo IBGE (2012), “Floresta Ombrófila Densa Montana”, com características

secundárias, intercalada a plantações comerciais de eucalipto até se atingir uma altitude de 1.669 m. Neste ponto começa-se adentrar na Floresta Ombrófila Densa Alto-montana, onde as árvores não passam de vinte metros.



Figura 19: Vista parcial do maciço do Itatiaia visto da BR-345 (Rio – Caxambu)
– Detalhe para o morro do Couto ao centro e as Prateleiras à direita.

Ao serem percorridos seus primeiros quilômetros, esta vegetação vai perdendo altura até chegarmos ao Brejo da Lapa (fig. 20), onde pode-se observar a nítida mudança da floresta (onde termina a linha das árvores [*timber line* ou *tree line*]) para os campos de altitude do Itatiaia.

O Brejo da Lapa (fig. 20) já está a 2.100m de altitude e é um local pitoresco, e que no passado foi povoado com algumas casas e vendas. A floresta alto-montana descrita anteriormente, segundo relatos de um antigo morador da região, o proprietário do bar Agulhas Negras da Garganta do Registro, o falecido Sr. Miguel, foi explorada para a retirada de lenha para produção de carvão. Hoje ainda existem vestígios de antigas carvoarias na trilha do Registro próximo ao local. Também há a descrição de mais alguns pontos nesta área e acima que foram explorados como pomar e com a mesma finalidade:

Certas partes da região são marcadas por pomares que foram abandonados devido à falta de retorno econômico. (...) Estes pomares levaram a destruição local para plantações de árvores frutíferas, e também para a derrubada para fabricação de carvão. Estes dois locais são conhecidos na literatura bo-

tânica regional como Macieiras do Meio e Macieiras de Cima ou Macieiras do Couto. (SEGADAS-VIANNA, 1965, tradução nossa)



Figura 20: Vista parcial do brejo da Lapa com pedra Furada ao fundo (à direita)

Ao lado deste local, encontramos uma floresta de Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia* [Bertol.] Kuntze) (fig. 21) e que, segundo Safford (1999a), tal componente vegetal é relíquia de um passado remoto da América do Sul.

Esta espécie (*Araucaria angustifolia*) é um ecótipo de gênese antiga, provavelmente do período Juratriássico australásico-andino antigo, adaptado aos ambientes Alto-Montanos da Serra da Mantiqueira, de onde se expandiu recentemente, através do sistema hidrográfico do Rio Paraná para o Planalto das araucárias ou Planalto Meridional, onde passou a dominar (IBGE, 2012).

A floresta com a *Araucaria* apresenta disjunções florísticas em refúgios situados nas Serras do Mar e da Mantiqueira, muito embora no passado tenha se expandido bem mais ao Norte (no nordeste brasileiro), pois a família Araucariaceae apresentava dispersão paleogeográfica diferente da atual (CARVALHO, 2003).

Na base das terras altas, situada na zona da sombra da chuva, a vegetação dominante é graminóide do tipo estepe. Dentro destes vales e ao longo dos rios, como em outras zonas de sombra da chuva, como por exemplo, na Serra da Bocaina (estado de São Paulo) ali ocorre uma floresta dominada por *Podocarpus lambertii*. Os troncos de *Podocarpus* são cobertos por uma densa massa de musgos e líquens. O status ecológico desta comunidade, especialmente a do Itatiaia é bem evoluído. Esta é indubitavelmente, uma relíquia de vegetação que cobria, no passado, grandes áreas do Itatiaia. (SEGADAS-VIANNA, 1965, tradução nossa)



Figura 21: Vista parcial da floresta de *Araucaria angustifolia* junto ao brejo da Lapa

Após o vale das Araucárias continua-se subindo a estrada até chegarmos ao que chamamos de campos de altitude em si, apesar de ser considerado a partir de 1.800 - 2.000m de altitude, como já mencionado anteriormente. Estes campos de altitude fazem parte do maciço do Itatiaia que tem uma área entorno de 1.450 km², o mais largo afloramento de rochas nefelinicas do mundo (SEGADAS-VIANNA, 1965).

Os “campos” do Itatiaia são caracterizados por cinco tipos de fitofisionomias, a saber: os campos graminóides, afloramentos rochosos, formação florestal, chusqueais (bambuzais do gênero *Chusquea*) e áreas brejeiras.

Um prado (campo) é uma vegetação herbácea, com poucos ou sem elementos lenhosos, e que graminóide é uma forma de erva com folhas lineares e eretas, sem restrição quanto ao grupo taxonômico, podendo ser Poaceae, Xyridaceae, Eriocaulaceae, Amarilidaceae, Liliaceae, etc. (RIZZINI; PINTO, 1964 apud RIZZINI, 1997).

Numa primeira vista possível verificar que os elementos predominantes são: a gramínea *Cortaderia modesta* (cabeça de negro ou capim de anta), *Chusquea* sp. (criciúma bengala), *Machaerina ensifolia* e *Baccharis uncinella* (alecrim do campo), entretanto ao fazer uma análise mais profunda, verifica-se que os campos de altitude apresentam uma alta diversidade.



Figura 22: Panorama parcial da borda leste do Maciço do Itatiaia – Detalhe para os campos de altitude no primeiro plano e floresta alto-montana nas escarpas ao fundo. O rio Campo Belo corre no centro deste vale indo em direção a cidade de Itatiaia.

A primeira área estudada foi o vale das nascentes do rio Campo Belo (fig. 23), e que neste local recebe ainda o nome de ribeirão das Flores. Tal vale está junto às antenas maior e menor de Furnas e ao afloramento rochoso do Morro do Couto. A geomorfologia do vale determina a localização das duas nascentes que dão nome ao rio, ou seja, o vale em seu interior apresenta um morrote que divide tanto suas terras quanto suas águas. Tais nascentes foram pesquisadas, sendo uma localizada a 2.525m de altitude com coordenadas geográficas 22°22.925 S, 44°41.780 W e outra a 2.484 m com coordenadas geográficas 22°22.754 S, 44°42.051 W. A sinússia predominante nesta área é a de campo graminóide, apresentando também pequenas capoeiras. A área de afloramento rochoso apresenta-se basicamente junto á base dos blocos rochosos do Couto e a área brejeira limita-se por onde corre o córrego. É interessante destacar que o vale é em forma de “U”, fazendo, portanto que toda a água convirja para um mesmo ponto. Neste vale também foi encontrado em um local um “campo de Amarílis” (*Hippeastrum morelianum* × *H. glaucescens* - híbrido) com uma concentração de 239 indivíduos em somente uma parcela (10 x 5 m). Tal fato não foi verificado em nenhum dos outros locais estudados.

Outro fato interessante é a presença da espécie *Symphypappus compressus* da família das Asteraceae nas capoeiras. Esta espécie ocorreu somente neste tipo de sinússia. Outra espécie importante encontrada nos campos graminóides desta área foi a *Buddleja speciosissima*, da família Scrophulariaceae, e que é uma espécie ameaçada de extinção junto com a bromeliaceae a *Fernseea itatiaiae* (AXIMOFF; RIBEIRO, 2012).



Figura 23: Vista parcial do vale da nascente do rio Campo Belo – Detalhe para o afloramento rochoso ao fundo do Morro do Couto (com antena menor), no primeiro plano a esquerda uma capoeira e no restante do vale o campo graminóide.

Este vale só tem acesso por trilha junto ao caminho para o Couto, portanto é de acesso extremamente difícil. Em certas ocasiões foram encontrados locais inacessíveis, e com a presença da cabeça de negro com mais de dois metros de altura.

O segundo vale estudado foi do Altar (fig. 24), que apesar de também ter formato de “U”, apresenta suas escarpas mais amenas, mas com maior presença de afloramentos rochosos. Nesta área há também a presença de um dos braços de um outra nascente importante, a do córrego das Agulhas Negras, que junto com o ribeirão das Flores formam o Campo Belo.



Figura 24: Vista panorâmica do vale do Altar, com o bloco rochoso no fundo e ao centro

O acesso a este vale é relativamente fácil a partir do abrigo Rebouças com uma duração de 1 h 30 min. O vale do Altar faz divisa com o do Aiuruoca e um fato importante a destacar é que em suas escarpas junto com as das Agulhas Negras es-

tão localizadas os divisores de águas das bacias do rio Paraíba do Sul e do rio Grande (afluente do rio Paraná). Proporcionalmente o vale é de menor tamanho que o do Campo Belo, entretanto não tira sua importância, pela quantidade de espécies encontradas. Em somente uma parcela de afloramento rochoso foram encontradas 21 espécies diferentes, sem levar em consideração as herbáceas.

O terceiro vale pesquisado foi o das Prateleiras (fig. 25), e para se ter acesso ao local é preciso fazer parte da travessia Ruy Braga. De seu início, até a sua base, onde foi à área de estudo, são necessários 1h30m de caminhada, saindo de uma altitude de 2.350m (abrigo Rebouças) até uma altitude média de 2.425m (base das prateleiras). Na figura 25, temos uma visão parcial deste vale, que demonstra uma grande quantidade de afloramentos rochosos. Esta área foi a apresentou o maior percentual desta sinúcia em relação ao campo graminóide.



Figura 25: Vista parcial do vale das Prateleiras (à direita)

O local é composto por três lagos, sendo dois de pequeno porte voltados para a face sul junto ao morro que faz o acesso a travessia Couto – Prateleiras, e o maior na face norte, junto aos matacões que recebem a denominação de pedra da Tartaruga e da Maçã (figura 26). Para acessar ao cume do bloco rochoso (2.540m) é necessária mais uma hora, inclusive em certos trechos há a necessidade de escalada.



Figura 26: À esquerda o lago junto às pedras da Tartaruga e da Maçã, e à direita um dos lagos direcionados para a face sul

A parte do vale virada para o sul apresenta-se em forma de “U”, entretanto um de seus lados fica exposto diretamente a ventos e a chegada de nuvens, pois este fica voltado para o vale do Paraíba, portanto não há barreira física, além de apresentar um desnível de gradiente altitudinal em torno de 2.000 metros.

No caso da parte norte, que fica junto ao grande bloco rochoso, esta fica um pouco mais protegida de intempéries, e por apresentar grandes rochas, proporciona a criação de micro-habitats, levando a manutenção como, por exemplo, de espécies ameaçadas de extinção como a *Hindsia glabra*, da família Rubiaceae. Tal espécie é raríssima no Itatiaia, e encontra-se isolada junto a um destes blocos, e o que tenho verificado que é extremamente seletiva em relação ao seu habitat, altitude, concorrentes, solo, etc. Em julho de 2010, em uma excursão a Serra Fina (*plug* alcalino descrito no capítulo 1) foram encontrados alguns poucos indivíduos nos campos de altitude, em mesma faixa altitudinal, junto a blocos rochosos. No Itatiaia, além desta planta ser rara, talvez esta somente ainda exista por estar em local protegido de incêndios.

Este gênero (*Hindsia*) apresenta um peculiar padrão de distribuição, em campos rupestres e campos de altitude, restrito a quatro maciços brasileiros: Serra do Mar, Serra da Mantiqueira, Cadeia do Espinhaço e Chapada Diamantina, mas não chegam à costa (DI MAIO, 1996 apud ALVES; CANDIN; KROPF, 2007, tradução nossa).

O último vale pesquisado foi o do Aiuruoca (fig. 27), que em tupi-guarani significa casa de papagaio falante. Esta área de pesquisa encontra-se no estado de Minas Gerais, e analisando sua visão panorâmica, observa-se um formato arredondado, lembrando a boca de um vulcão.



Figura 27: Visão panorâmica do vale do Aiuruoca. À direita a pedra do Sino do Itatiaia

A vargem do Aiuruoca, sendo larga, plana e brejeira, ocupa as terras altas entre o sistema hidrográfico do Paraíba e do Paraná e que dois rios originam-se aqui: o Aiuruoca que segue para leste o rio Preto que segue para nordeste. (SEGADAS-VIANNA, 1965, tradução nossa).

Para acessar esta área usou-se a mesma trilha que dá acesso ao vale do Altar, entretanto continua-se mais uma hora até chegar à entrada do vale. Junto a Pedra do Sino do Itatiaia (à direita na fig. 27) nasce o rio que dá nome ao vale e a cachoeira que fica no seu final, e também a cidade mineira que fica em torno de 1.000 metros de altitude abaixo.

Uma característica interessante deste vale, é que por ter o rio nascendo no seu início e atravessando-o por inteiro, junto com outros pequenos afluentes, torna o seu interior em certas áreas de difícil acesso, formando brejos, não sendo fácil cruzá-lo, tendo a necessidade de contorná-lo por suas bordas para ter acesso a todo o vale.

Um fato verificado foi a presença frequente de gado (fig. 28), pastando tanto no vale do Aiuruoca e do Altar nas áreas de mais fácil acesso. Tal fato deve estar compactando o solo pelo pisoteio, interferindo no processo de crescimento de espécies e também pode estar diminuindo a biodiversidade local. Como em todo o planalto do Itatiaia há a ocorrência de incêndios, e o mais recente foi o de 2010, onde parte do vale foi atingida junto à Pedra dos Ovos da Galinha (ao final do vale).



Figura 28: Vacas pastando no planalto do Itatiaia no vale do Altar, junto à entrada do Aiuruoca

Apesar do vale ser todo cercado por encostas, a predominância dos afloramentos rochosos está voltado para o lado onde encontra-se a Pedra dos Ovos da Galinha e a do Sino do Itatiaia (figura 29), sendo o resto do vale dominado por campos graminóides e áreas brejeiras por onde corre o rio.



Figura 29: Vista parcial do vale do Aiuruoca – Detalhe para o rio correndo no centro do vale, o afloramento rochoso da pedra do Sino do Itatiaia ao fundo e um chusqueal na encosta ao fundo a direita.

3.2. Resultados e discussão

3.2.1. Os campos de altitude do Itatiaia

Quanto à terminologia “campos de altitude”, apesar de considerar que o mais adequado seria a utilização de “páramo” em vez de “campos de altitude” ou “refúgios vegetacionais – comunidades relíquias” foi adotada a terminologia do Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), ou seja, campos de altitude.

O motivo de não concordarmos nem com o termo “campos de altitude” (pois descreve somente uma fitofisionomia, os “campos” e não menciona as áreas brejeiras, os afloramentos rochosos, as formações florestais, etc., que estão presentes nestes ambientes) e nem com “refúgios vegetacionais – comunidades relíquias” pois a descrição do IBGE (2012) é muito vaga, sem definições específicas e sim generalistas pois descreve que é “toda e qualquer vegetação diferenciada nos aspectos florístico e fisionômico-ecológico da flora dominante na região fitoecológica”, portanto pode ser um topo de montanha no Itatiaia ou a vegetação do Atol das Rochas e de São Pedro e São Paulo. Vemos estas áreas como complexos vegetacionais, e atualmente o termo mais completo que abarca as fitofisionomias conceituadas citadas acima (campos, afloramentos, etc.) e muitas outras, é páramo.

Quanto à nomenclatura “afloramento rochoso”, que neste mesmo manual é descrito como “aquelas áreas que não apresentam *nenhum* tipo de vegetação, somente a rocha” (grifo nosso) e também cita que “quando ocorrer alguma vegetação nas fendas ou em outras situações, deverá ser identificada como Refúgio Ecológico”, não utilizamos esta recomendação em função dos trabalhos descritos até o momento não o fizeram assim. Vemos também que é praticamente impossível encontrar um afloramento rochoso que não tenha pelo menos um líquen incrustado, e sendo um vegetal, esta nomenclatura a nosso ver é inadequada se não levarmos em consideração a flora.

Corroborando com o nosso pensamento, podemos citar como exemplo o mencionado por Benites et al. (2007), que cita que “áreas com afloramentos rochosos suportam considerável diversidade edafo-ambiental, refletindo em mosaicos ambientais, geralmente determinados pela topografia local e aspectos micro-ambientais”.

Quanto ao termo “chusqueal” ou *chusqueetum*, descrito para quando há um bambuzal do gênero *Chusquea*, este foi adotado por ser aceito internacionalmente em artigos relacionados aos páramos andinos.

Em relação a contagem geral dos indivíduos, levando em consideração todos que foram contabilizados e, ainda, aqueles não contabilizados numericamente, que apenas a sua presença foram registradas, encontramos 53 famílias, 94 gêneros e 169 espécies ou morfoespécies.

Levando-se em consideração apenas os indivíduos quantificados foram registrados 11.828, distribuídos em 24 famílias, 42 gêneros e 77 espécies ou morfoespécies.

Também foram relacionadas às plantas herbáceas, pteridofitas, briófitas e líquens, as quais não foram contabilizadas nas parcelas, mas que fazem parte da análise qualitativa do estudo, distribuídos em 36 famílias, 54 gêneros e 92 espécies ou morfoespécies.

A análise geral das formas de vida dos campos de altitude do Itatiaia (fig. 30), descontando as briófitas, líquens, 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 hemiptófitos seguido de nanofanerófitos, que somados representam 79% .

Formas de Vida dos Campos de Altitude

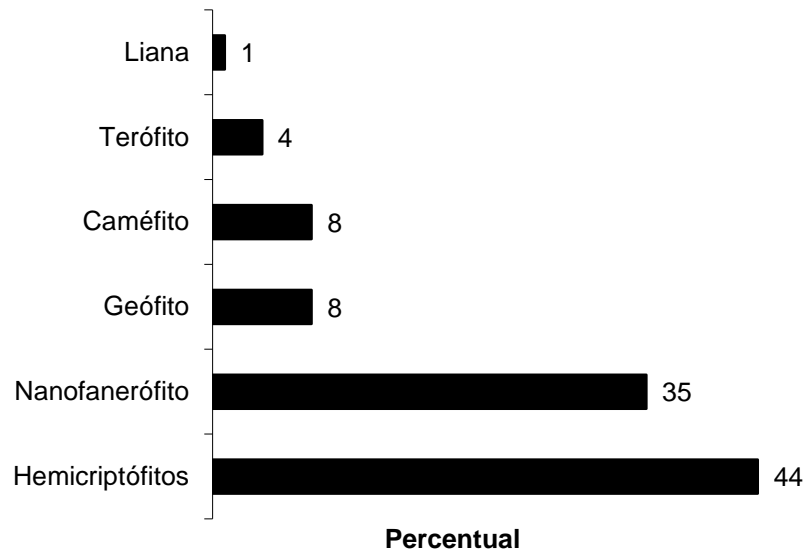


Figura 30: Formas de vida dos campos de altitude do Itatiaia

A análise de cada forma de vida por ambiente, ($n = 169$ espécies ou morfoespécies), registrou que 140 estão presentes nos campos graminóides (fig. 31), ou seja, cerca de 83% do total, sendo 57 espécies hemiptófitos ($\approx 41\%$), 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 hemiptófitos, seguido de nanofanerófitos. Ambos somados representam 78% das formas de vida.

Formas de Vida dos Campos Graminóides

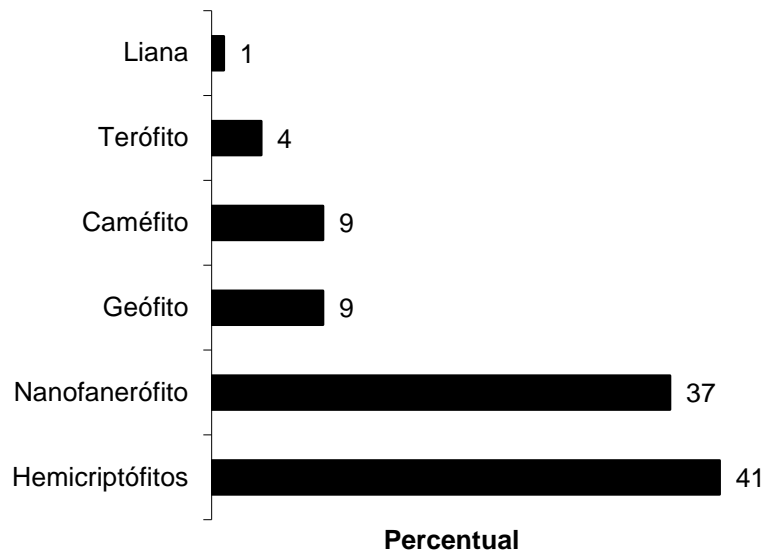


Figura 31: Formas de vida dos campos graminóides do Itatiaia

A análise dos afloramentos rochosos (fig. 32), 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 terrófitos ($\approx 3\%$) e não ocorreram lianas.

Formas de Vida dos Afloramentos Rochosos

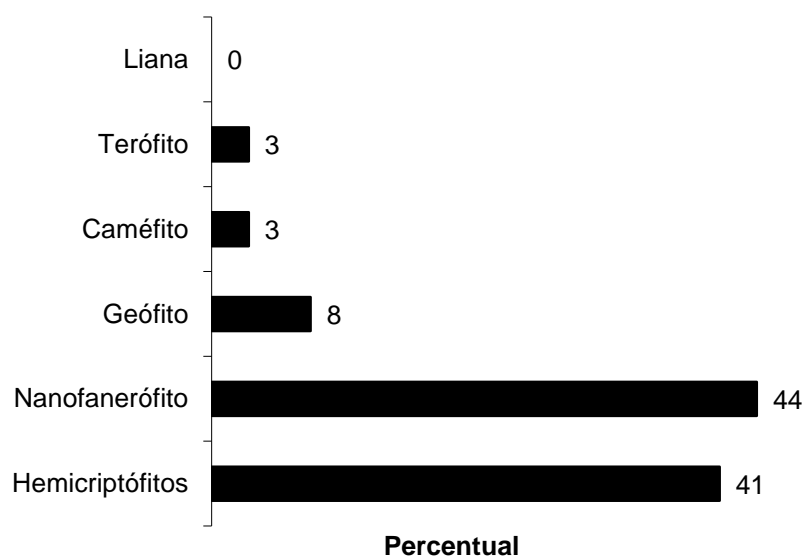


Figura 32: Forma de vida dos afloramentos rochosos do Itatiaia

Nos afloramentos houve uma inversão, ou seja, o predomínio de nanofanerófitos seguidos de hemicriptófitos. Ambos somados representam cerca de 85% das formas de vida.

Quanto às formas de vida das formações florestais (fig. 33), de um total de 169 espécies ou morfoespécies do Itatiaia foram encontradas 26 ($\approx 15\%$), sendo oito foram hemicriptófitos ($\approx 31\%$), 15 nanofanerófitos ($\approx 58\%$), dois geófitos ($\approx 8\%$), não houve caméfitos e terrófitos e uma liana ($\approx 4\%$). Neste ambiente houve o predomínio de nanofanerófitos seguido de hemicriptófitos, ou seja, também houve uma inversão ao resultado apresentado nos campos graminóides, entretanto quando ambas somadas representam cerca de 88% das formas de vida.

Formas de Vida das Formações Florestais

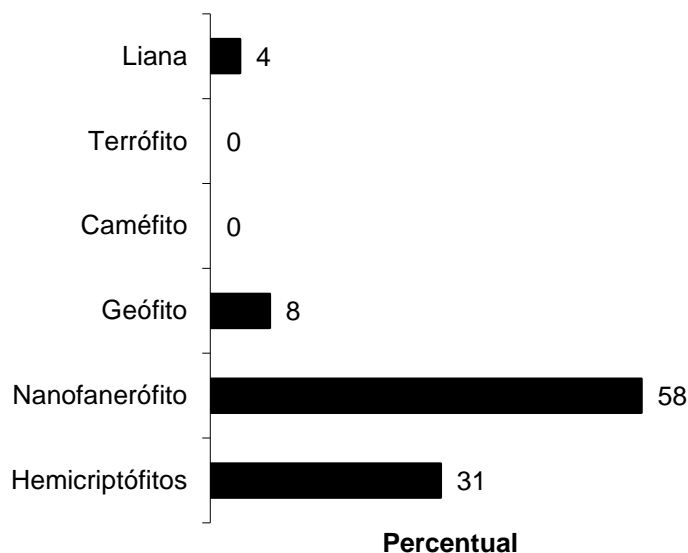


Figura 33: Formas de vida das formações florestais do Itatiaia

Em relação aos chusqueais (fig. 34), 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 terrófitos e lianas. Aqui segue o resultado apresentado para a capoeira, ou seja, o predomínio de nanofanerófitos seguido de hemicriptófitos. A soma de ambos foi cerca de 71% das formas de vida.

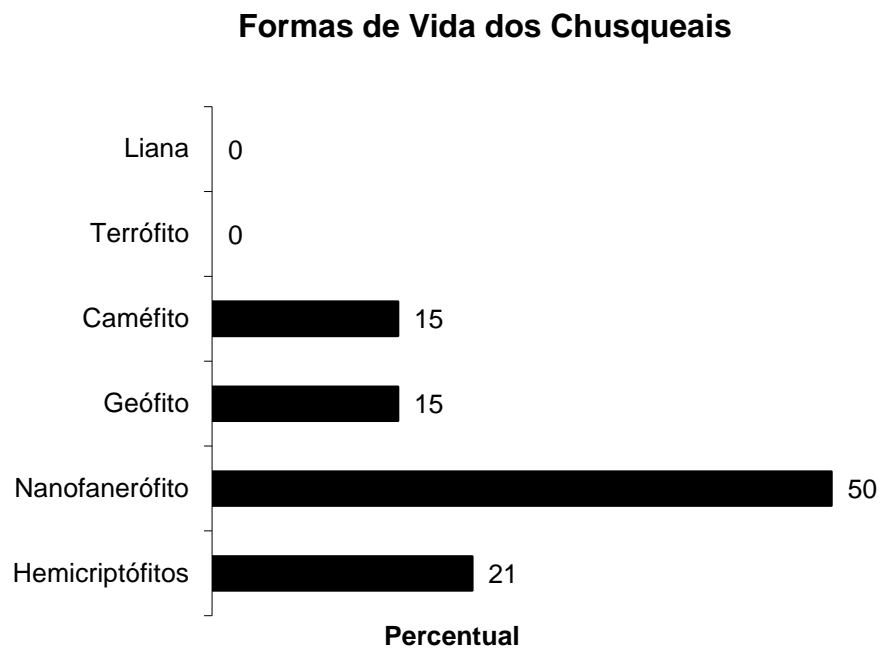


Figura 34: Formas de vida dos chusqueais do Itatiaia

Quanto ao ambiente geral dos campos de altitude (fig. 35), levando em consideração um 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 estiveram presentes nos campos graminóides, sugerindo que estas formas de vida estão adaptadas a um ambiente de forte insolação e alta evapotranspiração (BRADE, 1956).

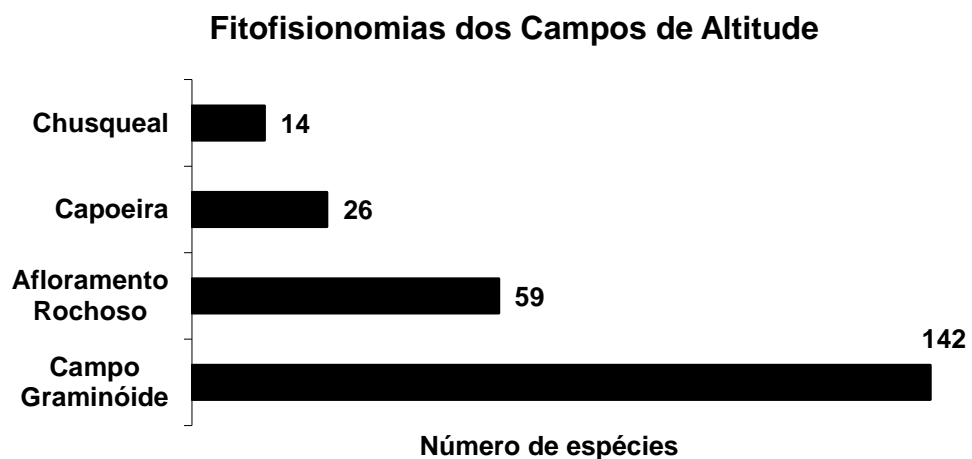


Figura 35: Riqueza de espécies em quatro fitofisionomias existentes em 112 parcelas dos campos de altitude do Itatiaia – Dados obtidos em 2011 e 2012.

Quanto às espécies que foram encontradas em apenas uma fitofisionomia (fig. 36), 93 foram encontradas somente em 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 pauciflosculosa*, *Baccharis platypoda*, *Baccharis* sp. 1, *Baccharis* sp. 2, *Grazielia intermedia*, *Asteraceae* sp. 1, indeterminada sp. 1, indeterminada sp. 2, indeterminada sp. 3, indeterminada sp. 4, indeterminada sp. 5, *Cranichis candida*, *Habenaria parviflora*, *Habenaria rolfeana*, *Pelexia itatiayae*, *Actinocephalus polyanthus*, *Paepalanthus itatiaensis*, *Paepalanthus* sp. , *Xyris* sp. *Fusca*, *Andropogon lateralis*, *Danthonia Montana*, *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*, *Polygala campestris*, *Polygala paniculata*, *Fragaria vesca*, *Coccocypselum condalia*, *Coccocypselum lymansmithii*, *Galium* sp. *Humile*, *Erythraea centaurium*, *Oxypetalum glaziovii*, *Plantago guillemianiana*, *Plantago* sp. , *Rhabdocaulon coccineum*, *Lobelia camporum*, *Bidens segetum*, *Chaptalia graminifolia*, *Chevreulia acuminata*, *Gamochaeta filaginea*, *Gamochaeta simplicicaulis*, *Gnaphalium purpureum*, *Hypochoeris brasiliensis*, *Perezia* cf. *squarrosa* subsp. *Cubaetensis*, *Senecio icoglossus*, *Senecio juergensii*, *Leptostelma maximum*, *Asteraceae* sp. 2, *Asteraceae* sp. 3, *Valeriana glaziovii*, *Lycopodium* sp. 1, *Lycopodium* sp. 2, *Campyloneurum angustifolium*, *Pteridaceae* sp. 1, *Pteridaceae* sp. 2, *Pteridaceae* sp. 5, *Pteridaceae* sp. 6, *Pteridaceae* sp. 7, *Pteridaceae* sp. 8, *Pteridaceae* sp. 9, *Polytrichum juniperinum*, *Sphagnum* sp. *pseudoramulinum*, *Cladonia imperialis*, *Dictyonema glabratum* e *Liquen* sp. , ou seja a maioria estão somente neste ambiente.



Figura 36: Espécies encontradas em somente uma fitofisionomia no Itatiaia

Nos afloramentos rochosos oito espécies pertencem somente a estes ambientes, a saber: *Chionolaena capitata*, *Barbacenia gounelleana*, *Leiothrix argyroderma*, *Leiothrix* sp. , *Schlumbergera microsphaerica*, *Sinningia gigantifolia*, *Utricularia reniformis* e *Utricularia tridentata*, já na capoeira 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 sinúrias, a saber: *Alstroemeria foliosa*, *Chusquea microphylla*, *Chusquea heterophylla*, *Chusquea pinifolia*, *Berberis glazioviana*, *Berberis laurina*, *Berberis* sp. , *Roupala montana* var. *impressiuscula*, *Fuchsia campos-portoi*, *Fuchsia regia*, *Myrceugenia alpigena*, *Tibouchina hospita*, *Behuria parvifolia*, *Leandra eichleri*, *Leandra sulfurea*, *Chaetostoma glaziovii*, *Oxalis confertissima*, *Maytenus* sp. 2, *Myrsine gardneriana*, *Agarista hispidula*, *Gaultheria serrata*, *Gaylussacia amoena*, *Gaylussacia fasciculata*, *Verbena hirta*, *Cunila galioides*, *Hesperozygis myrtoides*, *Lepechinia speciosa*, *Buddleja speciosissima*, *Esterhazia splendida*, *Solanaceae* sp. 1, *Escallonia organensis*, *Escallonia laevis*, *Griselinia ruscifolia*, *Siphocampylus westinianus*, *Achyrocline satureioides*, *Baccharis erigeroides*, *Baccharis stylosa*, *Baccharis tarchonanthoides*, *Dendrophorbium* cf. *limosum*, *Dendrophorbium* sp. 1, *Dendrophorbium* sp. 2, *Grazilelia serrata*, *Stevia camporum*, *Symphypappus compressus*, *Verbesina glabrata*, *Blechnum schomburgkii*, *Alophia sellowiana*, *Sisyrinchium alatum*, *Sisyrinchium vaginatum*, *Iridaceae* sp. 1, *Iridaceae* sp. 2, *Hippeastrum morelianum* x *H. glaucensis* (híbrido), *Dioscorea* sp. *perdicum*, *Fernseea*

itaitiaiae, *Machaerina ensifolia*, *Cortaderia modesta*, *Poaceae* sp. 1, *Eryngium glaziovianum*, *Eryngium paniculatum*, *Eryngium* sp. , *Senecio oleosus*, *Polypodium pelopeltidis*, *Doryopteris itaitaiensis* e *Pteridaceae* sp. 3. Somente duas espécies foram encontradas nas quatro fitofisionomias, a *Alstroemeria isabelleana* e *Baccharis uncinella*.

Analisando as famílias com maior riqueza (número de espécies) no Itaitiaia (figura 37), foi constatado que a Asteraceae foi a que apresentou o maior número de espécies, 37 ($\approx 23\%$), seguido da Poaceae com 15 ($\approx 9\%$), Melastomataceae com nove ($\approx 6\%$), Ericaceae com seis ($\approx 4\%$) e Lamiaceae, Iridaceae e Eriocaulaceae, com cinco espécies cada ($\approx 3\%$).

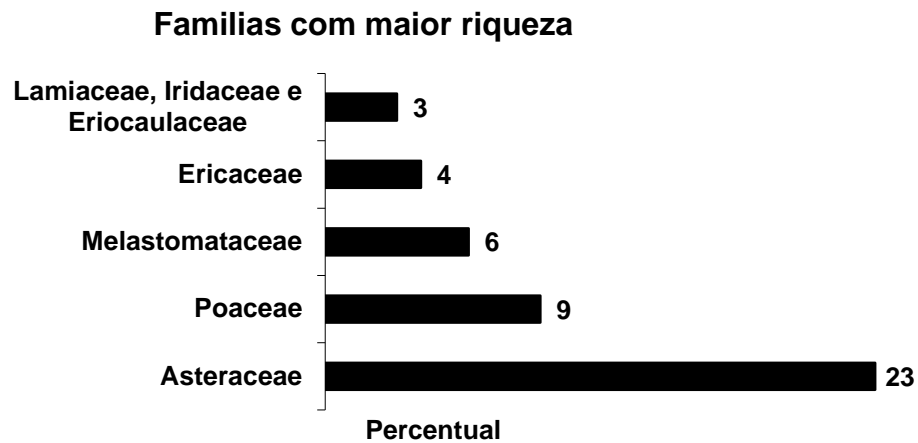


Figura 37: Famílias com maior riqueza nos campos de altitude do Itaitiaia.

Em relação às famílias mais abundantes do Itaitiaia (fig. 38), mais uma vez houve destaque para a 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% de tudo que foi mensurado.

Ao contrário do quadro acima, as famílias menos abundantes (fig. 39) foram a 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 compuseram 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

este estudo foi a *Buddleja speciosissima* corroborando o mencionado por Aximoff & Ribeiro (2012) (fig. 40).

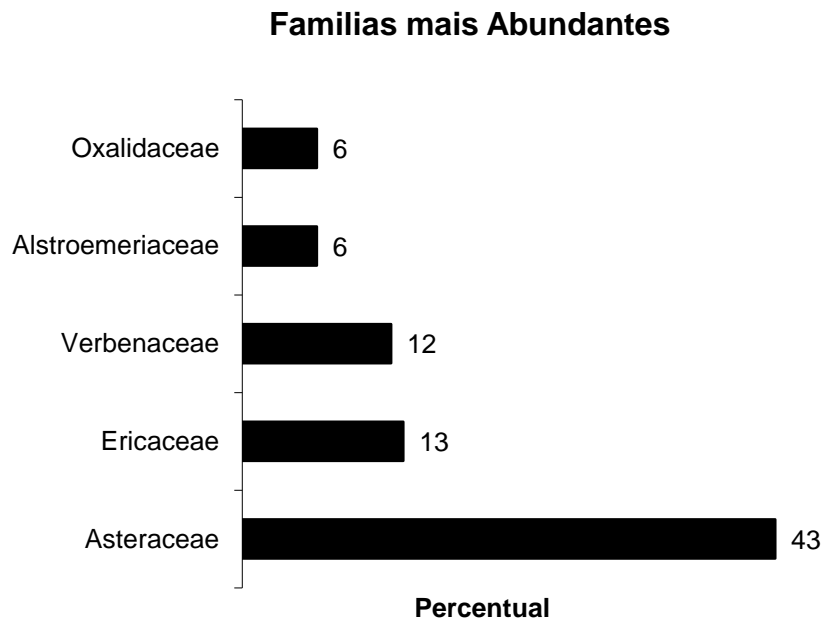


Figura 38: Famílias mais abundantes nos campos de altitude do Itatiaia

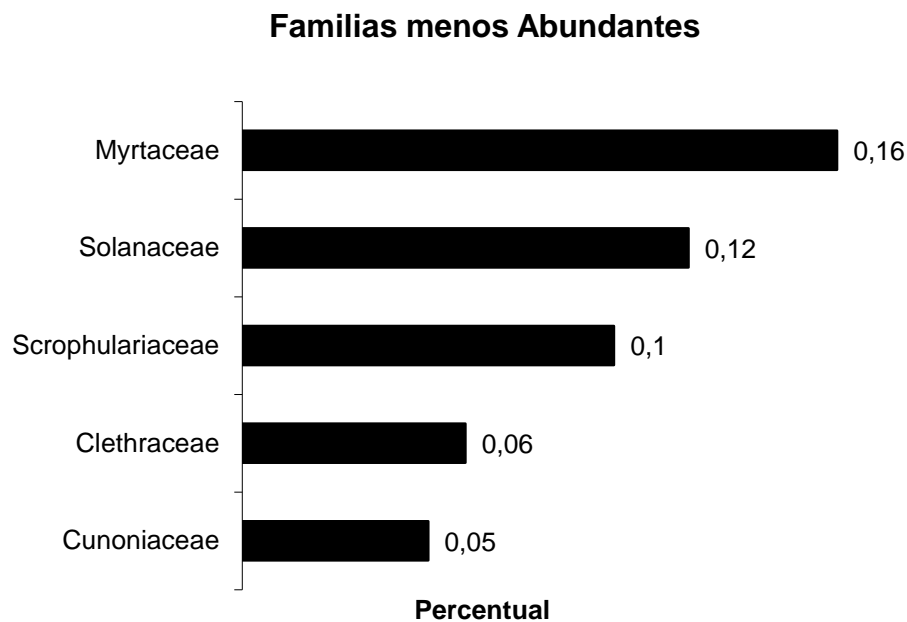


Figura 39: Famílias menos abundantes nos campos de altitude do Itatiaia

Asteraceae está presente no Itatiaia em grande quantidade (SCHUMM, 2006) (como verificado nas figs. 38 e 40) devido à própria diversidade da família (maior

família do planeta), de ambientes instáveis e como diversas espécies pioneiras, e.g. as Melastomataceae, também muito bem representada nos campos de altitude.

Famílias com maior número de Gêneros

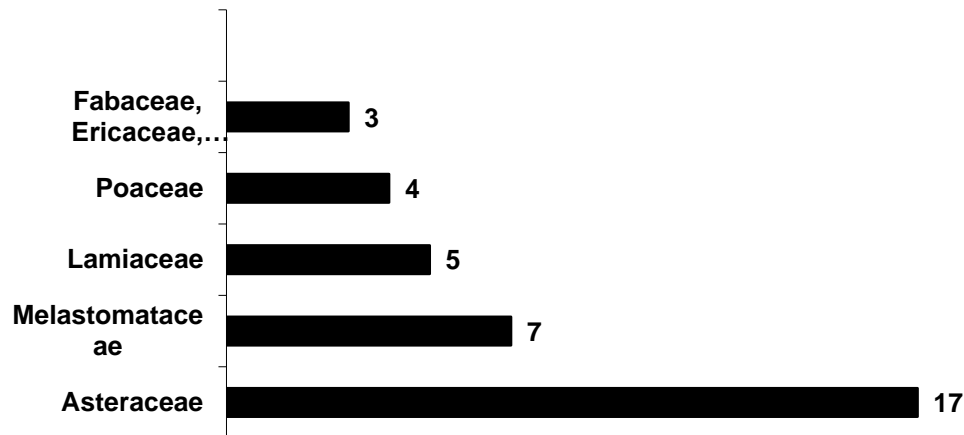


Figura 40: Famílias com o maior número de gêneros nos campos de altitude do Itatiaia

Em relação às famílias com maior número de gêneros (fig. 40), também destaca-se 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 ($\approx 3\%$).

Entretanto, cabe destacar que a família Poaceae figura dentre as mais ricas em número de gêneros (“quarto lugar”), pois no levantamento florístico alguns indivíduos permaneceram como morfoespécies em razão da dificuldade de identificação, sendo portanto desconsideradas nesta análise. Portanto, se todas fossem identificadas à nível de gênero ocupariam a segunda colocação, e caso isto estivesse acontecido, continuaria a ser mantido o padrão: Asteraceae, Poaceae e Melastomataceae nos três primeiros lugares respectivamente, e as famílias Lamiaceae e Ericaceae alternando nas quarta e quinta posições.

Em relação às espécies mais abundantes (fig. 41), 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 satureioides* 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 representam 7.412, ou seja, cerca de 63% de tudo que foi mensurado.

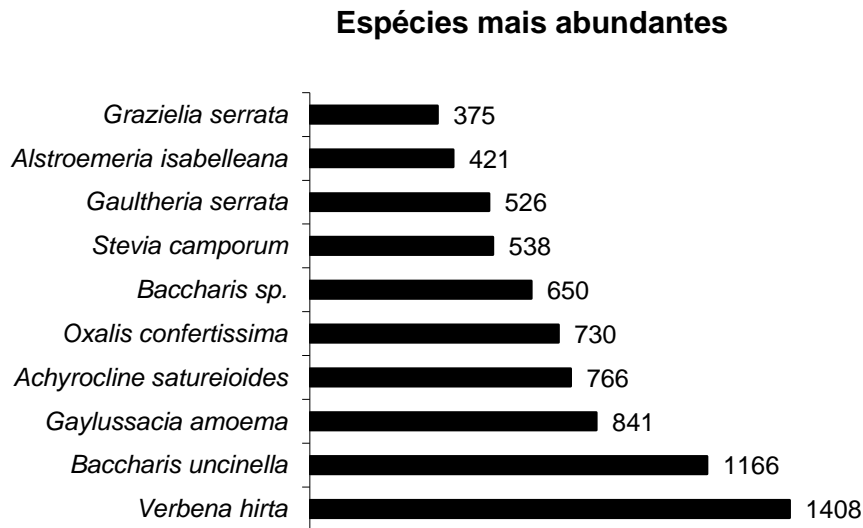


Figura 41: Espécies mais abundantes nos campos de altitude do Itatiaia

Em contrapartida a este resultado, as dez espécies menos abundantes representam somente 46 indivíduos (0,39%) do total amostrado ($n= 11.828$ indivíduos). A saber: *Fuchsia regia* com um indivíduo (0,008%), Indeterminada sp. 2 com dois (0,016%), Indeterminada sp. 1, *Huberia nettoana* e *Baccharis megapotamica* com quatro cada (0,033%), *Berberis sp.*, *Lupinus gilbertianus*, *Baccharis platypoda* e *Weinmannia humilis* com seis cada (0,05%) e Indeterminada sp. 5 com sete (0,06%).

Foi verificada a predominância em todas as áreas estudadas de algumas espécies como: *Cortaderia modesta*, *Chusquea sp.*, e *Machaerina ensifolia*. Estas não foram contabilizadas individualmente (vide metodologia).

Também, em relação às três espécies de *Chusquea* identificadas (fig. 42) foi verificado apenas a sua presença ou ausência dentro das parcelas, sendo que a *Chusquea pinifolia* esteve presente em 36 ($\approx 32\%$) de um total de 112, a *Chusquea microphylla* em 35 ($\approx 31\%$) e a *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 lo-

cais onde houve baixa concentração de *Cortaderia* spp. e outras Poaceas ocorreu a presença de um maior número de famílias, gêneros e espécies.

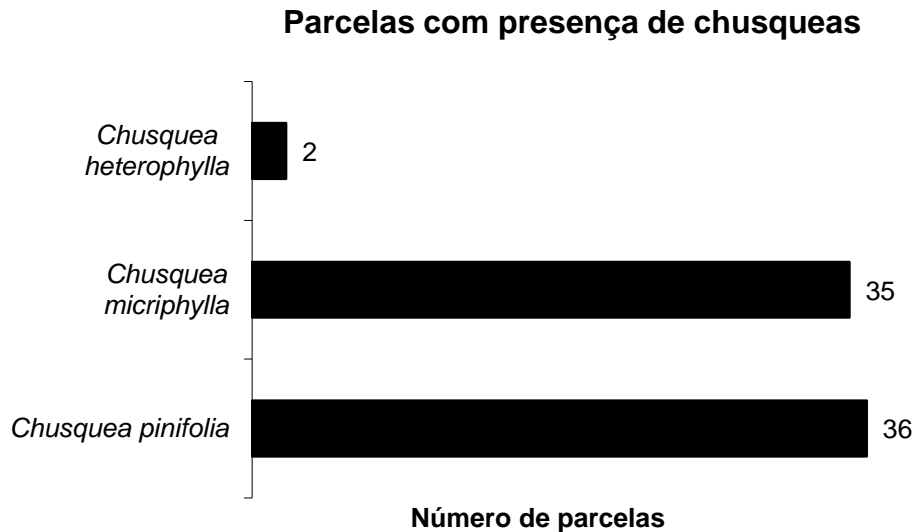


Figura 42: Parcelas com presença de Chusqueas nos campos de altitude do Itatiaia

Em relação às quatro espécies predominantes no planalto do Itatiaia (*Cortaderia modesta*, *Machaerina ensifolia*, *Chusquea heterophylla* e *Eryngium* sp.), o fogo periodicamente ateado (no caso do Itatiaia os incêndios criminosos), em geral, favorece gramíneas e subarbustos em detrimento das árvores (RIZZINI, 1997).

O fogo é um fator de distúrbio frequente nos campos de altitude, e no Itatiaia o intervalo entre os incêndios foi de 15 anos, no último século (PNI, 1988 apud RIBEIRO; MEDINA, 2002). Muitas plantas se regeneraram e até floresceram, principalmente gramíneas, ciperáceas e asteráceas após o incêndio deste mesmo ano no PNI. *Cortaderia modesta* e *Machaerina ensifolia* têm floração induzida pelo fogo (BRADE, 1956), e estas rebrotaram e floresceram logo após o incêndio. Já *Chusquea pinifolia* rebrotou, mas não floresceu imediatamente após o incêndio de agosto de 2007 no PNI.

Às vezes *Cortaderia* está associada, especialmente nas orlas da formação, com a Cyperaceae *Machaerina*, que apresenta crescimento semelhante (BRADE, 1956).

Em relação à espécie *Eryngium* sp. , por ter forma de roseta e o meristema apical protegido entre densas folhas basais este resiste bem ao fogo. Tais relatos cor-

roboram o registro sobre as quatro espécies citadas, que predominam no planalto do Itatiaia.

Quando realizadas as análises MRPP e ANOSIM (que são testes de hipótese de semelhança) quando utilizados para as localidades (áreas) (tab. 2), considerando tanto a dissimilaridade Bray-Curtis quanto a Euclidiana Relativa, as áreas apresentaram-se distintas floristicamente.

Tabela 2: Resultados gerais das análises de testes de semelhança entre áreas (localidades) estudadas nos campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG – Análise corresponde à respectiva análise empregada, o “T” é o teste estatístico de separação dos Procedimentos de permutação multi-resposta (MRPP), o “A” indica a homogeneidade dos grupos do MRPP, o “R” é o teste estatístico de diferença entre as áreas comparadas da Análise de similaridade (ANOSIM) e o *p* é o valor da probabilidade para o erro tipo 1 das respectivas análises. Legenda: ns = $p > 0,05$; * = $0,05 > p > 0,01$; ** = $0,01 > p > 0,001$; *** = $0,001 > p$. As linhas foram sombreadas para facilitar a leitura.

Análise	Dissimilaridade	Parâmetro de avaliação da análise global				Significância
		T	A	R	p	
MRPP	Bray-Curtis	-20,099898	0,06510273	-----	0,00000	***
ANOSIM	Bray-Curtis	-----	-----	0,2830	<0,00001	***
MRPP	Euclidiana relativa	-15,897692	0,05828759	-----	0,00000	***
ANOSIM	Euclidiana relativa	-----	-----	0,2384	<0,00001	***

Quanto à homogeneidade das parcelas dentro dos grupos (valor A), as parcelas não apresentaram-se totalmente distintas, nem tampouco homogêneas (valor próximo a zero). Entretanto, quando analisado o valor “R” verificou-se que os grupos diferem na composição da comunidade ($R > 0$). Já em relação ao valor “p” foi de zero para MRPP e próximo a este valor para ANOSIM, sendo um ótimo resultado para o estudo, pois minimiza ao máximo a probabilidade de erro da análise.

Na comparação pareada dos grupos no MRPP com dissimilaridade Bray-Curtis (tab. 3) para as localidades (áreas), todas as áreas apresentaram-se distintas floristicamente, ou seja, não houve similaridade entre elas (valor de $p > 0,05$).

O mesmo resultado repetiu-se quando analisado o MRPP com dissimilaridade de Euclidiana Relativa (tab. 4), ou seja, continua não havendo similaridade entre as localidades.

Quando analisado o ANOSIM com dissimilaridade Bray-Curtis (tab. 5), de uma maneira geral, todos os grupos diferem-se na composição das comunidades,

principalmente quando comparados os grupos 1 e 4, 2 e 4, e 3 e 4, ou seja, todas as áreas são distintas do Campo Belo.

Tabela 3: Resultados dos Procedimentos de permutação multi-resposta (MRPP) de testes pareados usando a dissimilaridade Bray-Curtis para as localidades (áreas) nos campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG – As áreas comparadas correspondem as respectivas comparações par a par, o “T” é o teste estatístico de separação, o “A” indica a homogeneidade dos grupos e o “p” é o valor da probabilidade para erro tipo 1. Legenda: 1 = Altar; 2 = Prateleiras; 3 = Aiuruoca; 4 = Campo Belo; ns = $p > 0,05$; * = $0,05 > p > 0,01$; ** = $0,01 > p > 0,001$; *** = $0,001 > p$. As linhas foram sombreadas para facilitar a leitura.

Áreas comparadas			T	A	p	Significância
1	contra	2	-6,31166177	0,03345019	0,00007725	***
1	contra	3	-4,92272481	0,02538912	0,00118721	**
1	contra	4	-14,70174608	0,05473189	0,00000000	***
2	contra	3	-8,49245594	0,03763788	0,00000171	***
2	contra	4	-18,95322413	0,06648643	0,00000000	***
3	contra	4	-10,37892824	0,03562813	0,00000006	***

Tabela 4: Resultados dos Procedimentos de permutação multi-resposta (MRPP) de testes pareados usando a dissimilaridade Euclidiana Relativa para as localidades (áreas) nos campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG – As áreas comparadas correspondem as respectivas comparações par a par, o “T” é o teste estatístico de separação, o “A” indica a homogeneidade dos grupos e o “p” é o valor da probabilidade para erro tipo 1. Legenda: 1 = Altar; 2 = Prateleiras; 3 = Aiuruoca; 4 = Campo Belo; ns = $p > 0,05$; * = $0,05 > p > 0,01$; ** = $0,01 > p > 0,001$; *** = $0,001 > p$. As linhas foram sombreadas para facilitar a leitura.

Áreas comparadas			T	A	p	Significância
1	contra	2	-6.72364488	0.04024653	0.00008472	***
1	contra	3	-3.35575768	0.02114742	0.01145414	**
1	contra	4	-11.84320043	0.04822711	0.00000002	***
2	contra	3	-6.02421403	0.03101950	0.00017051	***
2	contra	4	-16.59788948	0.06144288	0.00000000	***
3	contra	4	-6.69007428	0.02577903	0.00004836	***

O mesmo resultado repetiu-se quando analisado o ANOSIM com dissimilaridade Euclidiana Relativa (tab. 6), ou seja, as localidades do Altar (um), Prateleiras (dois) e Aiuruoca (três), são distintas floristicamente do Campo Belo (quatro).

Entretanto, quando observadas às comunidades, considerando os principais ambientes de ocorrência (afloramento rochoso ou campo graminóide), existe a evidente distinção das assembleias vegetais (fig. 43) A NMS veio a corroborar com a hipótese levantada, de que há uma distinção florística entre os dois ambientes.

Tabela 5: Resultados das análises de similaridade (ANOSIM) de testes pareados com 15.999 permutações usando a dissimilaridade Bray-Curtis para as localidades (áreas) nos campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG – As áreas comparadas correspondem as respectivas comparações par a par, o “R” é o teste estatístico de diferença entre as áreas comparadas e o “p” é o valor da probabilidade para erro tipo 1. Legenda: 1 = Altar; 2 = Prateleiras; 3 = Aiuruoca; 4 = Campo Belo; ns = $p > 0,05$; * = $0,05 > p > 0,01$; ** = $0,01 > p > 0,001$; * = $0,001 > p$. As linhas foram sombreadas para facilitar a leitura.**

Áreas comparadas			R	p	Significância
1	contra	2	0,1589	0,00046	***
1	contra	3	0,1174	0,00588	***
1	contra	4	0,3692	0,00000	***
2	contra	3	0,1780	0,00022	***
2	contra	4	0,4777	0,00000	***
3	contra	4	0,3036	0,00000	***

Tabela 6: Resultados das análises de similaridade (ANOSIM) de testes pareados com 15.999 permutações usando a dissimilaridade Euclidiana Relativa para as localidades (áreas) nos campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG – As áreas comparadas correspondem as respectivas comparações par a par, o “R” é o teste estatístico de diferença entre as áreas comparadas e o “p” é o valor da probabilidade para erro tipo 1. Legenda: 1 = Altar; 2 = Prateleiras; 3 = Aiuruoca; 4 = Campo Belo; ns = $p > 0,05$; * = $0,05 > p > 0,01$; ** = $0,01 > p > 0,001$; * = $0,001 > p$. As linhas foram sombreadas para facilitar a leitura.**

Áreas comparadas			R	p	Significância
1	contra	2	0,1594	0,00043	***
1	contra	3	0,1184	0,00538	**
1	contra	4	0,2684	< 0,00001	***
2	contra	3	0,1450	0,00099	***
2	contra	4	0,4511	0,00000	***
3	contra	4	0,2149	< 0,00002	***

Quanto à análise MRPP e ANOSIM quando utilizados para as fitofisionomias (tab. 7), numa análise geral, considerando tanto a dissimilaridade Bray-Curtis quanto a Euclidiana Relativa, as áreas também apresentaram-se distintas floristicamente, o que foi corroborado pela NMS (fig. 43).

Quanto à homogeneidade das parcelas dentro dos grupos (valor A), as parcelas também não apresentaram-se totalmente diferentes, nem tampouco homogêneas (valor próximo a zero). Entretanto, quando analisado o valor “R” verificou-se que os grupos também diferem na composição da comunidade ($R > 0$). Já em relação ao valor “p” foi de zero para MRPP e próximo a este valor para ANOSIM. O valor

próximo a zero minimizou ao máximo a probabilidade de erro da análise. Os resultados corroboram o verificado em campo, de que apesar de serem encontradas várias espécies em comum nas duas fitofisionomias, mesmo assim estas têm uma certa distinção, ou seja, o substrato faz a diferença.

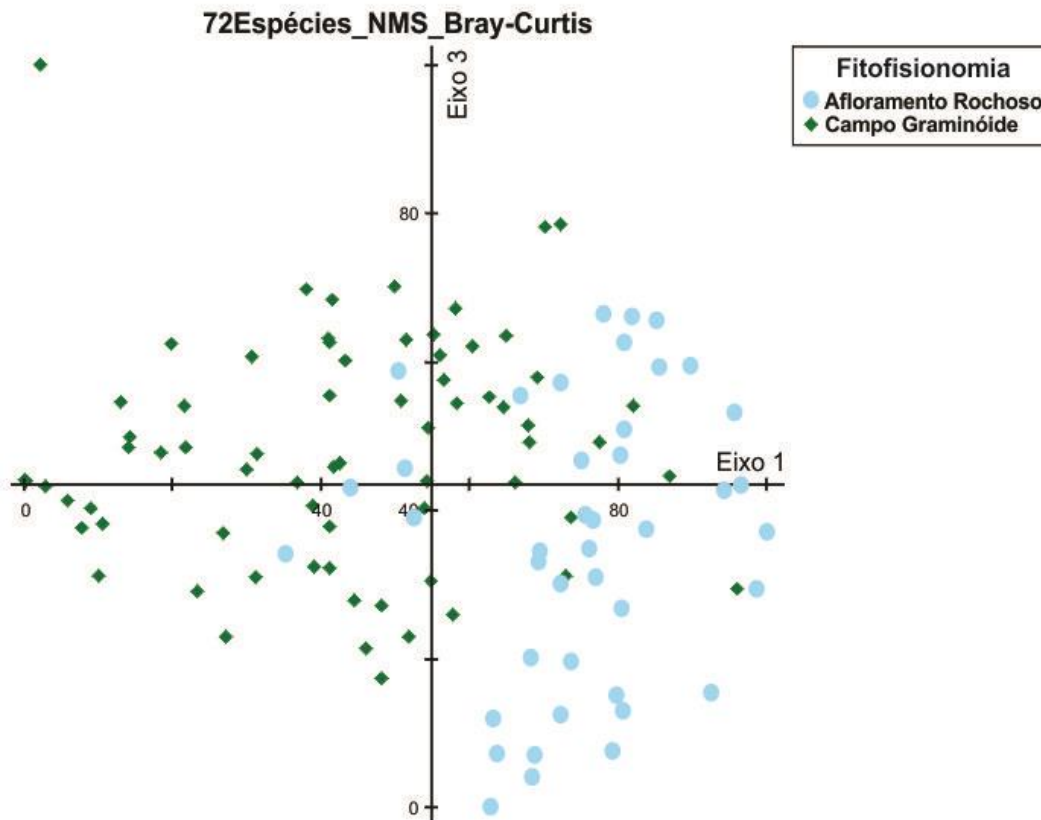


Figura 43: Análise NMS 2D dos principais ambientes (afloramento rochoso e campo graminóide) inseridos nos campos de altitude do Maciço do Itatiaia

Tabela 7: Resultados gerais das análises de testes de semelhança entre fitofisionomias estudadas nos campos de altitude do Itatiaia, RJ / MG – Análise corresponde à respectiva análise empregada, o “T” é o teste estatístico de separação dos Procedimentos de permutação multi-resposta (MRPP), o “A” indica a homogeneidade dos grupos do MRPP, o “R” é o teste estatístico de diferença entre as áreas comparadas da Análise de similaridade (ANOSIM) e o p é o valor da probabilidade para o erro tipo 1 das respectivas análises. Legenda: ns = $p > 0,05$; * = $0,05 > p > 0,01$; ** = $0,01 > p > 0,001$; *** = $0,001 > p$. As linhas foram sombreadas para facilitar a leitura.

Análise	Dissimilaridade	Parâmetro de avaliação da análise global				Significância
		T	A	R	p	
MRPP	Bray-Curtis	-21,795186	0,04153511	-----	0,00000	***
ANOSIM	Bray-Curtis	-----	-----	0,3594	<0,00001	***
MRPP	Euclidiana relativa	-18,139846	0,03806645	-----	0,00000	***
ANOSIM	Euclidiana relativa	-----	-----	0,1732	0,00008	***

Considerando a presença/ausência das fitofisionomias e localidades, a análise de agrupamento aponta a divisão entre as fitofisionomias, havendo três grandes agrupamentos com predominância de afloramentos rochosos, dois de campo graminóide e um sem predominância de uma fitofisionomia específica (fig. 44). Para chegar a este resultado foi levado em consideração que cada bloco teve predominância de 50% ou mais de uma fitofisionomia. Este resultado veio a corroborar com o apresentado na figura NMS (43).

Em relação às localidades, os resultados foram: três agrupamentos no Campo Belo, dois nas Prateleiras e um no Altar. Fazendo a análise conjunta das localidades com as sinúsias foram observados: um agrupamento com predomínio de parcelas do Campo Belo e de parcelas em afloramento rochoso. Um segundo agrupamento foi formado predominantemente por parcelas das Prateleiras e em afloramento rochoso. Um terceiro foi formado predominantemente por parcelas do Altar e sem predominância de sinúsia (50% afloramento rochoso e 50% campo graminóide). Um quarto agrupamento foi formado predominantemente por parcelas das Prateleiras e em afloramento rochoso. No quinto e sexto agrupamentos ocorreram o predomínio de parcelas do Campo Belo e situadas nos campos graminóides.

Considerando a análise de agrupamento quantitativa das fitofisionomias e localidades, esta também apontou para uma divisão entre as fitofisionomias, havendo três com predominância com afloramento rochoso, três de campo graminóide e uma sem predominância (50% para cada uma) (fig. 45).

Em relação às localidades, os resultados foram: três agrupamentos no Campo Belo, dois nas Prateleiras e um no Aiuruoca e um no Altar. Fazendo a análise conjunta das localidades com as sinúsias foram observados: dois agrupamento com predomínio de parcelas do Campo Belo e de parcelas em campo graminóide. Um terceiro agrupamento foi formado predominantemente por parcelas das Aiuruoca e em campo graminóide. Um quarto foi formado predominantemente por parcelas do Altar e sem predominância de sinúsia (50% afloramento rochoso e 50% campo graminóide). Um quinto agrupamento foi formado predominantemente por parcelas das Prateleiras e em afloramento rochoso. Um quinto agrupamento foi formado predominantemente por parcelas do Altar e sem predominância de sinúsia (50%

afloramento rochoso e 50% campo graminóide). Um sexto agrupamento foi formado predominantemente por parcelas do Campo Belo e em afloramento rochoso. No sétimo agrupamento ocorreu o predomínio de parcelas das Prateleiras e em afloramento rochoso.

Fazendo uma análise no contexto geral, tanto quantitativo como de presença / ausência, os resultados das fitofisionomias ficaram bem divididos entre os afloramentos rochosos e os campos graminóides em ambas as análises, ou seja, não há o predomínio de nem uma nem outra, apesar da maioria das espécies serem encontradas nos campos graminóides (figs. 35 e 36) quando foram relacionadas todas as espécies amostradas e não contabilizadas. Em relação às localidades em ambas as análises, as mais representativas foram o Campo Belo com três, seguido pelas Prateleiras com duas.

Considerando as espécies indicadoras (AEI) por localidades, o Campo Belo registrou a maior quantidade de espécies ($p < 0,05$) com nove: *Gaylussacia amoema*, *Bertolonia mosenii*, *Roupala impressiuscula*, *Lepechinia speciosa*, *Symphypappus compressus*, *Fuchsia campos-portoi*, *Buddleja speciosissima*, *Huberia nettoana* e *Martynus sp. 2*.

Foram destacadas cinco espécies indicadoras para a Pedra do Altar: *Escallonia organensis*, *Grazielia intermedia*, *Oxalis confertissima*, *Esterhazia splendida*, *Dendrophorbium cf. limosum*; quatro para as Prateleiras: *Baccharis sp. 1*, *Baccharis pauciflosculosa*, *Baccharis Stylosa* e *Gaylussacia sp. 2* e três para o Aiuruoca: *Alstroemeria isabelleana*, *Siphocampylus westinianus* e *Verbesina glabrata*.

Quanto às sinúsias, na análise de espécies indicadoras (AEI) foi observado que a sinúsia com a maior quantidade de espécies indicadoras ($p < 0,05$) foi o afloramento rochoso (17 espécies): *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*.

Para os campos graminóides, cinco espécies podem ser destacadas como indicadoras: *Baccharis uncinella*, *Verbena hirta*, *Alstroemeria isabelleana*, *Cunila galioides*, *Fuchsia campos-portoi*.

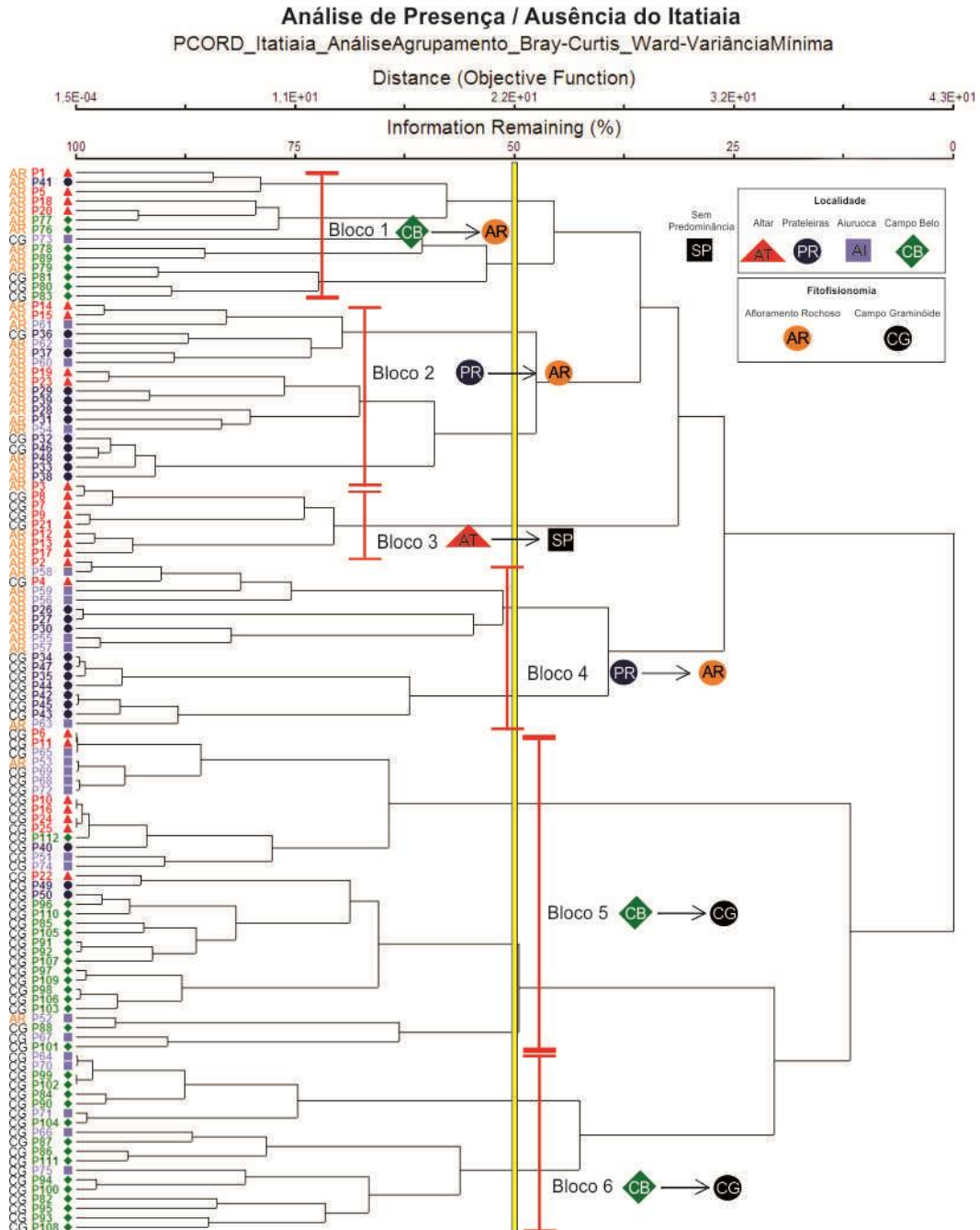


Figura 44: Análise multivariada por agrupamento de presença / ausência das sinúsias e localidades estudadas dos campos de altitude do Maciço do Itatiaia – Primeira coluna da esquerda: dados de sinúsia; segunda coluna da esquerda (central): dados das parcelas; terceira coluna da esquerda: dados de localidade. Coluna amarela central: quebra com 50%.

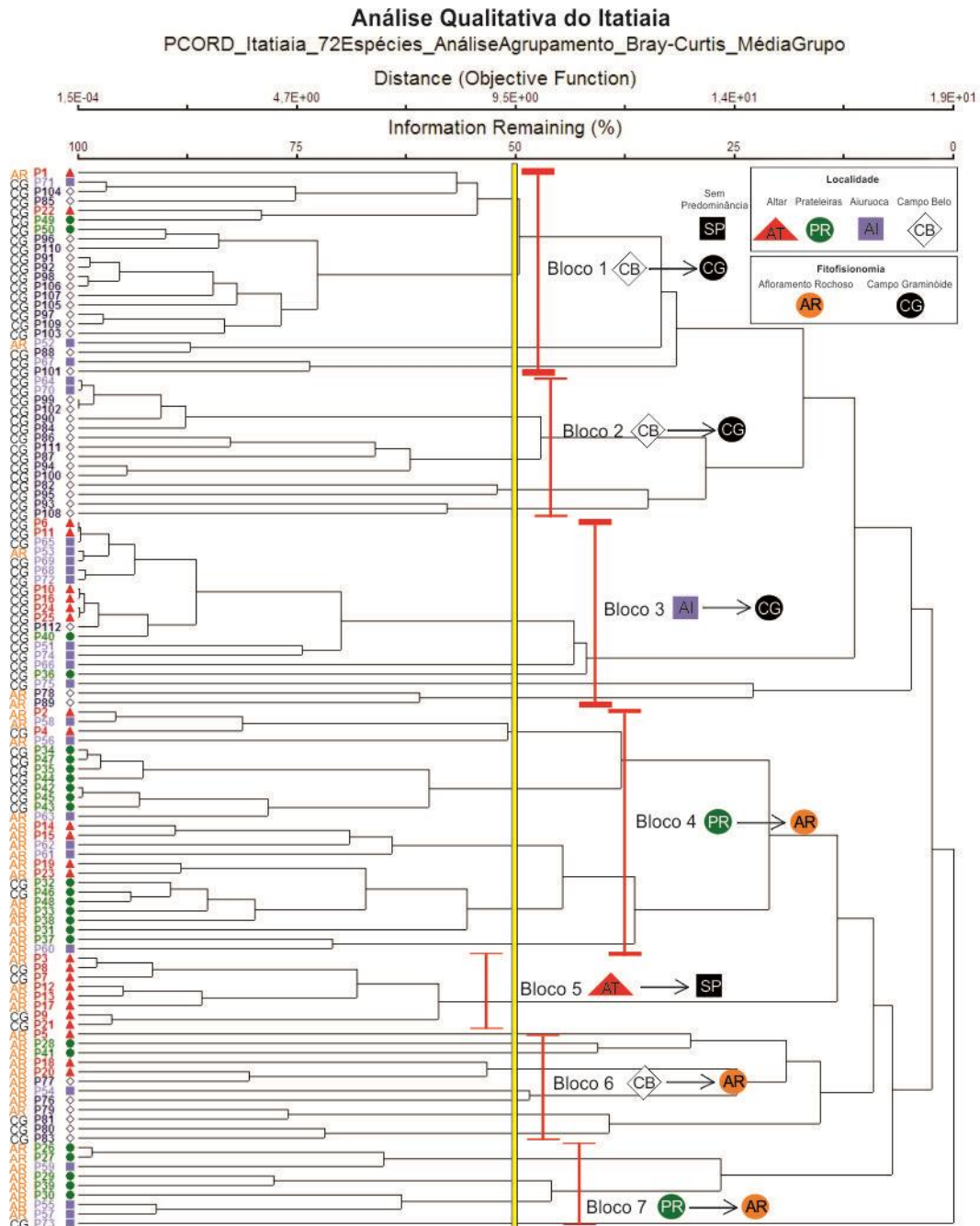


Figura 45: Análise multivariada por agrupamento quantitativa das sinúcias e localidades estudadas dos campos de altitude do Maciço do Itatiaia – Primeira coluna da esquerda: dados das sinúcias; segunda coluna da esquerda (central): dados das parcelas; terceira coluna da esquerda: dados das localidades. Coluna amarela central: quebra com 50%.

Em relação a confiabilidade da amostragem, foi verificado através da curva de rarefação (fig. 46) que a quantidade de unidades amostrais propostas para a área de estudo foi adequada.

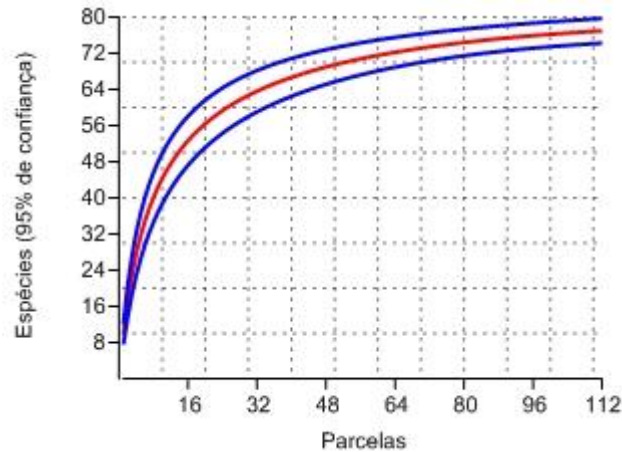


Figura 46: Curva de rarefação da área de estudo dos campos de altitude do Maciço do Itatiaia, RJ / MG

3.2.2. Comparação deste estudo com outros

Em termos comparativos, Ribeiro e Medina (2002) observando exclusivamente os afloramentos rochosos da base das Prateleiras (PNI), encontraram 74 espécies de plantas vasculares, pertencentes a 37 famílias (seis de pteridophytas). Dentre as famílias que predominaram naquele estudo e que assemelharam-se 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, Drypteridaceae, Grammitidaceae e Selaginaceae. Entretanto, foram registradas outras neste trabalho.

Quanto às formas de vida citadas em Ribeiro e Medina (2002) predominaram os hemicriptófitos seguidos pelos fanerófitos, o mesmo ocorrendo neste trabalho.

As autoras citam também que três espécies pioneiras encontradas são capazes de formar tapetes sobre rocha: *Barbacenia gounelleana*, *Vriesia itatiaiae* e *Fernseea itatiaiae*. No presente estudo não foi registrada *Vriesia itatiaiae*.

Quanto ao trabalho de Caiafa e 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), foram abordados três sinúsias: campo graminóide, afloramento rochoso e as bordas da capoeira.

Naquele 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 neste trabalho.

O que se observa comparando o presente trabalho com os dois anteriores é que três famílias predominam: Asteraceae, Melastomataceae e Cyperaceae.

Em relação ainda à Caiafa e Silva (2005) é curioso registrar que Poaceae não foi relacionada como uma das mais representativas, apesar da mesma ser característica de campos de altitude e rupestre (BRADE, 1956; MARTINELLI, 1996; SAFFORD, 1999a; RIBEIRO; WALTER, 2008, FELFILI et al., 2011), apesar da espécie *Panicum* sp. 2 ter sido representada nas três sinúsias.

Dentre o total de famílias relacionadas por Caiafa e Silva (2005), 26 também estiveram presentes neste trabalho: Alstroemeriaceae, Amarillydaceae, Asteraceae, Bromeliaceae, Campanulaceae, Cyperaceae, Eriocaulaceae, Euphorbiaceae, Gentianaceae, Gesnerianaceae, Iridaceae, Lentibulariaceae, Lycopodiaceae, Melastomataceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Onagraceae, Ochidaceae, Poaceae, Pteridaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae, Velloziaceae, Verbenaceae, Xyridaceae. Apesar de não ser descrito neste trabalho, a família Piperaceae também é descrita por Aximoff e Ribeiro (2012) para o Itatiaia.

Em relação aos gêneros 22 foram iguais: *Alstroemeria*, *Hippeastrum*, *Achyrocline*, *Baccharis*, *Stevia*, *Verbesina*, *Machaerina*, *Leiostrix*, *Paepalanthus*, *Siningia*, *Sisyrinchium*, *Utricularia*, *Lobelia*, *Lycopodium*, *Tibouchina*, *Myrsine*, *Fuchsia*, *Habenaria*, *Polygala*, *Doryopteris*, *Esterhazyia* e *Xyris*. Apesar de não ser descrito no presente trabalho, o gênero *Peperomia* também é descrita por Aximoff e Ribeiro (2012) para o Itatiaia.

Quanto às espécies, sete também são descritas no presente trabalho: *Alstroemeria isabelleana* Herb., *Hippeastrum glaucescens* (Mart.) Herb., (apesar de no Itatiaia ser citado como um híbrido), *Achyrocline satureoides* (Lam.) DC., *Baccharis platypoda* DC., *Baccharis stylosa* Gardner, *Verbesina glabrata* Hook.&Arn. e *Fuchsia* cf. *regia* (Vell.)Munz.

Apesar de não serem registradas no presente trabalho, também foram descritas quatro espécies da família Orchidaceae: *Coppensia blanchetii* Rchb. F., *Epiden-*

drum secundum Jacq., *Prescottia montana* Barb. Rodr., *Zygopetalum mackaii* Hook. que também foram descritas por Aximoff e Ribeiro (2012), e uma da família Lycopodiaceae, *Lycopodium clavatum* L. citada por Condack (2006).

Caiafa e Silva (2005) ainda citam que a elevada proporção de espécies exclusivas de cada sinúsia indica que, no campo de altitude da Serra do Brigadeiro, estas têm composições florísticas distintas, o que também foi verificado nos campos de altitude do Itatiaia, como já demonstrado anteriormente.

Quanto à forma de vida, a que predominou no trabalho de Caiafa e Silva (2005) foi a hemicriptófita, seguida de caméfito e fanerófita. Esta forma de vida é predominantemente um atributo relacionado às fisionomias campestres (MEIRELLES, 1996 apud CAIAFA; SILVA, 2005).

No trabalho de Oliveira e Godoy (2007) realizado nos afloramentos rochosos do Morro do Forno em Altinópolis – SP foram registradas 157 espécies pertencentes a 118 gêneros e 48 famílias.

Nas escarpas mais abruptas, onde aparecem áreas de afloramentos rochosos é coberto com destaque por espécies de Fabaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Poaceae e Rubiaceae e Malpighiaceae. Apenas a última não é descrito no presente trabalho.

Em se tratando de afloramento rochoso de campos rupestres, 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 e Godoy (2007) confirma a importância desta na formação desta sinúsia, como já mencionada por Ribeiro e Medina (2002).

Comparando com o presente estudo, três famílias de Oliveira e Godoy (2007) também estiveram entre as mais representativas: Asteraceae, Poaceae e Melastomataceae. Do total de famílias relacionadas, 18 foram encontradas no presente estudo: Asteraceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Cyperaceae, Eriocaulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Gesneriaceae, Lamiaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Polygalaceae, Rubiaceae, Solanaceae, Velloziaceae e Xyridaceae. Apesar de não ser

registrada neste trabalho, a família Begoniaceae é citada por Ribeiro e Medina (2002) e Aximoff e Ribeiro (2012) para os campos de altitude do Itatiaia.

Do total de gêneros registrados por Oliveira e Godoy (2007) doze também foram descritos neste trabalho: *Stevia*, *Paepalanthus*, *Sinningia*, *Hyptis*, *Leandra*, *Tibouchina*, *Habenaria*, *Andropogon*, *Coccocypselum*, *Barbacenia*, *Xyris* e *Doryopteris*. Apesar de não ser citado no presente trabalho, os gêneros *Croton* (Euphorbiaceae), *Senna* (Fabaceae) e *Epidendrum* (Orchidaceae) também foram registrados por Aximoff e Ribeiro (2012) para o Itatiaia.

Quanto às espécies, *Actinocephalus polyanthus* também foi registrada no presente estudo. Oliveira e Godoy (2007) também destacam a predominância de herbáceo-arbustivas, embora com cobertura arbórea bastante destacada, mas com poucas lianas e subarbustos.

No estudo de Conceição e Pirani que foi realizado em quatro áreas de campos rupestres na Chapada da Diamantina - BA, foram registradas 50 famílias e 202 espécies (não cita número total de gêneros).

Do total de famílias com maior número de espécies, 17 estiveram representados no presente estudo: Orchidaceae, Poaceae, Bromeliaceae, Melastomataceae, Fabaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Velloziaceae, Eriocaulaceae, Euphorbiaceae, Xyridaceae, Verbenaceae, Polygalaceae, Lamiaceae, Iridaceae, Rubiaceae e Myrtaceae, sendo que Poaceae, Melastomataceae e Asteraceae continuaram a ser bem representadas.

Dentre os gêneros que foram muito frequentes no estudo de Conceição e Pirani que também foram registrados no presente estudo podemos destacar: *Tibouchina*, *Baccharis*, *Barbacenia*, *Paepalanthus* e *Hippeastrum*. Os gêneros *Hyptis* (Lamiaceae) e *Xyris* (Xyridaceae) também foram registrados, mas não foram muito representativos no presente estudo.

Apesar de não ter sido citado no presente trabalho, mas descritas para o Itatiaia (AXIMOFF; RIBEIRO, 2012), as espécies *Epidendrum secundum* Jacq. e *Zygopetalum mackayi* Hook. (Orchidaceae) também foram encontradas em Conceição e Pirani.

No trabalho de Conceição et alii que foi desenvolvido nas ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, também na Chapada da Diamantina - BA, houve a predominância de ervas e arbustos.

Foram registradas 23 famílias, 46 gêneros e 63 espécies. Dentre as famílias que tiveram maior número de espécies as Poaceae e Cyperaceae continuam sendo citadas como umas das mais frequentes.

Estiveram também presentes no presente estudo: Lycopodiaceae, Polypodiaceae, Cactaceae, Fabaceae, Gesneriaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Verbenaceae, Amarillidaceae, Bromeliaceae, Cyperaceae, Dioscoreaceae, Eriocaulaceae, Poaceae, Orchidaceae e Velloziaceae. Apesar de também não terem sido citadas para o presente estudo, também foram encontradas as famílias Begoniaceae e Piperaceae.

Como é característico de formação de vegetação de afloramento rochoso as Bromeliaceae e Velloziaceae também continuam dominando.

Ainda em relação à Conceição et alii, no presente estudo também foram registrados os gêneros *Polypodium*, *Tibouchina*, *Hippeastrum*, *Dioscorea*, *Leiothrix*, *Habenaria*, *Barbacenia*. Os gêneros *Peperomia*, *Begonia*, *Vriesea*, *Epidendrum* e *Copypensia* também foram mencionados, mas não para o presente estudo, e sim para o Itatiaia como já mencionado anteriormente. Somente a espécie *Peperomia galioides* Kunth também é descrita para o Itatiaia (AXIMOFF; RIBEIRO, 2012).

A forma de vida que predominou foi de caméfitos seguida por hemicriptófitos, ao contrário do encontrado nos estudos citados aqui até o momento.

Apesar do estudo de Safford (1999a) não apresentar uma lista florística do Itatiaia, este menciona poucas espécies ao longo da descrição das sinúsias, tais como *Cortaderia modesta*, *Chusquea pinifolia*, *Baccharis uncinella*, *Fernseea itatiaiae*. Também registra alguns gêneros que também estão foram descritos para o presente estudo: *Achyrocline*, *Machaerina*, *Chionolaena*, *Lychnophora*, *Bulbostylis*, *Barbacenia*, *Vriesea*, e *Rhynchospora*, *Escallonia*, *Rapanea*, *Weinmannia*, *Roupala*, *Drimys*, *Symplocos*, *Chusquea*, *Eryngium*, *Roupala*, *Lepechinia*, *Lycopodium*, *Hippeastrum*, *Myrceugenia*, entre outros.

O mesmo autor também relata que as famílias com maior riqueza no Itatiaia e Serra dos Órgãos são em ordem de grandeza: Asteraceae, Polypodiaceae, Melas-

tomataceae, Orchidaceae, Poaceae, Lamiaceae, Lycopodiaceae, Cyperaceae, Ericaceae, e Rubiaceae, e que “a maioria do campos mostram um elevado número de bromélias” bem como os gêneros com maior riqueza de fanerógamas são *Baccharis*, *Leandra*, *Tibouchina*, *Polygala*, *Peperomia*, *Habenaria* e *Senecio*.

Comparando com o presente estudo, em relação as famílias registradas, todas estiveram presentes, sendo que em ordem de grandeza foi: Asteraceae, Poaceae, Melastomataceae e Ericaceae (fig. 41). Talvez a diferença tenha ocorrido porque nós não pesquisamos a Serra dos Órgãos e não foi nosso foco as pteridophytas.

Em relação aos gêneros, todos também foram registrados no presente estudo, com exceção de *Peperomia*, como já relatado anteriormente. O gênero com maior número de espécies também foi *Baccharis* (10), seguido de *Chusquea* (3), *Berberis* (3), *Gaylussacia* (3), *Dendrophorbium* (3), *Polygala* (3), *Erygium* (3) e *Senecio* (3), portanto três gêneros coincidem como os mais importantes, *Baccharis*, *Polygala* e *Senecio*. Dos 31 mencionados por Safford (1999a), 16 são de Asteraceae, demonstrando a importância da família nestes ambientes.

3.2.3. A relação dos campos de altitude com a floresta alto-montana

Em relação aos estágios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa Alto-montana (censo IBGE, 2012) para os campos de altitude do Itatiaia, Schumm (2006) estudou três trechos em diferentes estágios: inicial, intermediário e tardio.

No inicial ocorreu a presença de: *Myrsine gardneriana*, *Clethra scabra* e *Symplocos densiflora*, das famílias Primulaceae, Clethraceae e Symplocaceae respectivamente. Destas as duas primeiras foram descritas para os campos de altitude pelo presente estudo e a terceira por Brade (1956).

O mesmo autor menciona que esta área tem uma forte influência da flora dos campos de altitude. Muito possivelmente em uma escala de tempo maior, os limites entre essas duas formações devem oscilar em função de flutuações climáticas. É interessante destacar também que nas áreas dois e três também houve a presença da *Clethra scabra* como uma das mais representativas.

Os dados de Schumm (2006) indicam que a diversidade neste tipo de floresta é relativamente baixa, com a presença dominante de poucas espécies, sendo que

algumas permanecem em todos os estágios sucessionais e se mostraram importantes na sucessão desta floresta.

Foi possível reconhecer 68 espécies, de 23 famílias, distribuídas em três grupos ecológicos. Diferentemente do estudo de Schumm (2006), o levantamento florístico realizado nos campos de altitude demonstrou-se mais diverso, sendo catalogado 169 espécies como já mencionado anteriormente.

O estudo de Schumm (2006) demonstrou como origem desta formação vegetal (alto-montana) a confluência de floras de campos de altitude associada às de florestas montanas, caracterizando-se um ecótono.

Fazendo uma correlação de estágios sucessionais, gradientes altitudinais com os Andes, aproximadamente 10% de sua flora é endêmica dos páramos [(=campos de altitude)], embora muitos deles encontram-se nos sub-páramos [(= Floresta Ombrófila Densa Alto-montana)] e alguns podem ser encontrados também no bosque superior alto-andino [(= Floresta Ombrófila Densa Montana)] (VAN DER HAMMEN; CLEEF, 1983), ou seja, há uma conexão entre os gradientes, e não um isolamento, pois para os vegetais não existe barreira geográfica, e estes acabam fixando-se onde existe condição de sobrevivência.

Schumm (2006) também menciona que na fase inicial, é a mais característica por seus elementos essencialmente pioneiros, típicos a esta fase da sucessão, a qual é influenciada pela proximidade dos campos de altitude, como bem exemplifica a presença abundante e/ou exclusiva dos gêneros *Tibouchina*, *Myrsine*, *Baccharis*, *Escallonia* e *Croton*, todos encontrados nos campos de altitude. Relaciona também os gêneros *Roupala* e *Leandra* para este trecho. Menciona também que as principais famílias deste estágio são Primulaceae, Asteraceae e Symplocaceae, que somadas a Clethraceae e Melastomataceae representam 81% dos indivíduos, destacando a alta representatividade de Asteraceae. Todas estas famílias estão representadas nos campos de altitude do Itatiaia, sendo Asteraceae e Melastomataceae com grade representação (figs. 37 e 40) e Primulaceae e Clethraceae pouco representadas (fig. 39), já Symplocaceae nem foi relacionada, como visto anteriormente.

O autor relata também que na fase intermediária, por ter uma característica tipicamente transitória, em que os estrategistas “r” vão sendo substituídos pelos es-

trategistas “k”, é caracterizada como aquela que suporta espécies de ambos os extremos sucessionais, constituída de poucas espécies típicas a esta etapa de sucessão, estando aqui presentes a espécie *Myrceugenia alpigena*, e o gênero *Weinmannia*, presentes também no planalto.

Na fase tardia, menciona que apresenta espécies características de um ambiente mais complexo e bem conservado, com características próprias aos estrategistas “k” e que podem ser ilustrados pela presença da espécie *Symplocos celastrinea* (BRADE, 1956) e dos gêneros *Symplocos*, *Myrceugenia* e *Maytenus*. Dentre os estágios sucessionais estudados, algumas espécies destacaram-se em todos os trechos do gradiente temporal, dentre elas: *Myrsine gardneriana*, *Clethra scabra*, *Drimys brasiliensis*, *Weinmannia organensis*, *Miconia cinerascens*, e *Vernonia discolor*, sendo as três primeiras descritas no presente estudo.

Tais dados mencionados neste subitem vem a corroborar com o proposto como objetivo no presente estudo, o de verificar se há uma relação entre os campos de altitude e a Floresta Ombrófila Densa Alto-montana, fato verificado com os dados descritos acima.

3.2.4. A inter-relação da geologia, botânica e o clima no Itatiaia

No terciário, os climas do Paleoceno no Brasil parecem ter sido quente e úmido, com florestas tropicais que ocupam provavelmente toda a costa leste (BEURLEN; SOMMER, 1954; RIZZINI, 1979), já no o Eoceno inferior e médio a flora tropical deve ter atingido sua maior extensão de área absoluta (MENÉNDEZ, 1969; RIZZINI, 1979) e no Eoceno superior, as florestas tropicais aparentemente estendiam na maior parte do Planalto Brasileiro.

Após estes períodos começou a aumentar a aridez durante o Oligoceno e Mioceno, criando desertos arenosos em grande parte do centro e leste da América do Sul (PETRI; FÚLFARO, 1983), propício para o estabelecimento de elementos xerófitos, já no Mioceno aparecem evidências de dominância de pólenes de gramas em alguns sedimentos, sugerindo a expansão do tipo de vegetação de savana (RIZZINI, 1979; VAN DER HAMMEN; CLEEF, 1986).

Esta aridez do planalto brasileiro até o Oligoceno médio trouxe consideráveis implicações biogeográficas e evolutivas a flora brasileira. Este evento provavelmente cortou as conexões transversais continentais para os elementos mais higrófilos das florestas brasileiras costeiras (RAVEN; AXELROD, 1974; RIZZINI, 1979; POR, 1992), levando ao isolamento taxonômico profundo e de longo prazo para muitos grupos de flora da planície e habitats das mais baixas encostas (SAFFORD, 1999a).

Embora nas regiões climáticas no meio do continente sulamericano pareçam ter sofrido com elevado calor e seca no Terciário superior, as “taphofloras” demonstram que as baixas temperaturas austral-antártico [como a *Araucaria* e *Podocarpus* – presentes na região do Itatiaia] chegaram as regiões leste e sul do país o mais tardar no Mioceno, e que estas condições climáticas devem ter prevalecido nas montanhas costeiras (como as serras do Mar e Mantiqueira) e sobre as partes mais altas do Planalto Brasileiro (SAFFORD, 1999a).

E que, estas condições climáticas parecem ter fornecido refúgio para as associações de pastagens (com predomínio de herbáceas), e que estas formações podem ter sido os ancestrais dos campos de altitude de hoje (RIZZINI, 1979).

No final do Terciário, no Plioceno, surgem evidências de sedimentos que apontam para um maior resfriamento, com uma vaga tendência em direção ao Pleistoceno, indicando a oscilação de ciclos climáticos hora úmidos, hora secos (PETRI; FÚLFARO, 1983; RABELO, 1987).

Os ciclos interglaciais e glaciais do Pleistoceno, já no quaternário, fizeram oscilar entre uma vegetação florestal úmida e uma vegetação semi-úmida, com formações semidecíduas (SAFFORD, 1999a). O mesmo autor relata também que “durante os períodos mais frios, as condições nos picos mais altos da Serra da Mantiqueira e na Serra do Caparaó foram provavelmente periglacial”, portanto o Itatiaia fez parte deste contexto.

O Itatiaia é único na América do Sul tropical fora dos Andes a ter uma paisagem que deve muito de sua origem a processos geocriogênicos quaternários (CLAPPERTON, 1993).

Ab’Sáber (1977) estabeleceu os mecanismos climáticos envolvidos durante o período glacial e o atual na América do Sul. Durante o Pleistoceno, a corrente fria *Falkland* (Malvinas) ocupava parte da costa brasileira, ultrapassando o Trópico de Capricórnio.

O clima no Sul do país [e do Itatiaia] supõe-se, então, era frio e seco. Hoje em dia essa corrente sequer chega a Montevideu, no Uruguai, e a corrente quente do Brasil avança além da latitude 35° S, garantindo boa parte da precipitação sulina. No máximo glacial, as áreas estépicas e desérticas frias imperavam e a calota glacial chegava ao paralelo 45°, ao norte de Comodoro Rivadavia, Argentina (LEITE; KLEIN, 1990).

Durante o último Máximo Glacial (UMG), o clima do planalto do sudeste parece ter sido frio e seco (AB'SABER, 1977; MOURA et al., 1992; BEHLING; LICHTER, 1997; SALGADO-LABOURIAU et al., 1998), com pastagens como tipo de vegetação dominante na maior parte do sul e centro do Brasil (BEHLING, 1998; LEDRU; SALGADO-LABOURIAU; LORSCHREITER, 1988). Para exemplificar o que acabamos de relatar, Behling (1997) identificou um núcleo de pólen retirado junto ao cume do morro de Itapeva perto de Campos do Jordão - SP, onde nestas amostras eram raros os pólenes de árvores, sugerindo que as florestas mais próximas estavam distantes, ou longe da curva descendente, durante o período de 30.000 a 17.000 anos A.P.

Viadana e Cavalcanti (2007) fazem uma análise sobre a “teoria dos refúgios florestais” associadas ao estado de São Paulo, e neste estudo mencionam que:

Os processos que atuaram no Pleistoceno terminal (13.000 a 18.000 anos A.P) foram responsáveis pela instalação do revestimento florístico do território paulista, quando da retomada da umidificação. [...] E que o quadro vegetacional encontrado no século XVI foi consequente à retomada da *optimum climático* possibilitando a expansão das matas tropicais paulistas.

E que o clima de um continente:

É determinado pelo comportamento das correntes oceânicas que o circundam. Correntes quentes, com muita evaporação, proporcionam chuvas fartas; correntes frias, com evaporação menor, clima semiárido ou árido (GALVÃO; AUGUSTIN, 2011).

Um fato interessante a destacar e que até hoje não se tem resposta para um pergunta: o que veio primeiro o campo ou a floresta? O que se saber é que sempre houve a oscilação de períodos com o domínio de uma fitofisionomia ou outra.

Os mesmos autores citados acima relatam que “a expansão das formas vegetacionais abertas explicam as manchas de cerrado prevalentes. Outras formações vegetais (campos, araucária, etc.) podem ser explicadas como decorrentes de seus avanços no sul do país”.

Só com herbáceas, com subarbustos ou ainda entremeados de arbustos, os campos [sulinos] são formações afeitas a extremos. Secas bem marcadas e/ou frio intenso são as motivações climáticas. Se não estiverem presentes ou as condições de solo não forem francamente limitantes – encharcamento frequente ou permanente, geologia significativamente desfavorável, pH fortemente ácido, ausência de alguns nutrientes essenciais, por exemplo –, os campos são paulatina e inexoravelmente substituídos por formações mais complexas, como savanas e florestas, mesmo em solos rasos, arenosos etc. Naturais ou não, os campos são submetidos à alternância de períodos quentes e frios, sensíveis variações de pressão atmosférica, estão sujeitos a não raras geadas extemporâneas, insolação intensa, raios UV, ventos constantes, expressiva evapotranspiração. E todas estas restrições podem ser combinadas livremente. (GALVÃO; AUGUSTIN, 2011)

Os diferentes padrões da vegetação original que existiam no estado de São Paulo até antes da investida portuguesa, cujo primórdio ocorreu na primeira metade do século XVI, *exibiam formações florestais densas ao lado de campos limpos e sujos*, além das fitofisionomias litorâneas que incluíam o jundu e o mangue, e a emancipação espaçada de grandes manchas de cerrados e pontos isolados de araucária. Este quadro botânico estabelecido nos últimos 13.000 anos foi conseqüente à retomada da tropicalidade, com acentuação lenta e gradual da umidade, acompanhada do aumento relativo das temperaturas atmosféricas. (VIADANA; CAVALCANTI, 2007, grifo nosso)

No Itatiaia durante nossas investidas de campo verificamos fatos interessantes que cabe aqui destacar, o primeiro é que quando fizemos a transição dos campos de altitude para a floresta Montana, passando pela alto-montana, realmente verificamos parte do mencionado por Schumm (2006). Elementos dos campos de altitude nesta última fitofisionomia e a presença de alguns “pequenos campos” dentro desta área de transição.

O segundo fato é o que vem ocorrendo nos últimos oito anos no “campinho do Água Branca” (coordenadas 22°25'43.1” S, 44°38'34.6” W). Este é um antigo heliponto utilizado pela Rede Globo para ter acesso ao Abrigo Água Branca (coordenadas 22°26'01.8” S, 44°38'15.2” W), um local que continha uma antiga antena de retransmissão de sinal para o vale do Paraíba.

Este “campinho” está localizado em plena Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana, a uma altitude próximo de 1.800 m no topo de um morro. Tal local vem sendo recolonizado espontaneamente por algumas espécies que só são encontradas nos campos de altitude, como a *Gaultheria serrata* e *Gaultheria eriophylla* (Ericaceae), *Actinocephalus polyanthus* var. *polyanthus* (Eriocaulaceae), *Baccharis opunteoides*, *Baccharis tarchonanthoides*, *Senecio oleosus* e *Bidens segetum* (Asteraceae), *Habenaria parviflora* e *Coppensia blanchetii* (Orquidaceae), *Weinmannia humilis*

(Cunoniaceae), *Estherazia splendida* (Orobanchaceae), *Fuchsia regia* (Onagraceae), *Dicranopteris nervosa* (Pteridophyta), dentre outras. O fato é que, apesar do local ter ser tornado uma clareira, está sendo colonizado por elementos principalmente de campos de altitude.

Outro bom exemplo não de vegetação de campo de altitude em floresta alto-montana, mas de enclave florestal dentro deste, é encontrado na Serra Fina (Maciço Passa-Quatro, mencionado no capítulo 1), próximo ao cume da Pedra da Mina, entorno de 2.400m de altitude. Este enclave está na face sul da montanha, onde encontramos árvores robustas para a altitude tanto em altura (em média 15 metros), quanto em espessura (média de 70 cm de CAP).

O que acabamos de relatar não é exclusividade deste local, pois também é frequentemente encontrado nos enclaves dos campos de altitude do Itatiaia, como por exemplo, em uma área próxima aos Ovos da Galinha, no vale do Aiuruoca, onde há exemplares com desenvoltura semelhante ao citado para a Serra Fina, e no Rancho Caído (após o vale do Aiuruoca, no sentido Pico do Maromba) em especial um indivíduo da família Primulaceae, provavelmente do gênero *Myrsine*, que normalmente no Itatiaia apresenta-se como arvoreta e neste local apresenta-se com cerca de cinco metros de altura e o CAP com cerca de 180 cm.

O que chama atenção não é somente o porte e a espessura dos indivíduos mencionados anteriormente, mas o que dá a entender, em uma análise preliminar, que podem ser exemplares antigos e que pela dificuldade de acesso, localização geográfica e maior umidade, estão protegidos e podem ser relictos vegetacionais.

Outro fato interessante é em relação à vegetação xerófita, hoje encontrada na Caatinga e que tem remanescentes nos campos de altitude do Itatiaia.

Para além [de São José dos Campos], a jusante do vale [do rio Paraíba do Sul] que ocupa o *graben* entre os horsts mantenedores da Serra do Mar e da Mantiqueira, a caatinga se estabeleceu até a cota aproximadamente de 600 m a partir das faldas que antecedem a calha do rio Paraíba do Sul, na direção dos topos das unidades serranas. (VIADANA; CAVALCANTI, 2007)

Ficam as perguntas: Como o planalto do Itatiaia pode hoje ter uma vegetação xerófita (bromélias e cactos) em um local que chove em torno de 2.300 mm por ano? Esta vegetação indica que são relictos de um passado remoto onde havia o predomínio de um clima árido?

Teria sido incompatível a presença em simultâneo das fitofisionomias [de araucárias] com as das caatingas e cerrados. O recuo destas formações para suas correspondentes áreas de origem, motivado pela umidade atmosférica por volta dos 13.000 anos, deve ter possibilitado a penetração e permanência das floras campestres e arbóreas de araucária. (VIADANA; CAVALCANTI, 2007)

3.3.5. A distribuição geográfica das espécies do Itatiaia

A distribuição geográfica das espécies encontradas no Itatiaia, considerando o fato das mesmas serem endêmicas ou não do Brasil é importante para podermos verificar a relação dos campos de altitude como outros elementos, como por exemplo, o cerrado, campos sulinos, patagônia, etc. proposto como um dos nossos objetivos.

Esta caracterização também fundamental para corroborar com a teoria dos refúgios vegetacionais já descritos anteriormente e sua relação com o último grande período glacial.

Também foram relacionadas às espécies herbáceas, pteridophytas e briófitas presentes neste estudo, mas não contabilizadas. Foram excluídos os indivíduos que estavam em níveis de família e gênero, pois não é possível que se tenha suas localizações corretamente. Também foi descrito se as espécies eram endêmicas ou não no Brasil, e quando isto não ocorreu foram relacionados os países onde estas foram encontradas.

Na análise da distribuição geográfica dos táxons do Itatiaia (fig. 47) foram identificados e quantificados 14 padrões, a saber: três pantropicais; três neotropicais; 21 na América do Sul; um no Brasil; 27 no Sudeste e Sul do Brasil; 35 no Sudeste do Brasil; dois no Nordeste e Sudeste do Brasil; três no Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil; dois no Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-oeste do Brasil; seis no Centro-oeste, Sudeste e Sul do Brasil; dois no Centro-oeste e Sudeste do Brasil; um no Norte, Sudeste e Sul do Brasil; um disjunto Andes-Planalto do Itatiaia e três endêmicos localmente. Já no estudo de Ribeiro e Medina (2002) estes citam que houve 13 espécies de endemismo restrito, 24 do sudeste, 23 do sudeste e sul, sete de combinações do sudeste, sul, centro-oeste e Cone Sul da América do Sul, duas do nordeste e sudeste e 13 do Brasil / América.

Distribuição Geográfica das Espécies

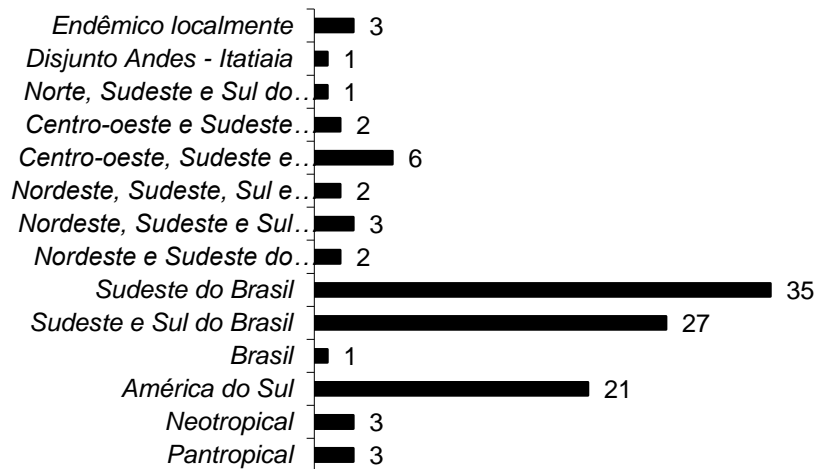


Figura 47: Distribuição geográfica das espécies do Itatiaia pelo Brasil e pelo globo

O presente trabalho também evidenciou que a maioria das espécies do Itatiaia (35) é restrita ao sudeste do Brasil, 27 ocorrem no sudeste e Sul do Brasil e 21 em alguns países da América do Sul. Este fato vem a corroborar com o proposto em nossos objetivos de que existe uma forte ligação entre a flora dos campos de altitude com a América do Sul, e que para isto a flora veio migrando pelo sudeste e sul do Brasil ao longo do tempo.

Apesar do foco deste estudo não estar especificamente nas pteridophytas, foram citadas na tabela dois e quatro a espécie *Blechnum schomburgkii* e na tabela três e cinco as espécies *Lycopodium* sp. 1, *Lycopodium* sp. 2, *Asplenium monanthes*, *Polypodium pelopeltidis*, *Doryopteris itatiaiensis* e *Campyloneurum angustifolium*.

Este grupo de plantas tem uma origem muito antiga, cerca de 370 milhões de anos, período que começaram a surgir as plantas terrestres. Estas distribuíram-se ao longo do globo terrestre e com o passar do tempo, das eras, foram adaptando-se para sobreviver, como os *Lycopodium*, que no momento de seu surgimento era plantas que chegavam a atingir provavelmente cerca de quatro a cinco metros de altura.

A flora pteridofítica do planalto do Itatiaia, além de possuir algumas espécies exclusivas desta área, apresenta também algumas disjunções, principalmente com a região dos Páramos andinos, com a qual compartilha muitas semelhanças climáticas

e físicas. Um exemplo claro deste padrão é *Jamesonia brasiliensis* H. Christ, único caso da distribuição deste gênero fora dos Andes (CONDACK, 2006).

O mesmo autor descreve 135 espécies de Pteridophytas para o Itatiaia, sendo 42 restritas às áreas dos campos de altitude, sendo as Lycopodiaceae, Pteridaceae, Lomariopsidaceae e Grammitidaceae, respectivamente, as famílias que mais contribuem em número de espécies para a riqueza desta formação. Entretanto, famílias menos expressivas como Isoetaceae, Selaginellaceae, Gleicheniaceae e Ophioglossaceae também contribuem com a riqueza deste ambiente, pois encontram-se distribuídas apenas nesta formação. Espécies típicas deste ambiente são: *Isoetes martii*, *Huperzia badiniana*, *H. christii*, *Lycopodiella alopecuroides* var. *duseniana*, *Lycopodium thyoides*, *Selaginella tenuissima*, *Asplenium monanthes*, *Blechnum penna-marina*, *Melpomene flabeliformis*, *Elaphoglossum gayanum*, *E. viscidum*, *Botrychium australe*, *Doryopteris crenulans*, *D. itatiaiensis* e *D. paradoxa*, além de *Jamesonia brasiliensis*.

Na análise da distribuição geográfica dos táxons do Itatiaia, Condack (2006) menciona 11 padrões (cosmopolita, pantropical, neotropical, América do Sul, Brasil, Sudeste e Sul do Brasil, Sudeste do Brasil, Disjunto África - América do Sul, Disjunto Andes - Campos de Altitude do sudeste do Brasil, Disjunto Andes - Planalto do Itatiaia e Endêmico localmente).

Destes o que abrangeu o maior número de espécies foi o neotropical, com 118 táxons (87%). As espécies que possuem uma distribuição mais ampla e ocorrem em outras regiões tropicais do globo (pantropicais), são representadas por 17 táxons, sendo um deles (*Alsophila capensis* subsp. *polypodioides*) considerado disjunto entre o continente africano e a América do Sul. *Lycopodium clavatum* L. é a espécie que possui o padrão de distribuição mais amplo, sendo considerada cosmopolita. Dos 118 táxons neotropicais, 63 estão restritos a América do Sul, sendo 56 (41,5%) ocorrentes apenas no Brasil.

A região neotropical, com aproximadamente 3.000 espécies, apresenta três grandes centros de diversidade e endemismos no grupo, sendo um deles na América Central, outro nos Andes e o terceiro no sudeste e sul do Brasil (TRYON, 1972 apud CONDACK, 2006).

Apesar de não ter sido objeto deste estudo, cabe destacar a presença do relicto *Araucaria Angustifolia*, que é o principal táxon da Floresta Ombrófila Mista, também chamada de floresta de Araucária e presente no Itatiaia.

Esta floresta apresenta disjunções florísticas em refúgios situados nas Seras do Mar e Mantiqueira, muito embora no passado tenha se expandido bem mais ao norte, porque a família Araucariaceae apresentava dispersão paleogeográfica que sugere ocupação bem diferente da atual. Constatou-se recentemente a ocorrência de fósseis (fragmentos de caules) em terrenos juracretácicos na Região Nordeste brasileira, evidenciando que dentro da “plataforma brasileira” encontravam-se *Coniferales*, pois tais fósseis são também encontrados em pontos isolados da borda sul do Planalto Meridional, como, por exemplo, em Santa Maria da Boca do Monte, no Estado do Rio Grande do Sul. (IBGE, 2012)

A presença desta espécie no Espírito Santo, crescendo espontaneamente, em meio natural, num relicto da Serra do Caparaó, acima de 1.700 m de altitude, deixando a impressão ao autor de que ali houve uma área que se estendera por alguns quilômetros de mata densa dessa espécie, juntamente com *Podocarpus sellowii* Kl., única da Família Podocarpaceae, encontrada em lugares de altitudes superiores a 900 m no Espírito Santo, em muitas localidades. O relicto de *Araucaria angustifolia*, que Ruschi (1950) observou em 1939, tinha umas 300 árvores adultas. (RUSCHI, 1950 apud CARVALHO, 2003)

Como o vulcanismo iniciado no Jurássico e terminado no Cretáceo é considerado fator de despovoamento vegetal do Planalto Meridional, parece válida a hipótese de que a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, atualmente aí existente, tenha se disseminado através do “Escudo Atlântico” que se achava unido à grande plataforma afro-brasileira no Paleozoico. A composição florística deste tipo de vegetação, dominada por gêneros primitivos como *Drymis* e *Araucaria* (australásicos) e *Podocarpus* (afro-asiático), sugere, em face da altitude e da latitude do Planalto Meridional, uma ocupação recente a partir de Refúgios Alto-Montanos [acima de 1 000 m de altitude]. Atualmente, esta floresta [Ombrófila Mista Alto-Montana] encontra-se ainda bem-conservada e com seus elementos quase intactos no Parque Estadual de Campos do Jordão (SP) e em Monte Verde, Município de Camanducaia (MG). Todavia, as outras ocorrências, como a do Maciço de Itatiaia (RJ e MG), estão sendo gradualmente suprimidas, tendendo ao desaparecimento em poucos anos. (IBGE, 2012)

Registros de pólen do Quaternário, no Município de São Paulo, indicam a ocorrência de *Araucaria* e outros elementos florísticos da Floresta Montana há 32.480 ± 330 anos AP (antes do presente), indicando, um período de condições climáticas mais frias e úmidas (TAKYIA, 1997; GARCIA; NEVES, 1999).

3.2.5.1. A relação do Itatiaia com o cerrado brasileiro

O cerrado, anteriormente conhecido como campos ou campos cerrados, corresponde, aproximadamente, a província florística dos *Oreades* (montanha ninfá) na classificação de Martius. É a maior savana neotropical contígua, ocorrendo também em manchas rodeadas por

outro tipos de vegetação. Abrange uma área tão grande do Brasil que variações significativas no solo e tipos de clima podem ser encontrado dentro de seus limites (ALVES; CANDIN; KROPF, 2007, tradução nossa).

A maioria das espécies campestres do Itatiaia pertencem ao elemento xerófilo do Brasil Central (Cerrado). A maioria das espécies é idêntica às espécies distribuídas nas regiões campestres de Minas Gerais e estados vizinhos, ou têm uma relação com os mesmos. Todas têm adaptações mais ou menos xerófitica para resistir, não só à insolação forte e aos ventos, com também às épocas secas dos meses de inverno. (BRADE, 1956).

Por este motivo este trabalho também foi comparado com estudos de campos rupestres e de altitude dos estados de Minas Gerais, Bahia e São Paulo.

Corroborando com o citado acima, Ribeiro e 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” (grifo nosso).

Para os campos rupestres do cerrado, 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 e Medina (2002), só não mencionam as famílias Leguminosae, Lythraceae e Vochysiaceae.

Dentre as espécies mencionadas por Brade (1956) para o Cerrado foram encontrados os 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*.

Para os campos rupestres do Cerrado, as espécies da família Velloziaceae podem chegar ao endemismo de até 70% (FILGUEIRAS, 2002).

Aximoff e Ribeiro (2012) também mencionam que os gêneros abaixo também são encontrados no Cerrado: *Eryngium*, *Hydrocotyle*, *Siphocampylus*, *Lobelia*, *Weinmannia*, *Agarista*, *Paepalanthus*, *Leiotrix*, *Eriocaulon*, *Actinocephalus*, *Croton*, *Mimosa*, *Lupinus*, *Collaea*, *Sisyrinchium*, *Alophia*, *Salvia*, *Hesperozygis*, *Rhabdocaulon*, *Cunila*, *Chaetostoma*, *Tibouchina*, *Myrceugenia*, *Prescottia*, *Passiflora*, *Polygala*, *Coc-*

cocypselum, *Barbacenia*, *Verbena*, *Dicranopteris*, *Pleopeltis*, *Doryopteris* e *Eriosorus*, sendo a maioria citados no presente estudo.

Os mesmos autores também citam algumas espécies ocorrentes no Itatiaia e neste bioma: *Baccharis platypoda*, *Escallonia laevis*, *Sinningia gigantifolia*, *Utricularia reniformes*, *Abutilon bedfordianum*, *Leandra eichieri*, *Habenaria parviflora*, *Esterhazyia splendida*, *Oxalis rupestris*, *Peperomia galioides*, *Peperomia trineura*, *Chusquea pinifolia*, *Andropogon lateralis*, *Myrsine gardneriana*, *Lysimachia filiformis*, *Blechnum schomburgkii*. Apesar do gênero *Buddleja* ser descrito também para o Cerrado, a espécie *Buddleja speciosissima* é endêmica do Itatiaia.

No entanto, a composição florística dos campos rupestres pode variar em curta distância, sendo a flora típica de ambientes com condições climáticas diferentes (SANTOS, 2011).

Dos 129 gêneros arbustivos-arbóreos identificados no trabalho de Santos (2011) sobre o cerrado rupestre seis (4,65%) também são encontrados nos campos de altitude do Itatiaia: *Agarista* (arvoreta), *Hyptis* (arbusto), *Myrsine* (árvore), *Roupala* (árvore), *Solanum* (arvoreta / arbusto), *Tibouchina* (arvoreta / arbusto e arbusto). As espécies identificadas foram consideradas num quadro geral de ampla distribuição para o bioma Cerrado, sendo poucas especialistas por habitats, sendo uma delas a do gênero *Hyptis*.

Outro fato interessante, é que no estudo de Santos (2011), esta cita que algumas espécies têm a capacidade de serem acumuladoras de alumínio, e no seu caso foram algumas das famílias Vochysiaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, sendo as duas últimas presentes no Itatiaia.

Segundo Haridasan (2000) e Santos (2011) as espécies acumuladora de alumínio possuem vantagens competitivas e adaptativas em solos distróficos, o que pode estar ocorrendo no Itatiaia por ser um *plug* alcalino que contém muito deste mineral.

3.2.5.2. A relação do Itatiaia com o elemento austral - antártico

A flora austral-antártica inclui elementos distribuídos também na Austrália, Nova Zelândia e/ou Nova Guiné, já nos Andes concentra-se na floresta Valdiviana e parte andina-patagônica de clima temperado (VAN DER HAMMEN; CLEFF, 1983).

No Itatiaia, Brade (1956), Safford (1999a) e Aximoff e Ribeiro (2012) mencionam o gênero *Fuchsia* da família Onagraceae pertencem a este elemento, entretanto a espécie *Fuchsia campos-portoi* é mencionada até o momento como endêmica do Itatiaia e a *Fuchsia regia* é encontrada na Bahia, sudeste e sul do país.

Os quatro autores também mencionam os gêneros *Araucaria*, *Blechnum*, *Dicksonia* e *Lycopodium* para este elemento. Safford (1999a) ainda relata os gêneros *Cortaderia*, *Drymis*, *Escallonia*, *Griselinia*, *Myrceugenia*, *Podocarpus*, *Sisyrinchium* e *Weinmannia*, já Brade (1956) menciona que o gênero *Griselinia* é do elemento austral – andino.

3.2.5.3. A relação do Itatiaia com o elemento holártico

Safford (1999a) relaciona os gêneros *Lupinus*, *Berberis*, *Valeriana*, *Hypochoeris*, e *Viola* para este elemento, dos quais os quatro primeiros estiveram presentes neste estudo.

3.2.5.4. A relação do Itatiaia com o elemento austral-andino (patagônia)

Do elemento austral-andino Brade (1956) cita a família Rosaceae a espécie *Fragaria vesca* confirmada por Aximoff e Ribeiro (2012). Também representada neste elemento foi os gêneros *Gautheria* da família Ericaceae.

Safford (1999a) indicava os gêneros *Clethra* e *Symplocos*, *Croton*, *Leandra*, *Maytenus* e *Myrcia* como disjuntos fitogeograficamente destes elementos.

No trabalho de Iribarren e Ferreyra (2011) realizado no Parque Nacional Los Glaciares, na Argentina, com altitude variando entre 1.150 e 1.806 m. As autoras mencionam que “os ambientes altoandinos são aqueles que se dispõem de maneira de ilhas sobre os altos cumes montanhosos dos Andes, por cima dos bosques andinos que a estas altitudes estão dominados principalmente por Lenga (*Nothofagus pumilio*)”. As autoras também mencionam que estes locais:

Caracterizam-se por um relevo de alta montanha, com encostas de diversas pendentes, cumes, círculos e vales glaciares, planaltos, detritos e depósitos de detritos, solos rochosos ou arenosos, geralmente soltos, imaturos, superficiais e extremamente pobres em matéria orgânica.

Foram relacionadas 178 espécies, 105 gêneros e 50 famílias de plantas vasculares. As famílias com maior riqueza (número de espécies) foram Asteraceae (44), Fabaceae (12), Brasicaceae e Poaceae com nove cada, Apiaceae (oito) e Rosaceae (sete), continuando a grande representatividade da Asteraceae e Poaceae. Somente a família Brasicaceae não é descrita para o Itatiaia.

Em relação os gêneros, os com maior riqueza foram *Senecio* (oito), *Adesmia* e *Nassauvia* com sete cada, *Acaena* e *Gaultheria* com seis cada, destes *Senecio* e *Gaultheria* também foram encontrados neste estudo.

Além dos que acabamos de descrever também estão presentes no Itatiaia mais 22 gêneros (22,86%): *Oxalis*, *Perezia*, *Hipochaeris*, *Chevreulia*, *Gamochaeta*, *Hypochaeris*, *Cerastium*, *Poa*, *Baccharis*, *Lycopodium*, *Escallonia*, *Maytenus*, *Plantago*, *Berberis*, *Geranium*, *Polygala*, *Valeriana*, *Alstroemeria*, *Sisyrinchium*, *Cortaderia*, *Anagallis* e *Carex*.

No estudo de Ferreyra e Vidoz (2007), sobre a flora e fauna do Parque Nacional Lago Puelo, localizado em área altoandina na Argentina, também denominada de Andes patagônico, apresenta uma variação altitudinal entre 1.862 a 2.296 m e pluviométrica entre 1.000 a 2.000 mm, semelhante ao Itatiaia (figura 2).

Foram relacionadas 152 espécies, 91 gêneros e 45 famílias, sendo as mais representativas as famílias Asteraceae (47), Poaceae (12), Schophulariaceae (9), Rosaceae (6), Valerianaceae (5), Brasicaceae (5), onde somente esta última não está representada no Itatiaia. Os dados demonstram que as famílias Asteraceae e Poaceae continuam sendo importantes em montanhas com elevada altitude.

Quanto aos gêneros mais representativos, tiveram destaque o *Senecio* (14) e *Valeriana* (cinco) ambos também presentes no Itatiaia. Também podemos relacionar mais 23 gêneros (27,47%) que tiveram relação com este estudo: *Blechnum*, *Lycopodium*, *Baccharis*, *Gamochaeta*, *Hipochaeris*, *Perezia*, *Berberis*, *Cerastium*, *Gaultheria*, *Escallonia*, *Geranium*, *Oxalis*, *Plantago*, *Galium*, *Sisyrinchium* e *Cortaderia* e os gêneros *Anagallis*, *Carex*, *Agrostis* e *Poa* que são citados para o Itatiaia por Brade (1956) e Safford (1999a).

Um fato interessante a destacar é que a espécie *Trifolium repens* também é mencionada como exótica para o local e para o Itatiaia. (AXIMOFF; RIBEIRO, 2012).

No trabalho de Ferreyra, Clayton e Ezcurra (1998) sobre a flora altoandina do Parque Nacional Nahuel Huapi, na Argentina, foram descritas 233 espécies, 111 gêneros e 48 famílias, sendo as com maior riqueza a Asteraceae (70), Poaceae (17), Apiaceae (12), Fabaceae e Scrophulariaceae com 11 cada. Aqui volta a ter o destaque para as famílias Asteraceae e Poaceae, e sendo todas também representadas no Itatiaia.

Em relação aos gêneros com maior riqueza, tiveram destaque o *Senecio* (22), *Nassauvia* (12) e *Acaena* e *Perezia* com sete cada, sendo o *Senecio* e *Perezia* descritos para este trabalho. As autoras também mencionam mais 18 gêneros (18%) que são descritos para o Itatiaia: *Blechnum*, *Baccharis*, *Gamochaeta*, *Hypochoeris*, *Berberis*, *Cerastium*, *Gaultheria*, *Escallonia*, *Geranium*, *Oxalis*, *Plantago*, *Polygala*, *Anagallis*, *Galium*, *Valeriana*, *Carex*, *Sisyrinchium* e *Juncus*.

3.2.5.5. A relação do Itatiaia com o elemento andino

Em seus 8.000 km de extensão a cordilheira dos Andes atravessa as zonas tropicais, subtropicais e temperadas até chegar a subantártica. Verticalmente no setor tropical cruza as zonas tropical, subtropical ou subandina até chegar as neves eternas. Desde os trópicos até a Terra do Fogo o limite das neves vem desde aproximadamente a 5.000 metros até 1.000 metros; paralelamente o limite da floresta vai desde aproximadamente 3.800 m até o nível do mar. (VAN DER HAMMEN; CLEEF, 1983, tradução nossa).

Dos atuais 50 gêneros lenhosos andinos, cerca de 70% são considerados de origem austral-antártica (sendo 50% “relictos” e 20% “derivados”), 25% de origem neotropical e 5% de origem holártico (VAN DER HAMMEN; CLEEF, 1983). Os mesmos autores relatam também que nas florestas andinas da cordilheira oriental da Colombia, aproximadamente dos 130 gêneros descritos 85% são de origem tropical, 10% do norte (holártico) e 5% do sul (andino-austral-antártico), e que destes 85% de origem tropical, numa análise mais detalhada 10% encontram-se na América e sudeste da Ásia (anfi-pacífico), sendo o gênero *Dicksonia* tanto encontrado nos Andes como no Itatiaia.

Além do gênero citado acima, também são descritos para o Itatiaia duas espécies de monilophyta a *Asplenium monanthes* (Aspleniaceae) e o *Polypodium pelopeltidis* (Polypodiaceae) citadas por Brade (1956) e por Condack (2006), já a espécie

Jamesonia brasiliensis é descrita por ambos como a única espécie deste gênero de pteridophyta fora dos Andes.

Brade (1956) menciona que algumas plantas migraram do elemento andino para o sulino e posteriormente para esta região, como a família Berberidaceae com o gênero *Berberis* (apesar de ser um elemento holártico).

Da família Lamiaceae (Labiatae) podemos destacar a endêmica *Lepechinia speciosa*, segundo Brade (1956) que o gênero também tem relação com este elemento. Dois gêneros de Poaceae (gramineae) que são predominantes no planalto do Itatiaia vêm deste elemento e também foram encontradas neste estudo, sendo o primeiro o *Cortaderia* e o segundo *Chusquea*. Apesar do gênero *Culcita* (Convolvulaceae) não ter sido encontrado neste trabalho, este também é descrito por Brade (1956) e por Aximoff e Ribeiro (2012) para o Itatiaia.

Safford (1999a, 1999b), ao comparar as regiões dos Campos de Altitudes do sudeste do Brasil com a região dos Páramos nos Andes Bolivianos, comenta a singularidade do planalto do Itatiaia, com um clima aparentemente mais adverso que o encontrado na região dos Páramos, a uma altitude de aproximadamente 3.000 m.

Schumm (2006) também observou que em todas as áreas de seu estudo na floresta alto-montana foi verificada a presença de táxons disjuntos geograficamente deste elemento.

3.2.5.5.1. A relação do Itatiaia com o elemento andino do norte (Páramos)

Em todo o cinturão tropical, nos três continentes que tem territórios sobre a linha equatorial (América do Sul, África e Oceania) tem montanhas que ultrapassam altitudes que permitem a formação de florestas e cujos cumes estão cobertos por ecossistemas não florestais, entretanto muito biodiversos, social e economicamente importantes e paisagisticamente espetaculares. Nos Andes e na Costa Rica esta paisagem chama-se Páramo. Nos outros continentes seu nome é diferente segundo os idiomas locais, entretanto tem muita similaridade com o páramo andino. Todos estão dominados por campos e um mosaico de umidades e turfeiras com uma presença de espetaculares formas de vida. O páramo é o ecossistema natural de maior altitude no mundo, é o ecossistema com maior irradiação do planeta, tem uma flora mais rica que toda a flora de ecossistemas de montanha do mundo. Tem uma diferença entre o dia e noite de as vezes de mais de 20 graus, entretanto as vezes a diferença entre o “inverno” e “verão” praticamente não existe. Seis em cada dez espécies de plantas não crescem em outro bioma, o que é um valor muito alto para ecossistemas continentais. (HOFSTEDT; SEGARRA; VÁSCONEZ, 2003, tradução nossa)

Os páramos andinos estão dentro de uma região classificada como “complexo ecorregional Andes do Norte (CEAN)” composto de 11 ecorregiões (sete bosques e quatro páramos) (AMANZO et al., 2003), cobrindo uma área de cerca de 35.000 km² (HOFSTEDE; SEGARRA; VÁSCONEZ, 2003) que se estendem ao longo de 2.000 km desde a Serra Nevada de Santa Maria (Colômbia) e a cordilheira de Mérida (Venezuela), até Porculla na depressão de Huancabamba no norte do Peru (AMANZO et al., 2003). O CEAN (fig. 48) concentra quase a metade da diversidade biológica de angiospermas do Neotropico (GENTRY, 1982), apesar de ter uma área quatorze vezes menor que a bacia amazônica.

Dos 35.303 km² de páramos (igual a superfície da Bélgica), a Colômbia tem a maior extensão, com 14.434 km², seguida pelo Equador com 12.602 km², Peru com 4.200 km², Venezuela com 2.630 km² e Costa Rica com somente 80 km². No total, os páramos ocupam 1% de todos os países americanos em que ocorrem. (HOFSTEDE; SEGARRA; VÁSCONEZ, 2003, tradução nossa).



Figura 48: Complexo Ecorregional dos Andes do Norte

O surpreendente é que embora sejam as mesmas famílias de plantas que dominam os “páramos” africanos (Poaceae, Asteraceae, Ericaceae, etc) a nível de espécie quase não há nenhuma correspondência (HOFSTED; SEGARRA; VÁSCONEZ, 2003).

O mesmo foi verificado com relação aos campos de altitude do Itatiaia e os páramos andinos e patagônia, ou seja, há a ocorrência de vários gêneros iguais, mas espécies são raras. Isto é um fato comum de se verificar, pois cada local tem suas

características climáticas, edáficas, geológicas, geomorfológicas e hidrológicas. Um outro ponto relevante são as escalas de tempos de ocorrência de barreiras geográficas e de alterações climáticas.

A formação dos páramos é uma sequência de eventos de movimentos tectônicos, mudanças climáticas, migrações entre cordilheiras e desde as zonas holárticas (zonas temperadas do norte) e austral-antártica (zona temperada do sul) e fenômenos evolutivos. (HOFSTEDDE; SEGARRA; VÁSCONEZ, 2003)

Para a zonificação altitudinal, a divisão mais aceita é de Cuatrecasas (1958 apud HOFSTEDDE; SEGARRA; VÁSCONEZ, 2003) que divide os paramos em três partes: subpáramo (zona de transição entre a floresta Montana e o páramo aberto), o páramo propriamente dito (o páramo “típico”, dominado por campo-rosetal) e o superpáramo (a zona mais alta, onde a vegetação escasseia pelo frio).

No Brasil, a vegetação do Itatiaia, como já mencionado anteriormente é classificada segundo IBGE (2012) como Floresta Ombrófila Densa Montana, equivalente ao bosque montano andino, acima situa-se a Floresta Ombrófila Densa alto-montana, que corresponde ao subpáramo e por último, a vegetação acima de 1.800 metros, os campos de altitude, o que nos Andes, como visto, é chamado de páramos.

Hofstede, Segarra e Vásconez (2003) menciona 31 gêneros para a Colômbia que também são encontrados no Itatiaia, a saber: *Weinmannia*, *Clethra*, *Escallonia*, *Gaultheria*, *Chusquea*, *Sphagnum*, *Plantago*, *Senecio*, *Hypochaeris*, *Galium*, *Geranium*, *Valeriana*, *Cortadeira*, *Xyris*, *Bidens*, *Isoetes*, *Hydrocotyle*, *Passiflora*, *Salvia*, *Solanum*, *Baccharis*, *Begonia*, *Berberis*, *Chevreulia*, *Dendrophorbium*, *Dicksonia*, *Siphocampylus*, *Myrsine*, *Podocarpus*, *Chaptalia* e *Paepalanthus*.

No trabalho de Fernández-Alonso (2002), que fala sobre os padrões de distribuição e endemismo nos páramos colombianos, este menciona sete padrões de distribuição, a saber: cosmopolita, temperado no sentido amplo, holártico, austral-antártico, tropical no sentido amplo, neotropical e endêmico dos paramos.

Em relação ao que acabamos de descrever, para o padrão temperado, o autor descreve que corresponde a cerca de 50% dos gêneros descritos, levando em consideração que aqui estão inclusos os temperados amplos e cosmopolita (cerca de 30%) e o holártico e austral-antártico com 10% cada.

Para o holártico, também é encontrado no Itatiaia os gêneros *Berberis*, *Lupinus* e *Salvia*, para o temperado amplo o *Geranium*, *Hypericum* e *Plantago*, já para o cosmopolita são descritos o *Eryngium*, *Hydrocotyle*, *Lycopodium*, *Blechnum*, *Selaginella* e *Solanum*.

Para os tropicais amplos, são descritos o *Paepalanthus* e *Xyris*, já para o neotropical o gênero *Chaptalia* e *Lepechinia*. Quanto aos endêmicos, é descrito o *Jamesonia*, que no Itatiaia tem o representante *Jamesonia brasiliensis*, única espécie descrito para fora dos Andes (CONDACK, 2006).

Um fato interessante a destacar também, é que Fernández-Alonso (2002) menciona que a eliminação (antrópica) das bordas das florestas e a criação de novas áreas abertas tem proporcionado a expansão de populações de algumas espécies dos páramos que se comportam como pioneiras, dentre elas as dos gêneros *Lepechinia*, *Lupinus* e *Salvia*, colocando em contato populações de distintas espécies que normalmente estariam separadas geográfica e ecologicamente.

O autor também menciona que “os cenários altoandinos do norte da América do Sul tem confluído uma série de fatores, biológicos, biogeográficos e históricos únicos, cuja manifestação atual é a presença de uma flora muito diversa e com um alto grau de endemismo a nível genérico e sobretudo específico”. Tal menção também vai de encontro ao encontrado no Itatiaia, que tem 11% de endemismo (MARTINELLI, 1996).

No trabalho de Díaz e Fernández-Alonso (2003), realizado sobre o endemismo na Serra do Perijá, localizada na parte setentrional da cordilheira oriental da Colômbia e Venezuela, junto ao mar do Caribe, foram descritos 16 famílias, 41 gêneros e 69 espécies. Em relação às famílias, as que tiveram maior riqueza foram Asteraceae (18), Acanthaceae (oito), Lamiaceae (6), Scrophulariaceae (quatro).

Quanto aos gêneros, 70,7% são neotropicais e os que também tiveram representatividade no Itatiaia foram 10 (24,40%): *Senecio*, *Verbesina*, *Chaptalia*, *Begonia*, *Berberis*, *Lepechinia*, *Salvia*, *Hyptis*, *Chusquea* e *Plantago*.

No trabalho de Carbone e Lozano-Contreras (1997), realizado na Serra Nevada de Santa Marta, na Colômbia, ao lado da Serra de Perijá, que acabamos de descrever em Díaz e Fernández-alonso (2003), foram descritas 30 famílias, 70 gêneros e

125 espécies endêmicas para a Colômbia. As famílias com a maior riqueza são Asteraceae (42), Melastomataceae (16), Bromeliaceae e Apiaceae com sete cada, sendo todas também representadas no Itatiaia.

Continua havendo um destaque para as famílias Asteraceae e Melastomataceae, como já vem sendo verificado em trabalhos anteriores aqui mencionados.

Destacam-se aqui os dez gêneros também encontrados no Itatiaia, a saber: *Hydrocolite*, *Chaptalia*, *Senecio*, *Berberis*, *Valeriana*, *Vriesia*, *Salvia*, *Fuchsia*, *Passiflora* e *Piperomia*, correspondendo a 14,29% relacionado para este estudo.

No trabalho de Amanzo et al. (2003) realizado no Santuario Nacional Tabacónas em Nanballe e áreas ao redor, no Peru, para as famílias de fanerógamas, as cinco com maior riqueza (número de espécies) foram Asteraceae (26), Orchidaceae (22), Melastomataceae (18), Poaceae (15), Ericaceae (11), Rosaceae (10), sendo todas também descritas para o Itatiaia, acontecendo também um grande destaque para as quatro primeiras famílias, presentes constantemente nos campos de altitude e rupestres descritos neste trabalho.

Quanto aos gêneros descritos pelos autores, também estiveram presentes 28 no Itatiaia: *Baccharis*, *Senecio*, *Vernonia*, *Bidens*, *Berberis*, *Lobelia*, *Syphocampilus*, *Clethra*, *Weinmannia*, *Gaultheria*, *Geranium*, *Escallonia*, *Sisyrinchium*, *Juncus*, *Utricularia*, *Tibouchina*; *Myrsine*, *Fuchsia*, *Oxalis*, *Passiflora*, *Piperomia*, *Chusquea*, *Galium*, *Solanum*, *Valeriana* e *Isoetes*.

Foram descritas também cinco gêneros de pteridophytas, a saber: *Jamesonia*, *Huperzia*, *Lycopodium*, *Selaginella* e *Dicksonia*, sendo que este último apresentou uma espécie também descrita para o Itatiaia, *Dicksonia selloviana* (CONDACK, 2006). Quanto às briófitas foi relacionado o gênero *Sphagnum* e *Cladonia* para os líquens.

No trabalho de Berg e Suchi (2001), realizado nos páramos La Aguada, La Fría y Espejo, na Serra Nevada de Mérida na Venezuela, foram descritos também para o Itatiaia 22 gêneros de plantas vasculares: *Calamagrostis*, *Lobelia*, *Jamesonia*, *Podocarpus*, *Drimys*, *Clethra*, *Symplocos*, *Weinmannia*, *Myrsine*, *Gaultheria*, *Berberis*, *Oxalis*, *Chusquea*, *Valeriana*, *Cortaderia*, *Poa*, *Baccharis*, *Danthonia*, *Geranium*, *Carex*, *Isoetes* e *Plantago*.

Também foram relacionadas quatro gêneros de pteridophytas, *Huperzia*, *Blechnum*, *Asplenium* e *Lycopodium*, sendo os dois últimos também a nível de espécie como o *Asplenium monanthes* e *Lycopodium clavatum* (CONDACK, 2006).

O trabalho de Beltrán et al. (2009) foi realizado nos páramos do Equador, numa área de 1.337.119 ha que representa 5% do território nacional. Neste país os páramos estão presentes em 18 de 24 estados equatorianos.

Foram descritos 49 gêneros que também estão representados no Itatiaia: *Buddleja*, *Valeriana*, *Berberis*, *Hypericum*, *Gnaphalium*, *Lupinus*, *Plantago*, *Weinmannia*, *Escallonia*, *Clethra*, *Myrsine*, *Drimys*, *Podocarpus*, *Calamagrostis*, *Carex*, *Blechnum*, *Cortaderia*, *Jamesonia*, *Hypericum*, *Agrostis*, *Senecio*, *Sphagnum*, *Isoetes*, *Xyris*, *Baccharis*, *Geranium*, *Huperzia*, *Isoetes*, *Solanum*, *Gamochaeta*, *Bidens*, *Lupinus*, *Symplocos*, *Cerastium*, *Eryngium*, *Galium*, *Gaultheria*, *Hydrocotyle*, *Valeriana*, *Eriocaulon*, *Oxalis*, *Paepalanthus*, *Sysirinchium*, *Siphocampylus*, *Verbesina*, *Calamagrostis*, *Poa*, *Lycopodium* e *Trifolium*.

Um fato importante a destacar é que os últimos dois gêneros descritos também tiveram duas espécies descritas para o Itatiaia, sendo *Lycopodium clavatum* também mencionado no estudo de Berg e Suchi (2001) e Condack (2006) e *Trifolium repens*, também descrito por Ferreyra e Vidoz (2007).

No trabalho de Peña et al. (2006), realizado nos páramos de El Espino e Palambe, Sallique e Jaén, em Cajamarca, no Peru foram descritas 58 famílias, 130 gêneros e 252 espécies. Dentre as dicotiledôneas, as famílias com maior riqueza foram Asteraceae seguida de Ericaceae, Melastomataceae, Scrophulariaceae, Campanulaceae e Rosaceae.

Os gêneros com maior riqueza (número de espécies) foram *Senecio* (oito), *Miconia* e *Valeriana* (sete cada), *Calceolaria* (seis), *Arcytophyllum*, *Baccharis* e *Huperzia* (cinco cada), *Carex*, *Bomarea*, *Brachyotum*, *Lycopodium*, *Pleurothallis*, *Weinmannia* e *Monnina* (quatro cada). No Itatiaia, oito gêneros (6,15%) estiveram presentes: *Senecio*, *Valeriana*, *Huperzia*, *Jamesonia*, *Blechnum*, *Baccharis*, *Carex*, *Lycopodium* e *Weinmannia*.

3.2.5.6. A relação do Itatiaia com o elemento temperado

Safford (1999a) relaciona os gêneros *Fragaria*, *Geranium*, *Agrostis*, *Calamagrostis*, *Carex*, *Hieracium*, *Hypericum*, *Juncus*, *Poa* e *Ranunculus*. Os dois primeiros gêneros estiveram presentes neste estudo, entretanto os outros também foram citados por Brade (1956).

4. Conclusões

Parece ser essencial da análise integrada dos elementos botânicos e fitogeográficos, juntamente com a geologia, geomorfologia e hidrologia para compreensão dos campos de altitude do Itatiaia.

Quando comparado o Itatiaia com seu passado, numa tentativa de entender sua evolução e seu estado atual, ficou claro que os “páramos itatiaensis” têm uma relação muito forte com a região sudeste e sul do Brasil (65 espécies) e América do Sul (21 espécies) e, no nível de gênero, com os elementos andinos e austral-andino.

Mesmo quando a comparação foi entre campos de altitude e rupestres em território nacional, foram poucas as espécies que se repetiram. A concepção que estes ambientes isolados nos cumes das montanhas têm alto índice de endemismo é corroborada neste estudo.

Em relação aos páramos andinos, foram raras as espécies que também estiveram presentes no presente estudo, mas existiram como *Asplenium montales*, *Lycopodium clavatum*, *Dicksonia selloviana* e *Trifolium repens*, sendo respectivamente as três primeiras pteridophytas e uma fabaceae. Quanto aos gêneros, o Itatiaia teve uma grande relação com os páramos equatorianos, peruanos e venezuelanos estudados.

Em relação ao elemento austral-andino (Patagônia), a relação com o Itatiaia também foi forte. Na Argentina, em três parques nacionais, Los Glaciares, Lago Puelo e Nahuel Huapi isto ficou demonstrado. Tais resultados confirmam a hipótese levantada neste trabalho, da forte ligação com os páramos andinos e patagônia.

Acredito que a evolução do clima no terciário e quaternário (entre o Mioceno e Pleistoceno) influenciou a fixação da vegetação do Itatiaia e da América do Sul como um todo, ou melhor, permitiu ou não a sobrevivência da flora, sendo que este

processo vem acontecendo até hoje. Em termos climatológicos, atualmente estamos em um período de interglaciação, com as temperaturas aumentando e nos preparando para um novo período glacial. Hoje encontramos ainda existem no Itatiaia dois “relictos” deste período que são *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lanbertii*, espécies que são gimnospermas hoje raras no Brasil.

Em relação ao resultado encontrados no Itatiaia, quanto à diversidade, foi bem representativa em relação à área estudada, dentro de um universo de 550 espécies citadas para os campos de altitude de todo o sudeste por Safford (1999a).

Quanto às hipóteses propostas, o trabalho demonstrou que há uma certa diferenciação florística entre os campos graminóides e afloramentos rochosos e quanto às localidades (Altar, Prateleiras, Aiuruoca e Campo Belo), mas como levantado, a maioria são exclusivas dos campos graminóides e somente algumas dos afloramentos rochosos. Também foi demonstrado quantitativamente que há um predomínio florístico na primeira sinússia, e que inicialmente foi pensado é que esta diferenciação seria absoluta, mas isto não aconteceu.

Um outro fato interessante é que quando foram levantadas as espécies indicadoras, a maioria foi referente aos afloramentos rochosos e não aos campos graminóides. Tais espécies são importantes para a necessidade de uma recomposição vegetal, principalmente em relação ao fogo.

Quanto às formas de vida pode-se concluir é que em ambiente mais abertos, onde há maior incidência de luz, menor umidade e maior evapotranspiração, há o predomínio de hemicriptófitos, seguindo de nanofanerófitos. Quando estes fatores se invertem (diminuição da incidência solar, aumento da umidade e diminuição da evaporação), inverte-se a situação. Tais conclusões foram importantes para corroborar que tais modificações contribuem diretamente na composição das comunidades vegetais.

5. Considerações finais

O Itatiaia é um região exuberante, que ainda tem muito a oferecer, pois ainda existem áreas praticamente inexploradas cientificamente, como as áreas do morro

do Maromba, Marombinha, Cabeça de Leão, Cabeça de Leoa, Gigante e Ovo, a chamada borda leste.

Neste esforço de tentar caracterizar o padrão biogeográfico dos campos de altitude do Itatiaia podemos verificar que há uma pequena diferenciação entre a flora dos campos graminóides e dos afloramentos rochosos, o que pensávamos que seria maior. Entretanto foi surpreendente a quantidade de gêneros que têm relação com os elementos austral-andino e andino. A relação encontrada foi muito superior à mencionada por Brade em 1956 e por Safford em 1999a, confirmando a estreita relação do Itatiaia com estes elementos, e que esta é muito antiga, ligada ao último grande período de glaciação e interglaciação.

A geologia, geomorfologia, hidrologia, clima, umidade, pedologia parecem influenciar diretamente na ocorrência das espécies encontradas atualmente nos campos de altitude do Itatiaia e arredores.

A biogeografia como disciplina deve ser melhor aproveitada para termos uma visão um pouco mais fidedigna da realidade. Desta forma este estudo deve ser visto como um passo inicial e que a nosso ver deve ser ampliado para a Bocaina (SP / RJ), Serra Fina (MG / SP), Papagaio (MG), Campo das Antas (RJ), Morro do Cuca (RJ), Pico do Frade (RJ), Desengano (RJ) e Caparaó (MG / ES). Esta ampliação nos permitirá uma melhor visão da realidade dos páramos da região Sudeste.

6. Referências

AB'SÁBER, A. N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na America do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, São Paulo, n. 3, p. 1-19, 1977.

AGUIRRE, G. H. **Caracterização da vegetação arbustivo-arbórea de fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Montana**. 2008. Dissertação (Mestrado em Biologia)– Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ALIANÇA PARA CONSERVAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA. Hotspots: as regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta. **Aliança para Conservação da Mata Atlântica**. [S.l.: s.n., 200-?] Disponível em: <http://www.aliancamataatlantica.org.br/MA_hotspot_mundial.htm>. Acesso em: 1 mar. 2009.

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do IGG**, [s.l.], n. 41, p. 169-263, 1964.

ALMEIDA, F. F. M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s.l.], n. 48, p. 15-26, 1976.

ALMEIDA, J. P. **Revisão do plano de manejo do Parque Nacional do Itatiaia: diagnóstico de meio físico**. Itatiaia: [s.n.], 2011. Relatório técnico.

ALVES, R. J. V.; CANDIN, L.; KROPF, M. S. Angiosperm disjunction “Campos rupestres - restingas”: a re-evaluation. **Acta botânica brasileira**, [s.l.], v. 21, n. 3, p. 675-685, 2007.

AMANZO, J. et al. **Evaluación biológica rápida del Santuario Nacional Tabaconas**: Nanballe y zonas aledañas. [S.l., s. n.], 2003. Informe WWF – OPP: QM-91, Peru.

AMARAL, G. et al. Potassium-Argon dates of asaltic rocks from Southern Brazil. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, [s.l.], n. 30, p. 159-189, 1966.

AMARAL, G. et al. Potassium-argon ages of alkaline rocks from Southern Brazil. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, [s.l.], n. 31, p. 117-142, 1967.

APG III. An update of Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APGIII. **Botanical Journal of the Linnean Society**, [s.l.], n. 141, p. 399-436, 2011.

ASMUS, H. E.; FERRARI, A. L. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil. **Projeto Remac**, [s.l.], n. 4, p. 75-88, 1978.

ASSUMPÇÃO, M. et al. O terremoto de São Paulo de 1922. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro. **Atas...** v. 1. Rio Claro: SBG, 1979. p. 321-329.

AXIMOFF, I.; RODRIGUES, R. C. Histórico dos incêndios florestais do Parque Nacional do Itatiaia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1. p. 83-92, jan.-mar. 2011.

AXIMOFF, I.; RIBEIRO, K. T. (Orgs.). **Guia de plantas: Planalto do Itatiaia**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012.

BALDINI, K. B. L. **Etnoconhecimento como ferramenta para a conservação de recursos naturais no Parque Nacional do Itatiaia**. 2008. Dissertação (Mestrado)– Departamento de Análise Geoambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

BARBERENA, F. F. V. A.; BAUMGRATZ, J. F. A.; CHIAVEGATTO, B. Melastomataceae no Parque Nacional do Itatiaia, sudeste do Brasil: tribos Bertolonieae e Merianieae. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 59, n. 2, 2008.

BARBERENA, F. F. V. A. **Orchidaceae no Parque Nacional do Itatiaia, Sudeste do Brasil**: listagem e estudos taxonômicos na subtribo Laeliinae. 2010. Dissertação (Mestrado)– Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

BARBOZA, A. C. L. et al. Análise de fácies sedimentares aplicada à estudos de Reservatórios em depósito fluvial da formação Resende, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 15, Natal. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history from the tropical mountain region of Morro de Itapeva, SE Brazil. **Palaeo**, [s.l.], n. 129, p. 407-422, 1997.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, [s.l.], n. 99, p. 143-156, 1998.

BEHLING, H.; LICHTER, M. Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical southeastern Brazil. **Quaternary Research**, [s.l.], n. 48, p. 348-358, 1997.

BELTRÁN, K. et al. **Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador**. Quito: EcoCiencia, 2009. (Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA).

BENITES, V. M. et al. Soils associate with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica**, [s.l.], v. 30, n. 4, p. 569-577, 2007.

BERG, A.; SUCHI, S. La Vegetación de los Páramos La Aguada, La Fría y Espejo en los Andes Venezolanos. **Plantula**, [s.l.], v. 3, n. 1, p. 47-64, 2001.

BEURLIN, K.; SOMMER, F. W. Restos vegetais fósseis e tectônica da bacia calcária de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, [s.l.], n. 149, p. 1-27, 1954.

BRADE, A. C. A composição da flora Pteridófitas do Itatiaia: contribuição para a fitogeografia dessa região. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 6, n. 15, p. 29-43, jun. 1942.

BRADE, A. C. Contribuição para o conhecimento da flora dos Parques Nacionais de Itatiaia e Serra dos Órgãos. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 9, n. 19, p. 9-20, set. 1945.

BRADE, A. C. O gênero *Habenaria* (*Orchidaceae*) no Itatiaia. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 14, n. 26, p. 7-21, dez. 1951.

BRADE, A. C. A flora do Parque Nacional do Itatiaia. In: SERVIÇO FLORESTAL – PARQUE NACIONAL DO ITATIAIA. **Boletim n. 5**. [S.l.], 1956.

BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E. **Authors of plant names**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1992.

CAIAFA, A. N.; SILVA, A. F. Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais – Brasil. **Rodriguesia**, [s.l.], v. 56, n. 87, p. 163-173, 2005.

CAIAFA, A. N.; SILVA, A. F. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in Southeast Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, [s.l.], v. 30, n. 4, p. 657-664, 2007.

CARBONO, E.; LOZANO-CONTRERAS, G. Endemismos y otras singularidades de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia: posibles causas de origen y necesidad de

conservalos. **Revista Académica Colombiana de Ciencias**, [s.l.], v. 21, n. 81, p. 409-419, 1997.

CARVALHO, P. H. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

CLAPPERTON, C. **Quaternary geology and geomorphology of South America**. Amsterdã: Elsevier, 1993.

CONDACK, J. P. S. **Pteridófitas ocorrentes na região alto montana do Parque Nacional do Itatiaia**: análise florística e estrutural. 2006. Dissertação (Mestrado)– Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CORDANI, U. G.; TEIXEIRA, W. As Modificações Recentes na Paisagem. In: TEIXEIRA, W.; LINSKER, R. (Orgs.). In: **Itatiaia**: sentinela das alturas. São Paulo: Terra Virgem, 2007. p. 62.

COSTA, V. G. **Análise multivariada na identificação de efeitos de borda na comunidade vegetal em um trecho de Mata Atlântica urbana na região sudeste do Brasil**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)– Instituto de Biociências, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

DAMASCENO, E. R. **Distribuição altitudinal e diversidade das Samambaias e Licófitas na Floresta Atlântica do Parque Nacional do Itatiaia, RJ**. 2010. Dissertação (Mestrado)– Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G.; AMÍLCAR, A. A Origem das Paisagens. In: SILVA, C. R. (Ed.). In: **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. p. 33-56.

DÍAZ, O. R.; FERNANDÉZ-ALONSO, J. L. Análisis corológico de la flora endémica de la serranía de Perijá, Colombia. **Anais do Jardim Botânico de Madri**, [s.l.], v. 60, n. 2, 2003.

DÚSEN, P. Sur la flore de la serra do Itatiaia. **Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 13, p. 1-120, 1905.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006.

FELFILI, J. M. et al. **Fitossociologia no Brasil**: métodos e estudos de casos. Viçosa (MG): UFV, 2011.

FERNÁNDEZ-ALONSO J. L. Algunos patrones de distribución y endemismo en plantas vasculares de los Páramos de Colombia. In: CONGRESO MUNDIAL DE PÁRAMOS DE PAIPA, Boyacá, 2002. **Trabajos...** [S.l.: s.n.], 2002. p. 213-229.

FERREYRA, M.; VIDOZ, F. **Exploración de la flora, vegetación e fauna altoandinas em el Parque Nacional Lago Puelo**: informe inicial. Bariloche: Sembrar, 2007.

FERREYRA, M.; CLAYTON, S.; EZCURRA, C. La flora alto andina de los sectores este y oeste del Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina. **Darwiniana**, [s.l.], v. 36, n. 1-4, p. 65-79, 1998.

FILGUEIRAS, T. S. Herbaceous plant communities. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.) **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Nova York: Columbia University, 2002. p. 122-139.

FILHO, A. C. et al. **Mapa de Solos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2000. Escala 1:500.000. (Projeto Rio de Janeiro).

FILHO, E. I. F. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais: legenda expandida**. Belo Horizonte, 2010.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Mata Atlântica. **Fundação SOS Mata Atlântica**. [S.l., s.n., 200-?]. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata>>. Acesso em: 1 mar. de 2009.

FURTADO, L. M. V. et al. **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 Nº 50.516 – PNUD, 2001.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Eds.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; Conservação Internacional, 2005. P. 3-11.

GALVÃO, F.; AUGUSTIN, C. A gênese dos campos sulinos. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 191-200, 2011.

GARCIA, F. C. P.; NEVES, D. S. A subfamília Faboideae (Leguminosae) no Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50., Blumenau, 1999. **Programa e resumos...** Blumenau: Sociedade Botânica do Brasil; Universidade Regional de Blumenau, 1999, p. 56.

GENTRY A. H., 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**, [s.l.], v. 69, p. 557-593, 1982.

GENTRY, A. H. 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**. Nova York: New York Botanical Garden, 1995. p. 103-126.

GIOVANETTI ALVES, R. **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**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso

(Especialização em Gestão Ambiental– Centro Universitário Geraldo di Biase, Volta Redonda, 2009.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. Tradução de Fabricio Begiato Baccaro, Helder Mateus Viana Espírito Santo, Miriam Plaza Pinto, Murilo Sversut Dias e Victor Lemes Landeiro. Porto Alegre: Artmed, 2011.

GRYTNES, J. A.; HEEGAARD, E.; IHLEN P. G. Species richness of vascular plants, bryophytes, and lichens along an altitudinal gradient in western Norway. **Acta Oecologica**, [s.l.], n. 29, p. 241-246, 2006.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, [s.l.], v. 4, n. 1, 2001.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000.

HASSELMANN, C. F. Excursão ao Itatiaya. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 1, n. 4, p. 49-50, 1936.

HASSELMANN, C. F. Contribuição ao estudo da flora mycologica do Itatiaya. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 2, n. 8, p. 55-58, mar.-jun. 1937.

HASUI, Y. Quadro geotectônico e estrutural da sismicidade natural. In: SIMPÓSIO SOBRE SISMICIDADE NATURAL E INDUZIDA, São Paulo, 1979. **Atas...** São Paulo: ABGE, 1979. p. 9-13.

HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; COIMBRA, A. M. The Ribeira Folded Belt., [s.l.], n. 5, p. 257-266, 1975.

HASUI, Y.; GIMÉNEZ, A.F.; MELO, M.S. Sobre as bacias tafrogênicas continentais do Sudeste Brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., Recife, 1978. **Anais...** v. 1. Recife: SBG, 1978. p. 328-391.

HASUI, Y.; SADOWSKI, G. R. Evolução geológica do pré-Cambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, [s.l.], n. 6, p. 180-200, 1976.

HEILBRON, M. et al. A orogênese Brasileira no segmento central da Faixa Ribeira, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, [s.l.], v. 25, n. 4, p. 249-266, 1995.

HEMMENDORFF, E.; MOREIRA, C. Relatório das excursões efectuadas na margem esquerda do Rio Branco em S.Paulo e no Itatiaya na serra da Mantiqueira. **Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 159-168, 1903.

HOFSTEDE, R.; SEGARRA, P. ; VÁSCONEZ, P. M. (Eds.). **Los Páramos del Mundo**. Quito: Global Peatland Initiative; NC-IUCN; Ecociencia, 2003. (Proyecto Atlas Mundial de los Páramos).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. rev. e amp. Rio de Janeiro, 2012. (Manuais técnicos em Geociência, 1).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Quatro Picos brasileiros têm sua altitude Alterada. **Comunicação social IBGE**, 13 set. 2004.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Geologia tectônica, geomorfologia e sismologia regionais de interesse às usinas nucleares da prais de Itaorna**. São Paulo, 1982.

IRIBARREN, M. L.; FERREYRA, M. **Flora y vegetación altoandina: Parque Nacional Los Glaciares - Zona Norte y áreas vecinas; informe final**. [S.l.: s.n.], 2011.

JESUS, M. F. S. **Análise dos efeitos de borda sobre a composição, dinâmica e estrutura da comunidade arbórea na Mata Atlântica da Reserva Biológica do Tinguá – RJ**. 2009. Dissertação (Mestrado em Biologia)– Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2009.

KRÖMER, T. et al. Diversity of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. **Journal of Biogeography**, [s.l.], n. 32, p. 1799-1809, 2005.

KRUSKAL, J. B. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. **Psychometrika**, Williamsburg, v. 29, n. 1, p. 1-27, mar. 1964.

LAMEGO, A. R. **O homem e a serra**. Rio de Janeiro: Divisão Cultural; IBGE, 1963.

LAUAR, C. R. M. **Paleomagnetismo e correlações com idades radiométricas: alguns exemplos**. São Paulo: USP, 1988. Seminário apresentado ao Instituto de Geociências.

LEDRU, M.; SALGADO-LABOURIAU, M.L.; LORSCHETTER, M.L. Vegetation dynamics in south and central Brazil during the last 10,000 years BP. **Review of Palaeobotany and Palynology**, [s.l.], n. 99, p. 131-142, 1988.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE L. **Numerical Ecology**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 1998.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Ed.). **Geografia do Brasil: região Sul**. v. 2. Rio de Janeiro: SERGRAF; IBGE, 1990. p. 113-150.

LIEBSCH, D.; MARQUES, M. C. M.; GOLDENBERG, R. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance?: changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, [s.l.], n. 141, p. 1717-1725, 2008.

LIMA, W. G.; GUEDES-BRUNI, R. R. *Myrceugenia* (Myrtaceae) ocorrentes no Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 55, n. 85, 2004.

MARTINELLI, G.; VAZ, A. M. S. F. Padrões fitogeográficos em *Bromeliaceae* dos campos de altitude da floresta pluvial tropical costeira do Brasil, no Estado do Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 38-40, n. 64-66, p. 3-10, 1986-1988.

MARTINELLI, G. **Campos de Altitude**. 2. ed. Rio de Janeiro: Index, 1996.

MCCUNE, B.; GRACE, J. B.; URBAN, D. L. **Analysis of ecological communities**. Gleneden Beach: MjM, 2002.

- MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PCORD5.exe: Multivariate Analysis of Ecological Data. v. 5.10. Glendon Beach: MjM, 2006. Inglês. Configurações mínimas de 80MHz, 8Mb de memória RAM, 16Mb de HD e Plataforma Windows.
- MENÉNDEZ, C. A. Die fossilen Floren Südamerikas. **Biogeography and Ecology in South America**, [s.l.], v. 2, p. 519-561, 1969.
- MIOTO, J. V.; HASUI, Y. A zona sismogênica de Santos. In: SIMPÓSIO DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 4., Belo Horizonte, 1993. **Boletim...** n. 12. Belo Horizonte: SBG/MG, 1993. p. 302-303.
- MOCOCHINSKI, A. Y.; SCHEER, M. B. Campos de altitude na Serra do Mar paranaense: aspectos florísticos. **Floresta**, [s.l.], v. 4, p. 625-640, 2008.
- MODENESI, M. C. Depósitos de Vertente e Evolução Quaternária do Planalto do Itatiaia. **Revista IG**, [s.l.], v. 13, n. 1, p. 31-46, 1992.
- MONTEIRO, D.; GUIMARÃES, E. F. Flora do Parque Nacional do Itatiaia – Brasil: Peperomia (Piperaceae). **Rodriguésia**, [s.l.], v. 59, n. 1, 2007.
- MONTEIRO, D.; GUIMARÃES, E. F. Flora do Parque Nacional do Itatiaia – Brasil: Manekia e Piper (Piperaceae). **Rodriguésia**, [s.l.], v. 60, n. 4, 2009.
- MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, [s.l.], n. 32, p. 786-792, 2000.
- MORIM, M. P. Leguminosae arbustivas e arbóreas da floresta atlântica do Parque Nacional do Itatiaia, sudeste do Brasil: padrões de distribuição. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 57, n. 1, 2005.
- MORIM, M. P.; BARROSO, G. M. Leguminosae arbustivas e arbóreas da floresta atlântica do Parque Nacional do Itatiaia, sudeste do Brasil: subfamílias Caesalpinioideae e Mimosoideae. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 58, n. 2, 2007.
- MOURA, J. R. S. et al. “Desequilíbrios ambientais” na evolução da paisagem: o Quaternário tardio no médio vale do Rio Paraíba do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., São Paulo, 1992. **Boletim de resumos expandidos...** São Paulo: SBG, 1992. p. 309-310.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. Nova York: John Xilley & Sons, 1974.
- OCCHIONI, P. Relatório da excursão botânica realizada à Serra do Itatiaia pelo naturalista Paulo Occhioni. **Rodriguesia**, [s.l.], v. 10, n. 21, p. 123-128, dez. 1947.
- OLIVEIRA, R. B.; GODOY, S. A. P. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno: Altinópolis, São Paulo. **Biotropica**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 37-47, 2007.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FLUMINHAM FILHO, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Queda do Rio Bonito. **Cernea**, Lavras, n. 5, p. 51-64, 1999.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, [s.l.], n. 32, p. 793-810, 2000.

PENALVA, F. Geologia e tectônica da região do Itatiaia, sudeste do Brasil. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**, São Paulo, n. 302, p. 95-196, 1967.

PEÑA, J. L. M.; VEJA I. S.; TAPIA, J. F. M. Estado actual de la diversidad florística del páramo sectores: El Espino y Palambe, Sallique e Jaén, Cajamarca, Peru. **Ecología Aplicada**, [s.l.], v. 5, n. 1-2, 2006.

PEREIRA I. M. et al. Composição florística do compartimento arbóreo de cinco remanescentes florestais do maciço do Itatiaia, Minas Gerais e Rio de Janeiro. **Rodriguesia**, [s.l.], v. 57, n. 1, p. 103-126, 2006.

PEREIRA, P. H.; MANSANO, V. F. Estudos taxonômicos da tribo Tecomeae (Bignoniaceae) no Parque Nacional do Itatiaia, Brasil. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 59, n. 2, 2008.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil: Fanerozóico**. São Paulo: USP, 1983.

PRIETO, P. V. **Efeitos de borda sobre o sub-bosque da Mata Atlântica de terras baixas na Reserva Biológica União, RJ**. 2008. Dissertação (Mestrado em Biologia)– Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PILGER, R. K. F.; SCHULZE, G. K. Uma nova especie de *Fuchsia* do Itatiaia. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 95-96, 1935.

PINTO, M. Decreto da Mata Atlântica é tido como exemplo de triunfo da participação popular. **Ambiente Brasil**. [S.l.: s.n.], nov. 2008. Disponível em: <www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 1 nov. 2008.

PIRES, J. P. A. **Biologia reprodutiva de *Pseudopiptadenia contorta* e *P. leptostachya* (Leguminosae: Mimosoideae) no Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro**. 2006. Dissertação (Mestrado)– Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

POR, F. D. **Sooretama: the Atlantic rain forest of Brazil**. Den Haag: SPB Academic, 1992.

PORTO, P. C.; WERDERMANN, E. Uma especie interessante de *Hipsalis* do Itatiaia: *Rhypsalis epiphylloides*. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 2, n. 5, p. 177-178, jun.-set. 1936.

RABELO, M. V. Paleogeografia dos depósitos do Grupo Barreiras da Costa do Estado de Sergipe. **Geociências**, [s.l.], n. 6, p. 79-100, 1987.

RAMOS, C. G. V. **Lycopodiaceae no Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro, Brasil**. 2007. Dissertação (Mestrado)– Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

RAMOS, R. R. C.; MELLO, C. L.; SANSON, M. S. R. Revisão estratigráfica da bacia de Resende, *rift* continental do sudeste do Brasil, Estado do Rio de Janeiro. **Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 59-69, 2006.

RAVEN, P. H.; AXELROD, D. I. Angiosperm biogeography and past continental movements. **Annals of Missouri Botanical Garden**, [s.l.], n. 61, p. 539-673, 1974.

RIBEIRO, K. T.; MEDINA, B. M. O. Estrutura, dinâmica e biogeografia das ilhas de vegetação sobre rochas do Planalto do Itatiaia, RJ. In: IBAMA; UFRRJ; PARQUE NACIONAL DO ITATIAIA. **Boletim n. 10**. [S.l.], 2002.

RIBEIRO, K. T.; MEDINA, B. M. O.; SCARANO, F. R. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, [s.l.], v. 30, n. 4, p. 623-639, 2007.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed?; implications for conservation. **Biological Conservation**, [s.l.], n. 142, p. 1144-1156, 2009.

RIBEIRO FILHO, E. Geologia e petrologia dos maciços alcalinos do Itatiaia e Passa Quatro. **Geologia**, São Paulo, n. 22, p. 5-93, 1963.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. v. 1. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 89-168.

RICCOMINI, C. **O Rift Continental do Sudeste do Brasil**. 1989. Tese (Doutoramento em Geologia)– Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L.G.; FERRARI, A.L. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Orgs.). **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 383-405.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. São Paulo: USP, 1979.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. [S.l.]: Âmbito Cultural, 1997. RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens: uma visão sistêmica da análise ambiental**. 2. ed. Fortaleza: UFC, 2007.

SADOWSKI, G. R.; CSORDAS, S. M.; KANJI, M. A. Sismicidade da plataforma brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife. **Anais...** v. 5. Recife: SBG, 1978. p. 2347-2361.

SAFFORD, H. D. F. Brazilian Páramos I: an introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, [s.l.], v. 26 p. 693-712, 1999.

SAFFORD, H. D. F. 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**, [s.l.], v. 26, p. 713-737, 1999.

SAFFORD, H. D. F. Brazilian Páramos IV: phytogeography of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, [s.l.], v. 34, p. 1701-1722, 2007.

SANTOS, T. R. R. **Fitogeografia da vegetação arbustivo-arbórea em áreas de Cerrado Rupestre no Estado de Goiás**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências

Florestais)– Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. (Ed.). **El medio-ambiente páramo**. Caracas: Centro de Estudios Avanzados, 1979.

SALVADOR, E. D. **Análise neotectônica da região do vale do rio Paraíba do Sul compreendida entre Cruzeiro (SP) e Itatiaia (RJ)**. 1994. Dissertação (Mestrado em Geologia)– Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian atlantic rainforest. **Annals of Botany**, [s.l.], v. 90, n. 4, p. 517-524, 2002.

SCHUMM, L. **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**. 2006. Dissertação (Mestrado)– Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SEGADAS-VIANNA, F. **Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brasil: I – Altitudinal zonation of the vegetation**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 1965.

SEGADAS-VIANNA, F.; DAU, L. **Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brasil: II – Climates and altitudinal climatic zonation**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 1965.

SOBRAL, M.; STEHMANN, J. R. An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990 - 2006). **Taxon**, [s.l.], n. 58, p. 227-232, 2009.

SHEPHERD, G. J. **FITOPAC.exe**. v. 2.1.2.85. Campinas: Unicamp, 2010. Disponível em: <<http://www.taxondata.org/files/index.php?dir=fitopac>>. Acesso em: 10 jul. 2010.

STEHMANN J. R.; FORZZA R. C.; SALINO A.; SOBRAL M.; COSTA, D. P.; KAMINO L. H. Y. (Eds.). **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009.

STILING, P. **Ecology: theory and applications**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

TAKYIA, H. **Estudo da sedimentação neogênico – quaternário no Município de São Paulo: caracterização dos depósitos e suas implicações na geologia urbana**. 1977. Tese (Doutoramento em Geologia Sedimentar)– Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.

TEIXEIRA, W; CORDANI, U. G. A Ruptura do Alicerce Continental e o Surgimento do Oceano Atlântico. In: TEIXEIRA, W.; LINSKER, R. (Orgs.). **Itatiaia: Sentinela das Alturas**. São Paulo: Terra Virgem, 2007. p. 50-59.

TOMZHINSKI, G. W. **Análise geocológica dos incêndios florestais no Parque Nacional do Itatiaia**. 2012. Dissertação (Mestrado)– Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

ULE, E. Relatório de uma excursão botânica feita na serra do Itatiaia. **Revista do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 9, p. 185-223, 1895.

VAN DER HAMMEN, T.; CLEEF, A. M. Datos de la historia de la flora andina. **Revista Chilena de Historia Natural**, [s.l.], n. 56, p. 97-107, 1983.

VAN DER HAMMEN, T.; CLEEF, A. M. Development of the high Andean páramo flora and vegetation. In: VUILLEUMIER, F.; MONASTERIO, M. (Ed.). **High altitude tropical biogeography**. Oxford: Oxford University, 1986. p. 153-201.

VATTIMO, I. *Lauraceae* do Itatiaia. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 18-19, n. 30-31, p. 39-86, dez. 1956.

VATTIMO, I. et al. Flora do Itatiaia I. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 20, n. 32, p. 27-243, dez. 1957.

VIADANA, A. D; CAVALCANTI, A. P. B. A teoria dos Refúgios vegetacionais aplicada ao Estado de São Paulo. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 8-9, n. 1, p. 61-80, 2007.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. Tese (Doutoramento em Ecologia)- Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

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