

O que Perdemos com a Passagem do Fogo pelos Campos de Altitude do Estado do Rio de Janeiro?

Izar Aximoff¹

Recebido em 16/4/2011 – Aceito em 3/7/2011

RESUMO – A presença do fogo nos campos de altitude do estado do Rio de Janeiro e as espécies ameaçadas de extinção presentes neste ecossistema foram estudados. O regime do fogo é apresentado associado às áreas e componentes de fauna e flora atingidos. Foram também analisados os registros dos agentes causadores e as causas, o quantitativo de bombeiros e brigadistas, os gastos e demais informações sobre o combate. Em especial, são apresentadas informações sobre o fogo nos campos de altitude do Parque Nacional do Itatiaia e também das espécies ameaçadas que existem nesta Unidade de Conservação. Os resultados apontam que cerca de 15% do total de ocorrências de incêndio nas UC do estado (841 incêndios desde a criação das UC até o momento) foram em áreas acima de 1600m de altitude. Mais de 70% dos incêndios foram nos campos de altitude do Parque Nacional do Itatiaia. Nesta UC existem 35 espécies classificadas a nível nacional como ameaçadas de extinção e que só existem em Itatiaia. Este valor corresponde a 30% das espécies ameaçadas com ocorrência para os campos de altitude do estado. Algumas espécies ameaçadas e não tolerantes ao fogo estão com populações reduzidas por conta do impacto deste distúrbio, causado quase que totalmente pelo homem, responsável por 97% dos incêndios com agente causador conhecido. Apenas 0,5% das ocorrências são tidas como de origens naturais. Os impactos do fogo sobre a biota ameaçada de extinção e que não tolera o fogo não pode continuar.

Palavras-chave: campos de altitude; espécies ameaçadas; fogo; Itatiaia; Rio de Janeiro.

ABSTRACT – The occurrence of fire in “campos de altitude” (high altitude grasslands) and the endangered species present in this ecosystem were studied. The fire regime is presented and components associated with the areas, flora and fauna affected. Were also recorded and analyzed the causative agents and causes, fire and firefighters, expenses and other information about the firefight. In particular we present information about the fire in high altitude grasslands of the Itatiaia National Park and also the endangered species that exist in this Protected Area (PA). The results show that about 15% of the fire that occurred in this PA (841 fires) were in areas above 1600m above sea level. Over 70% of the fires were in the high mountain grasslands of the Itatiaia National Park where there are 35 nationally threatened species that exist only in PA, accounting for 30% of threatened species occurring to high altitude grasslands of the state. Populations of some endangered and not fire tolerant species, are reduced due to the impact of this disorder caused almost entirely by human. Only 0.5% of events are of natural origins. The impacts of fire on the biota threatened of extinction and that does not tolerate fire should not continue.

Key words: endangered species; fire; high altitude grasslands, Itatiaia, Rio de Janeiro.

¹ Instituto Estadual do Ambiente/INEA-RJ, Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas/DIBAP, Av. Venezuela, 110/3º andar, Saúde – Rio de Janeiro-RJ. CEP:20.081-312. E-mail: Izar.aximoff@gmail.com

Introdução

A utilização do fogo pelas primeiras ocupações indígenas e em seguida pelo homem branco, como ferramenta para atividades agropastoris que incluem manejo de pastagens para criação de gado, plantio de culturas como cana de açúcar e café, vem sendo uma das principais ameaças humanas à preservação dos ecossistemas do Bioma Mata Atlântica (Dean 2002). Novas tendências de uso do fogo, relacionadas tanto à garantia do uso do solo na expansão imobiliária quanto a atos criminosos também vêm contribuindo para a degradação ambiental.

O estado do Rio de Janeiro, com uma das maiores densidades demográficas do país (Bergallo *et al.* 2009), possui a segunda maior porcentagem de Floresta Atlântica entre os estados brasileiros (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE 2009). A pressão humana aos ambientes naturais é quase inevitável, sendo que os campos de altitude, um dos ecossistemas associados a Mata Atlântica (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Scarano 2002), onde o fogo de origem natural é raro (Aximoff & Rodrigues 2011), há mais de um século sofrem impactos com o fogo de origem humana (Dusén 1955, Brade 1956, Martinelli 1996, 2007, Safford 2001).

Este ambiente restrito aos topos das montanhas mais elevadas presentes nas Serras do Mar e da Mantiqueira e rico em casos de endemismos de fauna e flora (Martinelli 1996, Safford 1999a, Geise *et al.* 2004, Gonçalves *et al.* 2007, Vasconcellos & Rodrigues 2010), apresenta algumas características que facilitam a passagem do fogo, como o clima seco e congelante, vegetação dessecada durante o inverno e fortes ventos (Brade 1956, Segadas-Vianna & Dau 1965, Safford 1999a, Ribeiro *et al.* 2007). Além disso, muitos proprietários rurais com propriedades inseridas em áreas campestres contíguas aos campos de altitude tem seu sustento na atividade agropastoril e utilizam fogo em seu manejo, prática que aumenta o risco do fogo se alastrar para fora da propriedade e atingir áreas protegidas ou mesmo espécies ameaçadas de extinção, que existem naquele tipo de ambiente e que não toleram o fogo.

Embora alguns dos primeiros estudiosos deste ambiente já citassem o fogo em seus artigos e relatórios de viagem (Dusén 1955, Brade 1956), apenas recentemente pesquisas sobre este tema passaram a ser desenvolvidas nos campos de altitude do sudeste do Brasil (Safford 2001, Aximoff & Rodrigues 2011). Ainda assim, conhecemos pouco tanto o regime do fogo neste ambiente quanto as espécies ameaçadas de extinção presentes nestas áreas. Este artigo tem como objetivos levantar estas informações básicas a fim de subsidiar maior conhecimento para tomada de decisão relativa ao manejo do fogo nos campos de altitude do estado do Rio de Janeiro.

Materiais e métodos

Área de estudo

Os campos de altitude são um ecossistema associado ao Bioma Mata Atlântica (Scarano 2002), distribuído acima dos limites de ocorrência das florestas, nas cumeeiras das serras da Mantiqueira, do Mar e do Caparaó localizadas no sudeste e sul do Brasil (Martinelli 1996, 2007, Rambaldi *et al.* 2003, Caiafa & Silva 2007, Safford 2007, Mocoichinski & Scheer 2008) ocupando 350 km² do território brasileiro, segundo Safford (1999a). Em geral, ocorrem a partir da altitude de 1600-1800m até cerca de 2.900m, apresentando constantemente temperaturas baixas e geadas (Segadas-Vianna & Dau 1965, Safford 1999b). Este ecossistema apresenta fisionomia dominada por matriz campestre entremeada por afloramentos rochosos em grande parte graníticos, sobre os quais também ocorrem muitas espécies de plantas (Safford 1999a, Medina *et al.* 2006, Ribeiro *et al.* 2007). Tanto as condições climáticas quanto pedológicas representam uma barreira clara para espécies florestais se estabelecerem neste ambiente (Larson *et al.* 2000, Ribeiro 2002).

Embora presente elevada diversidade de espécies endêmicas (Martinelli 1996), o que segundo Safford (1999b) indica relativa antiguidade deste ecossistema, os campos de altitude estão na situação de maior isolamento em relação aos outros tipos de vegetação da Mata Atlântica por

estarem confinados no alto das montanhas. Esta característica, associada aos diversos impactos causados pelo homem, por exemplo, pelo uso do fogo, pelo turismo em excesso, pelo uso como áreas de pastagem para o gado (Ribeiro *et al.* 2007, Aximoff & Rodrigues 2011), tem levado tanto à destruição do habitat que os circunda (*buffering zone*) e que auxilia em parte de sua proteção (Porembski *et al.* 1998), quanto à descaracterização de sua própria área de ocorrência. A introdução de espécies exóticas e a ameaça pela elevação das temperaturas com aquecimento global representam outros fatores que colocam em risco a existência deste tipo de ambiente (Martinelli 2007).

Neste estudo foram utilizados dados referentes ao estado do Rio de Janeiro, que ocupa pouco mais de 4 milhões de hectares (0,5%) do território nacional e apresenta 8,5% da população do país, concentrada em grande parte nas áreas urbanas ao longo do litoral. No estado, 685 mil hectares (17%) são protegidos por Unidades de Conservação federais e estaduais (Bergallo *et al.* 2009). Estas, assim como as áreas protegidas municipais, garantem proteção à segunda maior porcentagem (19,60%) de remanescentes do Bioma Mata Atlântica, encontrados em um estado brasileiro (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE 2009).

Coleta e análise de dados

A partir dos limites geopolíticos do estado e dos limites das áreas protegidas fornecidos pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) foram identificadas as localidades do estado acima da cota de 1600 metros de altitude, cota altitudinal mais baixa onde foram encontrados campos de altitude no estado (Martinelli 1996), e as Unidades de Conservação (UC) onde estas áreas estão inseridas, por meio do Sistema de Informações Geográficas Arc Gis 9.2 (Esri 2006).

As informações dos Registros de Ocorrência de Incêndios (ROI) das UC federais com campos de altitude foram obtidas junto ao Sistema Nacional de Informações sobre Fogo do Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PREVFOGO), vinculado ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA 2011). A partir de consulta ao Serviço de Guardas Parque do INEA foram obtidas informações referentes aos incêndios florestais que ocorreram nas UC estaduais. Foram consultados também os Planos de Manejo das UC na busca por informações sobre a ocorrência de incêndios florestais.

Em seguida, foram identificadas as seguintes informações: (1) número total de incêndios registrados desde a criação das UC até 2011, (2) extensão das áreas atingidas, (3) meses de maior incidência durante os anos, (4) fauna e flora atingidos, (5) agentes causadores e causas dos incêndios, (6) número de bombeiros e brigadistas envolvidos, (7) gastos com combate e (8) perícias realizadas. Estas informações foram organizadas em planilhas eletrônicas e posteriormente analisadas.

Foram também levantadas informações das espécies de flora e fauna com ocorrência para os campos de altitude aqui estudados. O registro das espécies foi realizado a partir de levantamento bibliográfico e da busca em *sites* especializados. Para identificação da flora (Briófitas, Pteridófitas, Gimnosperma e Angiosperma) foram utilizadas as listas de coleta geradas pelo Herbário *on line* do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Para gerar as listas de espécies foram utilizadas palavras-chave como o nome da UC e/ou o nome do(s) município(s) com ocorrência de campos de altitude. Em seguida foram selecionadas apenas as espécies coletadas acima de cota de 1.600m de altitude. Algumas vezes o próprio nome das espécies foi utilizado como palavra-chave na busca pelo local de ocorrência no estado.

Para identificar as espécies da flora ameaçadas de extinção ocorrentes nos campos de altitude, foi utilizada a lista oficial do Ministério do Meio Ambiente (Instrução Normativa nº 06, setembro de 2008), incluindo os dois anexos, sendo que no primeiro estão listadas 472 espécies como ameaçadas e no segundo estão listadas outras 1079 como potencialmente ameaçadas, mas

sem dados suficientes para avaliação objetiva. O livro *Plantas da Floresta Atlântica* também foi utilizado (Stehmann *et al.* 2009).

A identificação das espécies de fauna ameaçadas de extinção foi feita através do livro vermelho de espécies ameaçadas de extinção publicado em 2008 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA 2008). Neste livro, para cada espécie da fauna ameaçada, são identificadas as Unidades de Conservação de ocorrência. Além disso, foi realizado levantamento bibliográfico referente a estudos sobre fauna nas Unidades de Conservação do estado.

Resultados e discussão

Áreas acima de 1600m

As localidades do Estado do Rio de Janeiro que ocorrem acima da altitude de 1600m ocupam uma extensão total de 21.439ha, equivalente a 0,5% da área do Estado (Figura 1). A maior parte destas áreas (97,8%) encontra-se inseridas em nove Unidades de Conservação (Tabela 1), distribuídas pelas Serras do Mar e da Mantiqueira, conhecidas por abrigar alguns dos maiores remanescentes de Mata Atlântica do sudeste do Brasil (Tabarelli *et al.* 2005). Os campos de altitude que ocorrem na Serra do Mar estão representados desde o norte do estado na Serra do Desengano, ocupando também parte das regiões central e sul fluminense. A porção da Serra da Mantiqueira presente no estado está situada mais para o interior da região sul, próximo à divisa dos estados de São Paulo e Minas Gerais. As Unidades de Conservação (UC) de proteção integral protegem mais de 90% dos campos de altitude. Mesmo assim estes ambientes sofrem com diversos impactos de origem humana (Martinelli 2007).

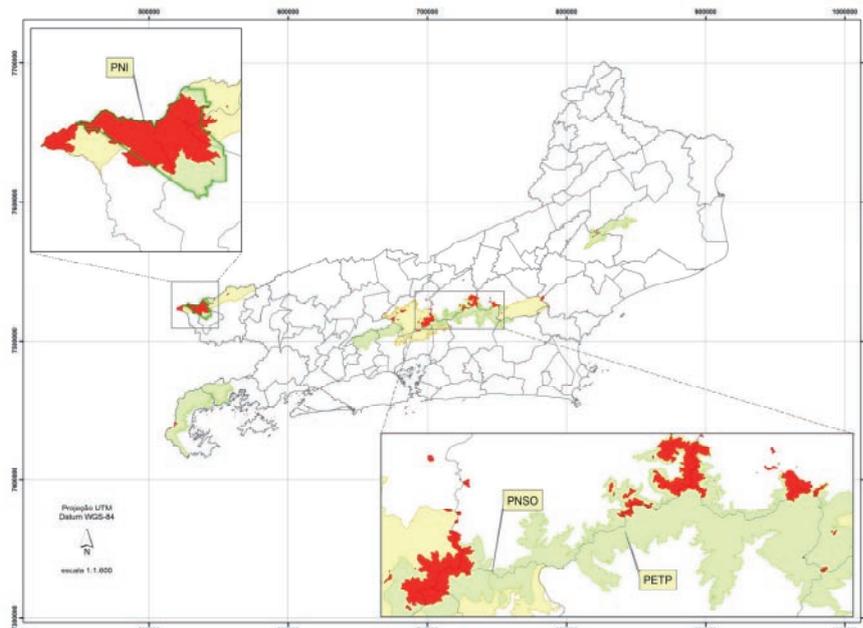


Figura 1 – Mapa indicando a localização das áreas acima de 1.600m de altitude (vermelho) no Estado do Rio de Janeiro. As regiões com as maiores extensões destas áreas foram ampliadas e destacadas as Unidades de Conservação onde estão inseridas. Abreviações: PNI= Parque Nacional do Itatiaia, PNSO= Parque Nacional da Serra dos Órgãos e PETP= Parque Estadual dos Três Picos.

Figure 1 – Map showing the location of the areas above 1,600m a.s.l. (red) in the State of Rio de Janeiro. The major extensions of these areas have been enlarged, highlighting the protected areas where they are inserted. Abbreviations: PNI= Itatiaia National Park, PNSO= Serras dos Órgãos National Park and PETP= Três Picos State Park.

Embora não existam publicações sobre o assunto, é razoável considerar que as áreas de campos de altitude fora de UC, cerca de 500 ha, mesmo estando protegidas legalmente por diferentes atos normativos como por exemplo a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006) e o Código Florestal (Lei nº 4771/1965), apresentam risco maior de degradação do que as áreas também de campos de altitude inseridas em UC, devido à menor frequência de fiscalização das autoridades ambientais. Deve-se registrar ainda que a própria proteção legal que o Código Florestal fornece a este tipo de ambiente, ao considerar os topos de morro e a vegetação acima da cota de 1.800m como áreas de preservação permanente poderá ser perdida caso as alterações propostas recentemente ao conteúdo desta Lei venham a ser aprovadas pelo Congresso Nacional (Metzger 2010, Ribeiro & Freitas 2010).

Metade da extensão de campos de altitude no estado está no interior e entorno do Parque Nacional do Itatiaia, onde está localizado o pico das Agulhas Negras (2.792m), ponto mais elevado do estado e quinto ponto mais elevado do país. Para esta UC, cerca de 10.000ha estão acima da cota de 2.000m de altitude. O Parque Estadual dos Três Picos (PETP) e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PNSO), respectivamente com 21% e 20% das áreas dos campos de altitude, são as outras duas UC com maior extensão de campos de altitude. No Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNB), apenas 0,14ha de seus campos de altitude estão em território fluminense, e a maior parte, incluindo o ponto culminante, está no Estado de São Paulo.

Tabela 1 – Descrição da área total (hectares), da área acima de 1600m, dos pontos culminantes e municípios em que estão localizadas as Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro que apresentam campos de altitude. Abreviações: APAP= Área de Proteção Ambiental de Petrópolis, APAM= Área de Proteção Ambiental de Macaé de Cima, PED= Parque Estadual do Desengano, PETP= Parque Estadual dos Três Picos, PNB= Parque Nacional da Bocaina, PNI= Parque Nacional do Itatiaia, PNSO= Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RBA= Reserva Biológica de Araras, RBT= Reserva Biológica do Tinguá.

Table 1 – Description of the total area (hectares), of the area above 1600m, the highest points and municipalities of Protected Areas with high altitude grasslands, within Rio de Janeiro State. Abbreviations: APAP = Environmental Protection Area of Petrópolis, APAM = Environmental Protection Area of Macaé de Cima, PED = Desengano State Park, PETP = Três Picos State Park, PNB = Serra da Bocaina National Park, PNI = Itatiaia National Park, PNSO = Serra dos Órgãos National Park, RBA = Araras Biological Reserve, RBT = Tinguá Biological Reserve.

Unidade de Conservação	Área total (ha)	Extensão >1600m (ha)	% acima de 1600m	Ponto culminante (metros)	Municípios
APAP	59.618,0	793,0	3,8	Couto (1.766m)	Petrópolis, Magé, Guapimirim e Duque de Caxias
APAM	35.037,0	376,1	1,8	Faraó (1.720m)	Nova Friburgo
PED	22.400,0	185,1	0,9	Desengano (1.761m)	Campos dos Goytacazes, São Fidelis e Santa Maria Madalena
PETP	58.790,0	4.391,7	20,9	Maior (2.316m)	Nova Friburgo, Teresópolis, Silva Jardim e Guapimirim
PNB	104.000,0	272,1	1,3	Tira Chapéu (2.088m)	Parati e Angra dos Reis
PNI	29.000,0	10.511,0	50,1	Agulhas Negras (2.792m)	Itatiaia e Resende
PNSO	24.024,0	4.099,0	19,5	Sino (2.263m)	Petrópolis, Teresópolis, Guapimirim e Magé
RBA	3.862,0	355,2	1,7	Couto (1.766m)	Miguel Pereira e Petrópolis
RBT	26.260,0	0,1	0,0	Tinguá (1.600m)	Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Petrópolis e Miguel Pereira

Incêndios florestais

Em relação às ocorrências de incêndios, foram analisados 841 registros independentemente da altitude (Tabela 2). Os registros buscados junto ao site do PREVFOGO, ao Serviço de Guarda Parque do INEA e diretamente em visita a algumas UC, teoricamente retratam os incêndios ocorridos desde a criação das UC. Contudo, a maior parte dos registros analisados é oriunda de ROI e compreendem o período dos últimos 20 anos. Para algumas UC, o número de registros de ocorrência de incêndios está subestimado.

O número de registros identificados no Parque Nacional do Itatiaia (n=323) e no Parque Nacional da Serra da Bocaina (n=307) é superior a outras unidades de conservação do país em que o fogo de origem natural é mais comum e em alguns casos benéficos à biota, como em áreas de campo aberto de cerrado (ver Medeiros 2002, Fiedler *et al.* 2006), mas não necessariamente as extensões são maiores. Alguns fatores podem explicar ou estão relacionados a estes elevados valores. O primeiro é o fato do PNI e as partes mais elevadas do PNB estarem inseridas na região do Vale do Rio Paraíba do Sul, identificada por ser a primeira das sete unidades geomorfológicas estaduais em relação ao número absoluto de focos de incêndio (Tanizaki-Fonseca & Bohrer 2009). Outro fator ou mesmo contextualização, diz respeito a estas duas UC estarem contornadas por municípios historicamente reconhecidos pelas atividades agropastoris (MMA 2001, Richter 2004). E por último, o fato destas UC estarem relativamente melhor estruturadas do que outras de mesma categoria em outras regiões do Brasil poderia significar maior número dos registros de ocorrência de incêndios (ROI).

Incêndios acima de 1.600m de altitude foram identificados no PNI (n=89) e no PNB (n=28), considerando também as áreas abrangidas por estas UC em outros estados, na Reserva Biológica de Araras (n=3) e no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (n=1). Estes valores estão subestimados já que na maior parte dos ROI (PNI=54%, PNSO=64%, PNB=90%) a altitude da ocorrência de incêndio não foi relatada. O elevado número de incêndios nos campos de altitude do PNI e PNB têm relação com a existência de áreas com grandes extensões de pastagens, com vegetação alterada e propriedades rurais dentro e no entorno destas duas UC (MMA 2001, Richter 2004, Aximoff & Rodrigues 2011). O constante uso do fogo nestas áreas seria uma das explicações para as elevadas extensões de campos de altitude atingidos ao longo dos anos nestas duas UC e a relação destes com a questão da regularização fundiária ainda incipiente nestas UC.

Para as UC estaduais e para Área de Proteção Ambiental de Petrópolis (APAP), as informações conseguidas provavelmente não condizem com a realidade de ocorrência de incêndios nestes locais. Não existe sistematização no órgão ambiental estadual (INEA) dos registros de ocorrência nas UC sob sua gerência. Com isso, os dados conseguidos na sede do órgão estão defasados daqueles registrados nas UC, que também estão dispersos. Por exemplo, parte dos dados de incêndios do Parque Estadual dos Três Picos (PETP) pode ter sido perdida, segundo informação do atual chefe da UC. Para o caso da APAP não foram obtidas informações na internet, como para as outras UC federais. A escassez de informações sobre a ocorrência de incêndios impede que sejam feitos diagnósticos precisos para elaboração de planos preventivos e de combate ao fogo para as UC. Por outro lado, mesmo as UC que apresentam estes dados coletados de maneira organizada como os Parques Nacionais do estado, estes ainda não contam com planos de prevenção e de combate ao fogo inteiramente implementado.

Em particular, o Parque Nacional do Itatiaia apresenta ao longo de sua história episódios de incêndios extensos e duradouros, como o ocorrido em 1963 que atingiu cerca de 10.000ha, permanecendo ativo por mais de 40 dias. Aximoff & Rodrigues (2011), com base nos incêndios ocorridos em 2001 (600ha), 2004 (600ha) e 2007 (800ha), sugerem padrão de ocorrência trienal para os grandes incêndios mesmo que em áreas não sobrepostas (dados dos limites do incêndio de 2004 não foram encontrados). De maneira a reforçar esta hipótese, em 2010 o PNI teve mais de 1.100ha de campos de altitude queimados em um único incêndio (Figura 2).

Tabela 2 – Número de registros de ocorrência de incêndios (ROI) e extensão da área atingida (hectares) para as Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro no período. Abreviações: PED= Parque Estadual do Desengano, PETP= Parque Estadual dos Três Picos, PNB= Parque Nacional da Bocaina, PNI= Parque Nacional do Itatiaia, PNSO= Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RBA= Reserva Biológica de Araras.

Table 2 – Number of records of occurrence of fires (ROI) and extension of affected area (hectares) for Protected Areas in Rio de Janeiro State. Abbreviations: PETP = Três Picos State Park, PNB = Bocaina National Park, PNI = Itatiaia National Park, PNSO = Serra dos Órgãos National Park, RBA = Araras Biological Reserve.

Incêndios				
Unidade de Conservação	Qualquer altitude		Acima de 1600m	
	ROI	ha	ROI	ha
PNI	323	5036,15	89	4217,88
PNSO	85	443,2	1	250
PNB	307	2001,98	28	1600
RBT	102	155,5	0	0
PETP	15	91,9	-	-
RBA	9	0	3	1500
TOTAL	841	7728,73	121	7567,88

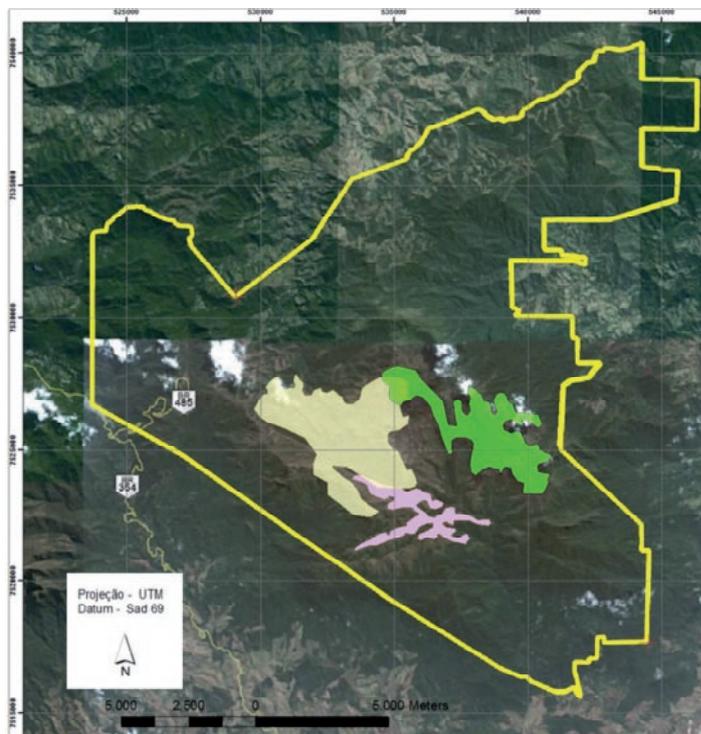


Figura 2 – Limites do Parque Nacional do Itatiaia (linha amarela) e extensão das áreas queimadas nos incêndios de 2001 (rosa), 2007 (bege) e 2010 (verde).

Figure 2 – Limits of the Itatiaia National Park (yellow line) and extension of burned areas in 2001 (pink), 2007 (light yellow) and 2010 (green).

Grandes incêndios também atingiram outras UC aqui estudadas. Em 2007, um único grande incêndio consumiu 500 ha da Serra da Maria Comprida, localizada no entorno da Reserva Biológica de Araras (RBA), queimando praticamente toda a vegetação local. Respectivamente no PNB em 2002 e PNSO em 2004, incêndios consumiram de uma só vez 356 ha e 250 ha. Relevante destacar que uma pequena parcela dos ROI analisados reportou a extensão da área atingida nos incêndios (PNI=15%, PNSO=15% e PNB=9% dos ROI). Nos últimos dez anos, diversos outros Parques Nacionais foram atingidos por grandes incêndios florestais, sendo que alguns tiveram quase toda a sua extensão afetada (Koproski *et al.* 2004, Fiedler *et al.* 2006, H. França, comunicação pessoal).

Considerando a pequena proporção de campos de altitude no estado, mas sua relevância nacional, os grandes incêndios tornam-se uma das maiores ameaças, pois podem queimar toda área abrangida pela vegetação dos campos de altitude de uma localidade, colocando em risco a parcela da biota ameaçada de extinção ali encontrada. Uma característica identificada para o PNI (Aximoff & Rodrigues 2011) e que também é freqüente em muitas outras UC nacionais e estrangeiras (Turner *et al.* 1994, Koproski *et al.* 2004), é o fato de que o número de incêndios não está diretamente relacionado com a extensão da área queimada. Esses dados revelam que tão importante quanto diminuir a ameaça do elevado número de incêndios é controlar de forma eficiente os incêndios de grandes proporções. Por ocorrerem em áreas de difícil acesso e locomoção, mesmos os incêndios de menores proporções são de difícil combate (Figura 3). Torna-se fundamental seu pronto registro ou detecção e rápida resposta com combate.



Figura 3 – Registro da ação dos brigadistas e bombeiros no trabalho de combate aos incêndios nos campos de altitude do Estado do Rio de Janeiro.

Figure 3 – Recording the action of the firemen at the combat of wildfires in high-altitude grasslands of the Rio de Janeiro State.

Quase toda a extensão central do PNI, onde ficam os pontos mais visitados da parte alta da UC, como o Pico da Agulhas Negras e das Prateleiras, que recebem anualmente cerca de 100 mil visitantes (L.S. Sarahyba comunicação pessoal), já foi queimada nos últimos 10 anos. O prejuízo econômico para as UC com os incêndios de grandes proporções é diversificado e envolve inicialmente a perda de receita pela não arrecadação com a venda de ingressos, já que estas permanecem fechadas por tempo indeterminado para o uso público, a fim de evitar a degradação pelo pisoteio das áreas atingidas e também para passar o período de resguardo do fogo, como aconteceu com PNI, após incêndios de 2001, 2007 e 2010. Em seguida estão os gastos de milhares de reais no combate que também devem ser computados como prejuízo.

Em 2007, o Parque Nacional da Serra do Cipó (MG), com grandes extensões de campos rupestres, teve cerca de 7.000 ha atingidos por um único incêndio e seu combate mobilizou mais de 160 pessoas, dois helicópteros, cinco aviões e diversas viaturas. Mais de uma centena de milhar de reais foram gastos na logística durante os seis dias de combate (K.T. Ribeiro comunicação pessoal). Esta verba gasta com o combate poderia ser investida em programas educativos voltados para a população do entorno das UC e na produção e implementação de planos de ação para conservação das espécies ameaçadas. Embora ainda não valermos o quanto perdemos com a perda da biodiversidade e principalmente com a queima de espécies ameaçadas de extinção, sem dúvida este é o maior prejuízo se considerarmos todos os gastos para manutenção e implementação das UC que tem como objetivo primário a proteção da biodiversidade.

Das ocorrências de incêndios nos campos de altitude do estado que tiveram a causa e agente causador conhecido (24%), a maior parte dessas foi provocada por ação humana (97%). Em razão da baixa incidência de incêndios de causa natural para o estado (0,5%), é provável que os incêndios qualificados como de agentes causadores desconhecidos sejam igualmente de origem humana. A limpeza para renovação da pastagem foi a principal causa atribuída para os incêndios (42,8%). De acordo com Soares & Santos (2002), as principais causas dos incêndios florestais no país são a limpeza da vegetação e renovação da pastagem para o gado.

Os meses com maior ocorrência de incêndios nas UC estudadas foram justamente os meses com menor precipitação, de junho a setembro, com pico de ocorrências (47,8%) para este último mês. Segundo Agee (1993), a definição deste período permite estabelecer o regime do fogo, que nesse caso, foi similar ao apresentado para todo o estado (Tanizaki-Fonseca & Bohrer 2009). Este é o período, em quase todo Brasil, que o fogo é comumente utilizado como ferramenta para renovação da pastagem (Soares & Santos 2002).

O setor do PNI com maior potencial para ocorrência de incêndios, segundo Silva *et al.* (2009), é o setor norte, localizado acima da cota de 1.600m, justamente onde existem diversas propriedades rurais em situação fundiária irregular e que tem na pecuária extensiva sua base de sustento (I.Aximoff dados não publicados). De fato, trata-se da área do Parque mais atingida pelos incêndios, onde a maior parte destes tem início e em seguida avança em direção às áreas de campos naturais preservados próximo ao Pico das Agulhas Negras, como aconteceu em 2001, 2007 e 2010 (Aximoff & Rodrigues 2011). Todas as UC de Proteção Integral estudadas aqui apresentam ou apresentaram até recentemente problemas referentes à regularização fundiária de propriedades privadas em seu interior.

Situação similar ocorre no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, UC que também apresenta campos de altitude em Minas Gerais, onde os impactos das queimadas são grandes, e deve-se, sobretudo ao fato da UC ser habitada por pequenos produtores rurais que utilizam o fogo como principal ferramenta (Bonfim *et al.* 2003). Esse cenário reitera que a situação fundiária não regularizada dentro das UC, como dizem Medeiros & Fiedler (2004), é uma das fontes de pressão sobre a proteção da biodiversidade. A realização de acordos com proprietários, que criavam gado no Parque Nacional da Serra do Cipó, se mostrou uma ferramenta inicial viável na prevenção dos incêndios, seguida de retirada do gado e multa de reincidentes, a partir da regularização fundiária (Ribeiro *et al.* 2006).

Incêndios criminosos ou causados por incendiários, i.e., sem uma motivação de manejo, também ocorreram em todas as UC aqui estudadas e em diversas outras UC do país (Koproski *et al.* 2004, Medeiros & Fiedler 2004). A visão que a população local tem das UC, em alguns casos, é negativa, o que pode estar incentivando estas ocorrências. Isto foi identificado após a transformação da área da Serra da Bocaina em Parque Nacional, resultando em aumento do fogo deste tipo de origem na região (MMA 2001). As campanhas educativas, particularmente quanto ao trabalho de esclarecimento da importância das UC junto às populações que residem no interior ou no entorno são fundamentais, dentro de um amplo contexto de ações que envolvem também a redução de conflitos, para coibir este tipo de atitude.

Por outro lado, apesar dos métodos alternativos ao fogo serem de conhecimento da maioria dos proprietários rurais, conforme identificaram Bonfim *et al.* (2003), em razão do elevado custo de maquinário para tal, e ao imediatismo, o fogo continua sendo a técnica de manejo mais empregada. Além disso, existe a prática entre os proprietários rurais de atear fogo em áreas abandonadas, em recuperação, com receio de perderem a possibilidade de manejo futuro destas áreas, principalmente com a crescente expansão imobiliária para região serrana. É sabido que, ao atingir mais de 1,50m, a vegetação da Mata Atlântica passa a ser legalmente protegida contra o desmatamento (Lei nº 11.428/2006). Dessa forma, as áreas em recuperação nas propriedades rurais são frequentemente queimadas com objetivos de garantia da possibilidade de uso futuro do solo.

De maneira geral, a falta de informações sobre a causa e o agente causador é consequência da precariedade do sistema de perícias. A maior parte dos incêndios analisados aqui teve causa e agentes desconhecidos (78,2%). Apenas para oito incêndios (0,9%) foi realizada perícia. A maior parte destas perícias (80%) foi realizada na Reserva Biológica de Araras e resultaram na identificação e multa aos agentes causadores. Baixo número de perícias é comumente registrado em outros estudos (Oliveira *et al.* 2000). No estado do Paraná, de um total de 15.890 ocorrências, apenas 67 tiveram as causas registradas (Vosguerau *et al.* 2006). Segundo dispõe o estatuto do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro (Lei nº 880/1985), a perícia é uma das atribuições dos bombeiros, sendo sua realização fundamental para nortear o trabalho de prevenção e também para identificação de novas tendências.

Biodiversidade ameaçada acima de 1600m

Nos campos de altitude aqui estudados ocorrem 89 espécies da flora e 26 espécies da fauna ameaçadas de extinção (ver Apêndice). O PNI apresenta o maior número destas espécies, concentrando um total de 53, sendo que a maior parte destas (66%) tem ocorrência restrita a esta UC (Tabela 3). Se considerássemos as listas estaduais de espécies ameaçadas de extinção teríamos um número ainda maior. Por exemplo, das 75 espécies ameaçadas de briófitas para o estado, quase 70% ocorrem no PNI, das quais mais da metade (51%) são encontradas exclusivamente nessa UC (Costa & Santos 2009). Algumas desempenham importante função ecológica nos campos de altitude do PNI ao atuarem, por exemplo, como espécies pioneiras que formam “tapetes vivos” de vegetação sobre a rocha, facilitando a chegada e ocupação deste ambiente por espécies ameaçadas de extinção e endêmicas (Medina *et al.* 2006, Ribeiro *et al.* 2007). Se considerarmos o crescimento lento das espécies deste grupo e sua importância para o ecossistema, podemos considerar o impacto do fogo sobre este grupo como negativo a curto e médio prazo.

Como qualquer fator de distúrbio em um ambiente natural, os efeitos do fogo sobre a biodiversidade dependerão da frequência, amplitude e época de ocorrência. A cada incêndio, tanto a cobertura vegetal quanto grande parte da fauna desaparecem da área atingida nos campos de altitude. Espécies da fauna de menor mobilidade são as mais comumente afetadas (Abreu *et al.* 2004, Koproski *et al.* 2006, Vasconcellos & Rodrigues 2010, Aximoff & Rodrigues 2011). Em relação à flora, as espécies que apresentam as gemas de crescimento protegidas, por exemplo, por folhas em formas de rosetas, ou mesmo órgãos de crescimento subterrâneos, são aquelas que melhor conseguem tolerar a passagem do fogo (Safford 2001, Ribeiro *et al.* 2007).

Tabela 3 – Levantamento do número de espécies ameaçadas de extinção a nível nacional, por diferentes grupos de fauna e flora, que apresentam ocorrência para os campos de altitude das Unidades de Conservação Estaduais. Os valores entre parênteses representam o número de espécies restritas à referida unidade de conservação. Abreviações: APAP= Área de Proteção Ambiental de Petrópolis, APAM= Área de Proteção Ambiental de Macaé de Cima, PED= Parque Estadual do Desengano, PETP= Parque Estadual dos Três Picos, PNB= Parque Nacional da Serra da Bocaina, PNI= Parque Nacional do Itatiaia, PNSO= Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RBA= Reserva Biológica de Araras, RBT= Reserva Biológica do Tinguá.

Table 3. Survey of the number of endangered species at national level, considering different groups of fauna and flora, which have occurrence in the high altitude grasslands of the Protected Areas of the Rio de Janeiro State. Values in parentheses represent the number of species restricted to the Protected Areas. Abbreviations: APAP = Environmental Protection Area of Petrópolis, APAM = Environmental Protection Area of Macaé de Cima, PED = Desengano State Park, PETP = Três Picos State Park, PNB = Serra da Bocaina National Park, PNI = Itatiaia National Park, PNSO = Serra dos Órgãos National Park, RBA = Araras Biological Reserve, RBT = Tinguá Biological Reserve.

Unidades de Conservação									
	APAM	APAP	PED	PETP	PNB	PNSO	PNI	RBA	RBT
Fauna									
Anfíbios= 3		1				1	2 (2)		
Insetos= 8					2 (1)	3 (1)	6 (3)		
Aves= 7			4	4	3	4	5		4
Mamíferos= 8			5	2	6 (1)	2	7 (1)		2
Flora									
Briófitas= 9		3 (2)				1	7 (5)		
Pteridófitas= 20	1					4 (2)	18 (15)		
Gimnospermas= 1					1		1		
Angiospermas= 59	9 (2)	9	15 (6)	13 (4)	4 (3)	18(4)	14 (9)	6 (1)	4
Total = 115	10 (2)	13 (2)	24 (6)	19 (4)	16 (5)	33 (7)	53 (35)	6 (1)	10

Há espécies com estas características tanto entre as que dominam a fisionomia campestre-graminóide, das famílias Cyperaceae e Poaceae, como entre as menos abundantes, raras ou mesmo ameaçadas (Figura 4). Mesmo muitas das espécies com adaptações a distúrbios, com populações que respondem positivamente ao fogo, apresentando, por exemplo, um maior número de indivíduos e maior capacidade reprodutiva (Fidelis *et al.* 2008) podem não conseguir sobreviver em áreas com frequência de incêndios anuais. Por exemplo, para a sempre-viva *Actinocephalus polyanthus* (Eriocaulaceae), cujas populações florescem intensamente com a passagem do fogo, e tendem a desaparecer localmente quando o regime torna-se muito intenso (Figueira *et al.* 2002).

Segundo Safford (2001), em campos de altitude queimados nos Parques Nacionais do Caparaó, no Espírito Santo, e da Serra dos Órgãos, no Rio de Janeiro, as espécies do estrato herbáceo, como as gramíneas, são aquelas que mais rapidamente se restabelecem e dominam o ambiente pós fogo em detrimento de outras espécies de crescimento lento, que podem ter tido uma distribuição mais ampla e mais abundante sobre a matriz campestre quando os incêndios eram menos frequentes (Behling & Pillar 2007). A Rubiaceae *Hindsia glabra*, espécie outrora comum aos campos do Itatiaia (Brade 1956), é atualmente rara e restrita a poucos refúgios protegidos do fogo. Assim o homem, através do fogo, vem modelando e provocando mudanças sutis nas comunidades vegetais, inclusive nas áreas não atingidas diretamente (Ribeiro *et al.* 2007), causando impactos negativos para as espécies não tolerantes e que ainda encontram-se em meio a matriz campestre.



Figura 4 – Espécies resistentes ao fogo presentes no Planalto do Itatiaia. No sentido horário, começando do alto à direita temos a Bromeliaceae ameaçada de extinção *Fernseea itatiaiae* (Wawra) Baker , em plena floração, a gramínea *Cortaderia modesta* (Döll) Hack, que cresce rapidamente acima de touceiras, a Apiaceae *Eryngium eurycephalum* Malme e a Eriocaulaceae *Actinocephalus polyanthus* (Bong.) Sano – as duas últimas apresentam as folhas em forma de roseta, que protege o meristema de crescimento.

Figure 4 – Fire-resistant species present in the Itatiaia Plateau. Clockwise, starting at the top right, we have the endangered Bromeliaceae *Fernseea itatiaiae* (Wawra) Baker in full blooming, the grass *Cortaderia modesta* (Döll) Hack, which quickly resprout after fire, the Apiaceae *Eryngium eurycephalum* Malme and the Eriocaulaceae *Actinocephalus polyanthus* (Bong.) Sano which have both apical meristems protected by densely imbricated leaves.

Incêndios provocam perdas irreversíveis de parte dos recursos genéticos, antes mesmo de conhecermos seu potencial (Silva 2001). Segundo Lewinsohn & Prado (2005), conhecer é um dos maiores desafios da conservação em países de megadiversidade como o Brasil, onde anualmente são descritas 100 espécies de plantas, considerando apenas o Bioma Mata Atlântica (Stehmann *et al.* 2009). Exemplos recentes de espécies novas para os campos de altitude do Itatiaia são: a pteridofita Polypodiaceae, *Ceradenia itatiaiensis* (J.P.Condak comunicação pessoal) e duas novas espécies de anfíbios (S.Potsch comunicação pessoal).

Existe enorme lacuna de conhecimento de aspectos ecológicos, reprodutivos e genéticos das espécies com ocorrência nos campos de altitude, mesmo para aquelas reconhecidas como ameaçadas de extinção e que ocorrem fora de áreas protegidas. Estudos como o realizado recentemente por Moraes (2009), que desenvolveu algo similar a um plano de ação para conservação da Amaryllidaceae *Worsleya rainieri* (Figura 5), considerada uma das espécies mais ameaçadas da região de Petrópolis (Martinelli 1996), devem ser multiplicados. Apenas três dos 21 sítios de ocorrência desta espécie estão inseridos em UC de proteção integral. O estudo abrangeu aspectos de sua distribuição, ecologia reprodutiva, genética e principais ameaças estudadas, e o fogo figura entre elas.



Figura 5 – Montanhas e espécies endêmicas de duas áreas protegidas do Estado do Rio de Janeiro: as duas fotos da esquerda retratam a Serra da Maria Comprida e a planta ameaçada de extinção *Worsleya rainieri*, ambas na Reserva Biológica de Araras. As fotos da direita mostram o pico das Agulhas Negras e o sapo *Melanophryniscus moreirae* (Bufonidae), ambos no Parque Nacional do Itatiaia.

Figure 5 – Mountains and two endemic species in Protected Areas of Rio de Janeiro State. The photos on the left show the 'Serra' da Maria Comprida and the endangered plant *Worsleya rainieri* (Amarillydaceae), both in Araras Biological Reserve. The pictures on the right show the Agulhas Negras Peak and the frog *Melanophryniscus moreirae* (Bufonidae), both in the Itatiaia National Park.

Caso a pressão humana com o uso do fogo continue com a frequência atual, em poucos anos as espécies ameaçadas, restritas aos campos de altitude e não tolerantes a este distúrbio só conseguirão sobreviver mediante outra intervenção humana. Os Planos de Ação ou Manejo destas espécies deverão contemplar o resgate e a conservação destas em coleções *ex-situ*. Em um segundo momento, a atenção deverá ser canalizada para espécies endêmicas como a Ericaceae *Gaultheria sleumeriana*, que embora não tenha sido listada oficialmente como ameaçada, tem ocorrência restrita para a Serra da Bocaina, apresentando população menor que 50 indivíduos adultos, quase toda localizada fora dos limites do PNB (Freitas *et al.* 2006), onde as queimadas são muito frequentes (MMA 2001). Planos de Ação e Manejo para uma extensa lista de espécies ameaçadas e endêmicas terão alto custo e ainda existe o risco da não aclimação das espécies para outras áreas considerando os fatores climáticos singulares dos campos de altitude. Menos custoso seria o trabalho de prevenção aos incêndios, dentre outras ações de redução de danos.

Todo este esforço e investimento na conservação deste ambiente e de suas espécies dependem do que queremos preservar. Myers (2006) propõe que se reflita acerca do que virá a ser preservado em uma unidade de conservação. Queremos permitir/manter o fogo e assim o predomínio de uma fisionomia dominada por gramíneas e espécies exóticas com baixa variabilidade genética, como tem sido registrado para alguns campos de altitude no estado ou queremos os campos de altitude com sua imensa biodiversidade protegida desta ação antropica, inclusive contando com a existência das espécies ameaçadas, endêmicas ou raras e que não resistem ao fogo?

Esta é uma das questões que deve ser colocada em pauta, discutida abertamente e melhor pesquisada para que a tomada de decisão de como realizar o manejo do fogo nas UC seja baseada em conhecimento consolidado e específico para cada região. A questão maior é garantir a proteção das espécies que não resistem ao fogo. Não podemos permitir que o homem seja o fator causador da extinção destas espécies. Assim, embora naturalmente a conservação da biodiversidade seja a opção menos drástica para o manejo do fogo, a qual biodiversidade estamos nos referindo?

O Brasil está entre os países com menor número de servidores por hectare de área protegida (Medeiros *et al.* 2011), e poucos são os analistas ambientais, técnicos ou brigadistas das UC que conhecem de fato os ecossistemas e espécies pelos quais estão sendo pagos para proteger. Isto fica evidente com os resultados identificados aqui, já que apenas em 2,3% das ocorrências de incêndio foram citados animais ou plantas atingidas e em apenas um destes registros foi citada uma espécie ameaçada de extinção atingida, episódio registrado na Reserva Biológica de Araras.

O baixo registro de animais mortos pode estar relacionado ao sucesso de fuga dos animais e/ou a presença de aves de rapina e carniceiros que poderiam consumir os animais atingidos (Koproski *et al.* 2006) e também a baixa percepção em relação à busca desses animais pela equipe de combate aos incêndios. De maneira geral, no Brasil, são poucos os estudos que avaliam o impacto do fogo sobre a fauna (Abreu *et al.* 2004, Koproski *et al.* 2006). Com isso, a biodiversidade ameaçada de extinção continua sendo impactada e nem mesmo quem trabalha para sua proteção retrata de maneira adequada este fato. A sociedade em geral está ainda mais distante deste conhecimento. Neste sentido, fornecer informações sobre a biodiversidade ameaçada de extinção e presente nos campos de altitude é uma das ações prioritárias para reverter este cenário, contribuindo com os órgãos públicos e sociedade na difícil tarefa de proteção da qualidade deste ecossistema.

Para todas as UC aqui estudadas que apresentam plano de manejo, o fogo é identificado como uma das principais ameaças, sendo que até o momento nenhuma UC tem o Plano Operativo de Prevenção e Combate de Incêndio totalmente implantado embora existam algumas iniciativas, principalmente nas UC federais. A participação popular e de pesquisadores e suas instituições pode ser positiva para acelerar este processo, como ocorreu no Parque Nacional das Emas em Goiás (França *et al.* 2007). Não há ação de prevenção eficiente se não houver envolvimento crescente da população, sensibilização e busca de alternativas, e principalmente redução de conflitos. O desenvolvimento de programas de extensão rural, de modo a orientar a população do interior e do entorno das UC sobre técnicas alternativas de manejo de pastagens que causem menos impactos à biodiversidade das UC, é fundamental.

Em paralelo, questões dogmáticas relativas a uma série de aspectos dos incêndios precisam ser esclarecidas. Algumas destas se referem às crenças importadas de ambientes em que o fogo de origem natural é mais comum, como por exemplo, no Cerrado. Para os campos de altitude, não podemos afirmar que a supressão do fogo produz grande acumulação de biomassa inflamável aumentando, assim, o risco de queimadas catastróficas e incontroláveis. Outro aspecto que merece destaque é relativo ao processo de conservação destes ecossistemas naturais. Diferentemente do que tem sido sugerido para os campos do sul do Brasil (Pillar & Vélez 2010), não podemos dizer que o fogo é o processo que mantém a existência dos campos de altitude, considerando que na maior parte das vezes este distúrbio é de origem humana.

Não existe dúvida de que o fogo vem modelando os campos de altitude há mais de uma centena de anos, isto fica evidente com a cada vez maior restrição de habitat para espécies não tolerantes a este distúrbio. Há uma década Safford (2001) concluiu que era impossível estabelecer um plano de manejo adequado desses ecossistemas únicos e ameaçados sem uma compreensão detalhada do regime de fogo e do papel que incêndios desempenham na estruturação de comunidades bióticas. Aqui apresento de maneira detalhada o regime atual do fogo neste ambiente e também o papel negativo deste sobre as espécies ameaçadas. A supressão do fogo nos campos de altitude deve figurar entre as ações prioritárias nos processos de manejo destes ecossistemas.

Atear fogo nos campos de altitude e nas unidades de conservação continua sendo uma ação ilegal e passível de autuação e multa. Contudo, este estudo revela também a fragilidade das UC estaduais e federais em proteger não apenas a biodiversidade ameaçada de extinção dos campos de altitude, mas todo o seu território. Disciplinar, estudar e monitorar o uso do fogo com objetivos claros de proteção e conservação dos campos de altitude vinculados a ações proativas de uma gama de atores a serem envolvidos são fundamentais e comparativamente mais baratos do que o combate propriamente dito. Além disso, a busca de alternativas que conciliem as demandas de conservação e de desenvolvimento econômico da sociedade, principalmente em áreas vizinhas às UC, são fundamentais para o sucesso do trabalho preventivo. A cada incêndio nos campos de altitude, perdemos parte de sua biodiversidade.

Agradecimentos

À Lucia Regina Teixeira – DIBAP/INEA, pelo apoio na parte de geoprocessamento. Ao André Ilha – DIBAP/INEA, por autorizar o Serviço Guarda Parque a fornecer informações referentes às UC estaduais. Ao Ricardo Ganem, Chefe da Reserva Biológica de Araras por enviar os relatórios de vistoria e de perícia pós fogo. Ao André Viera do Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento e ao Haroldo Simon da Prefeitura Municipal de Itatiaia pelos dados históricos sobre o fogo e seu combate, em Itatiaia. Ao João Marcos Rosa e ao Levy pela sessão de algumas fotos deste artigo. Ao Gustavo Martinelli – JBRJ, à Kátia Torres Ribeiro – ICMBio, ao revisor anônimo pelas sugestões no artigo e ao Pedro Constantino pela revisão do inglês.

Referências bibliográficas

- Abreu, K.C.; Koproski, L.P. & Kuczach, A.M. 2004. Grandes felinos e o fogo no Parque Nacional de Ilha Grande, Brasil. **Floresta**, 34 (2): 163-167.
- Agee, J.K. 1993. **Fire Ecology of Pacific Northwest Forests**. New York: Island Press.
- Aximoff, I. & Rodrigues, R.C. 2011. Histórico dos incêndios florestais no Parque Nacional do Itatiaia. **Ciência Florestal**, 21 (1): 83-92.
- Behling, H. & Pillar, V.P. 2007. Late quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazil highland and their implication for conservation and management of modern araucaria forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Biological Sciences**, 362: 243-251.
- Bergallo, H.G.; Fidalgo, E.C.C.; Rocha, C.F.D.; Uzêda, M.C.; Costa, M.B.; Alves, M.A.; Van Sluys, M.; Santos, M.A.; Costa, T.C.C. & Cozzolino, A.C.R. 2009. **Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro**. Instituto Biomas, Rio de Janeiro, 344p.
- Bonfim, V.R.; Ribeiro, G.A.; Silva, E. 2003. Diagnóstico do uso do fogo no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), MG. **Revista Árvore**, 27 (1): 87-94.
- Brade, A.C. 1956. A flora do Parque Nacional do Itatiaia. **Boletim do Parque Nacional do Itatiaia**, 5: 1-114.
- Caiafa, A.N. & SILVA, A.F. 2007. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, 30 (4): 657-664.
- Costa, D. & Santos, N. 2009. Conservação de hepáticas na Mata Atlântica do sudeste do Brasil: uma análise regional no estado do Rio de Janeiro. **Acta Botânica Brasileira**. 23(4): 913-922.
- Dean, W. 2002. **A Ferro e Fogo: A história da devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, p. 484.
- Dusén, P.K.H. 1955. Contribuições para a flora do Itatiaia. **Boletim do Parque Nacional do Itatiaia**, 4:6-91.
- Esri Inc., 2006. **Arc Gis version 9.2**. New York Street, Redlands, California.

- Fidelis A.; Overbeck G.E.; Pillar V.D. & Pfadenhauer J. 2008. Effects of disturbance on population biology of the rosette species *Eryngium horridum* Malme in grasslands in southern Brazil. **Plant Ecology** 195: 55-67.
- Fiedler, N.C.; Merlo, D.A. & Medeiros, M.B. 2006. Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. **Ciência Florestal**, 16 (2): 153-161.
- Figueira, J.E.C; Miranda, C.A.K & Santos, F.A.M (2002). Effects of change in the fire regime at the Parque Nacional da Serra do Cipó on the populations of *Paepalanthus polyanthus* (Eriocaulaceae). **International Association for Vegetation Science**, 45 (1): 39.
- França, H.; Ramos Neto; M. B. & Setzer, A. 2007. **O fogo no Parque Nacional das Emas**. Ministério do Meio Ambiente. Série Biodiversidade, 27: 140p.
- Freitas, L.; Galetto, L. & Sazima, M. 2006. Pollination by hummingbirds and bees in eight syntopic species and a putative hybrid of Ericaceae in southeastern Brazil. **Plant Systematic Evolution**, 258: 49-61.
- Fundação SOS Mata Atlântica & INPE. 2009. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período: 2005-2008**. São Paulo.
- Geise, L.; Pereira, L.G. & Bossi, D.E.P. 2004. Pattern of elevational distribution and richness of non volant mammals in Itatiaia National Park and its surroundings, in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 64 (3B): 599-612.
- Gonçalves, P.R.; Myers, P.; Vilela, J.F. & Oliveira, J.A. 2007. Systematics of species of the genus *Akodon* (Rodentia: Sigmodontinae) in southeastern Brazil and implications for the biogeography of the campos de altitude. **Miscellaneous Publications Museum of Zoology**, University of Michigan, 197:1-24.
- IBAMA 2001. Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina – RJ. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/parna_bocaina/index.php?id_menu=50
- IBAMA 2011. Página <http://siscom.ibama.gov.br/sisfogo/>
- Koproski, L.; Batista, A.C. & Soares, R.V. 2004. Ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande – Brasil. **Floresta**, 34 (2): 193-197.
- Koproski, L.; Batista, A. C. & Soares, R.V. 2006. Impactos do fogo sobre serpentes (Squamata) no Parque Nacional de Ilha Grande (PR/MS), Brasil. **Arquivos Ciência Veterinária**, 9 (2): 129-133.
- Larson, D.W., Mathes, U. & Kelly, P.E. 2000. **Cliff ecology: pattern and process in cliff ecosystems**. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lewinsohn, T. & Prado, P.I. 2005. Quantas espécies há no Brasil? **Megadiversidade** 1:36-42.
- Martinelli, G. 1996. **Campos de altitude**. 2ª Ed. Editora Index. Rio de Janeiro.
- Martinelli, G. 2007. Mountain biodiversity in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, 30: 587-597.
- Medeiros, M. B. 2002. Manejo de Fogo em Unidades de Conservação do Cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 10, p. 75-88.
- Medeiros, M.B. & Fiedler, N.C. 2004. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, 14 (2): 157- 168.
- Medeiros, R.; Young; C.E.F.; Pavese, H.B. & Araújo, F.F.S. 2011. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo**. Brasília: UNEP-WCMC, 44p.
- Medina, B.M.O., Ribeiro, K.T. & Scarano, F.R. 2006. Plant-plant and plant-topography interactions on a rock outcrop at high altitude in southeastern Brazil. **Biotropica** 38:1-7.
- Metzger, J.P. 2010. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**. 8: 92-99.
- Ministério do Meio Ambiente 2008. Livro Vermelho. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=179&idConteudo=8122&idMenu=8631>.
- Mocochinski, A.Y. & Scheer, M.B. 2008. Campos de altitude na serra do mar paranaense: aspectos florísticos. **Revista Floresta**, 38 (4): 625-640.

- Moraes, M.A. 2009. **Conservação e manejo de *Worsleya rayneri* (Amaryllidaceae): uma espécie de campos de altitude ameaçada de extinção**. Dissertação (Mestrado em Botânica), Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Myers, R.L. 2006. **Convivir com el fuego – manteniendo los ecosistemas y los médios de subsistência mediante el Manejo Integral del Fuego**. Tallahassee: The Nature Conservancy Global Fire Initiative, 2006, 28p.
- Oliveira, D.S.; Batista, A.C. & Milano, M.S. 2000. Fogo em Unidades de Conservação. In: **Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**, Campo Grande, Anais, 2: 200-207.
- Oliveira-Filho, A. T. & Fontes, M. A. L. 2000 Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in southeastern Brazil, and the influence of climate. **Biotropica**, 32 (4b): 793-810.
- Pillar, V.P. & Vélez, E. 2010. Extinção dos Campos Sulinos em Unidades de Conservação: um fenômeno natural ou um problema ético? **Natureza & Conservação**, 8 (1): 84-86.
- Porembski, S.; Martinelli, G.; Ohlemüller, R. & Barthlott, W.1998. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic Rainforest. **Biodiversity Research**, 4:107-119.
- Rambaldi, D.M.; Magnani, A; Ilha, A; Lardosa, E; Figueiredo, P. & Oliveira, R.F. 2003. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro**. Caderno 22. Caderno da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Programa MAB. Cetesb, São Paulo.
- Ribeiro, K.T. 2002. **Estrutura, dinâmica e biogeografia das ilhas de vegetação rupícola do Planalto do Itatiaia, RJ**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Ribeiro, K.T.; Madeira, J.A. & Collet, H. D. 2006. Conquistas e desafios na prevenção e combate a incêndios em vegetações abertas no interior e entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó, sudeste do Brasil. In: **II Congreso para la prevención y combate a incendios forestales y pastizales del mercosur**. Malargüe, Mendoza, Argentina.
- Ribeiro, K.T.; Medina, B.M.O. & Scarano, F.R. 2007. Species Composition and Biogeographic Relations of the Rock Outcrop Flora on the High Plateau of Itatiaia, SE-Brazil, **Revista Brasileira de Botânica**, 30 (4): 623-639.
- Ribeiro, K.T. & Freitas, L. 2010. Impactos potenciais das alterações no Código Florestal sobre a vegetação de campos rupestres e campos de altitude. **Biota Neotropica**, 10 (4): 239-246.
- Richter, M. 2004. **Geotecnologias no Suporte ao Planejamento e Gestão de Unidades de Conservação Estudo de caso: Parque Nacional do Itatiaia**. 162 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- Safford, H.D. 1999a. Brazilian Páramos. I. An introduction to the physical environment and vegetation of the *campos de altitude*. **Journal of Biogeography**. 26 (4): 693-712.
- Safford, H.D. 1999b. Brazilian Páramos II. Macro- and Mesoclimate of the Campos de Altitude and affinities with High Mountain Climates of the Tropical Andes and Costa Rica. **Journal of Biogeography**, 26 (4): 713-737.
- Safford, H.D. 2001. Brazilian Páramos III – Patterns and rates of postfire regeneration in campos de altitude. **Biotropica**, 33 (2): 282-302.
- Safford, H.D. 2007. Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. **Journal of Biogeography** 34:1701-1722.
- Scarano, F.R. 2002. Structure, Function and Floristic Relationships of Plant Communities in Stressful Habitats Marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest, **Annals of Botany**, 90 (4): 517- 524.
- Segadas-Vianna, F. & Dau, L. 1965. Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brazil - Climates and Altitudinal Climatic Zonation. **Arquivos do Museu Nacional**, 53: 31-53.
- Silva, J.C. 2001. **Diagnóstico das áreas de maior incidência de incêndios florestais em Unidades de Conservação Pertencentes a APA Gama – Cabeça de Veado**. 2001. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília.

- Silva, L.C.V.; Fernandes, M.C.; Menezes, P.M.L. & Argento, M.S.F. 2009. Mapa geoecológico de potencialidade a ocorrência de incêndios no Parque Nacional do Itatiaia/RJ. **Revista Brasileira de Cartografia**, 61 (3): 285-292
- Soares, R. V.; Santos, J.F. 2002. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. **Revista Floresta**, 2 (3).
- Stehmann, J.R.; Forzza, R.; Salino, A.; Sobral, M.; Costa, D.P. & Kamino, L.H.Y. 2009. **Plantas da Floresta Atlântica**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Tabarelli, M.; Pinto, L.P.; Silva, J.M.C.; Hirota, M. & Bedê, L.C. 2005. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**. Belo Horizonte, 1 (1).
- Tanizaki-Fonseca, K.; E Bohrer, C.B.A. 2009. **O fogo como fator de degradação de ecossistemas de mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro**. In: BERGALLO, H.G. et al. (Orgs.). Estratégias e Ações para a Conservação da Biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Instituto Biomas, p. 81-90.
- Turner, M.G.; Hargrove, W.H. & Gardner, R.H. 1994. Effects of fire on landscape heterogeneity in Yellowstone National Park, Wyoming. **Journal of Vegetation Science**, 5: 731-742.
- Vasconcelos, M.F. & Rodrigues, M. 2010. Avifauna of southeastern Brazilian mountaintops. **Papéis Avulsos de Zoologia**, 50(1): 1-29.
- Vosguerau, J.L.; Batista, A.C. & Soares, R.V. 2006. Avaliação dos registros de Incêndios Florestais do Estado do Paraná no período de 1991 a 2001. **Floresta**, 34 (2): 193-197.

Apêndice

Listas da fauna e flora ameaçadas de extinção, no âmbito nacional, com ocorrência nos campos de altitude das Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro. Abreviações: APAP= Área de Proteção Ambiental de Petrópolis, APAM= Área de Proteção Ambiental de Macaé de Cima, PED= Parque Estadual do Desengano, PETP= Parque Estadual dos Três Picos, PNB= Parque Nacional da Bocaina, PNI= Parque Nacional do Itatiaia, PNSO= Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RBA= Reserva Biológica de Araras, RBT= Reserva Biológica do Tinguá. Grau de ameaça para fauna: EN= Em perigo, VU= vulnerável, CR= Criticamente em perigo.

Appendix

Checklist of fauna and flora nationally endangered and occurrence for the high altitude grasslands of the protected areas of the Rio de Janeiro State. Abbreviations: APAP= Environmental Protection Area of Petrópolis, APAM= Environmental Protection Area of Macaé de Cima, PED= Desengano State Park, PETP= Três Picos State Park, PNB= Bocaina National Park, PNI= Itatiaia National Park, PNSO= Serra do Órgãos National Park, RBA= Araras Biological Reserve, RBT= Tinguá Biological Reserve. Degree of threat to fauna: EN= Endangered, VU= Vulnerable, CR= Critically endangered.

FAUNA			
Ordem Família/Espécie	Nome Vulgar	Grau de ameaça	Presença nas Unidades de Conservação
Insetos			
Lepidoptera/Nymphalidae			
<i>Caenoptychia bouletii</i>	Borboleta	EN	PNI
<i>Dasyophthalma geraensis</i>	Borboleta	EN	PNI
<i>Pampasatyrus gyrtone</i>	Borboleta	EN	PNI, PNSO
<i>Polygrapha suprema</i>	Borboleta	VU	PNI, PNSO

<i>Pseudocercyonis glaucope</i>	Borboleta	EM	PNB, PNI
<i>Dirphia monticola</i>	Borboleta	CR	PNI
<i>Episcada vitrea</i>	Borboleta	VU	PNSO
Lepidoptera/Riodinidae			
<i>Euselasia eberti</i>	Borboleta	CR	PNB
Anfíbios			
Anura/Leptodactyle			
<i>Holoaden bradei</i>	sem nome	CR	PNI
<i>Paratelmatobius lutzii</i>	sem nome	CR	PNI
<i>Thoropa petropolitana</i>	sem nome	EN	APAP, PNSO
Aves			
Falconiformes/Acciptridae			
<i>Leucopternis lacermulatus</i>	Gavião-pomba	VU	PED, PNSO, RBT, PETP
<i>Harpyhaliaetus coronatus</i>	Águia-cinzenta	VU	PNI, PNB, RBT
Passeriformes/Emberizidae			
<i>Sporophila falcirostris</i>	Cigarra-verdadeira	VU	PNI, PED, RBT, PETP
<i>Sporophila frontalis</i>	Pichochó	VU	PNI, PED, PNSO, PETP
Passeriformes/Pipridae			
<i>Piprites pileata</i>	Caneleirinho-de-chapéu-preto;	VU	PNI, PNB
Passeriformes/Thamnophilidae			
<i>Biatas nigropectus</i>	Papo-branco	VU	PNI, PED, PNSO, PETP
Passeriformes/Cotingidae			
<i>Tijuca condita</i>	Saudade-de-asa-cinza	VU	PNSO, RBT
Mamíferos			
Carnivora/Felidae			
<i>Panthera onca</i>	jagatirica	VU	PNB
<i>Puma concolor capricornensis</i>	Gato-do-mato	VU	PNI, PNB, PNSO, RBT, PED, PETP
<i>Leopardus pardalis mitis</i>	Gato-maracajá	VU	PNI, PED, PETP
<i>Leopardus tigrinus</i>	Onça-parda	VU	PNI, PNB, PED
<i>Leopardus wiedii</i>	Onça-pintada	VU	PNI, PNB, PED
Carnivora/Canidae			
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo-guará	VU	PNI, PNB
Primates/Atelidae			
<i>Brachyteles hypoxanthus</i>	Muriqui-do-norte	VU	PNI
<i>Brachyteles arachnoides</i>	Muriqui-do-sul	VU	PNI, PNB, PNSO, PED, RBT, PETP

FLORA

Ordem/Família	Espécie	Anexo	Presença em Unidade de Conservação
Briófita/Hepática			
Arnellaceae	<i>Southbya organensis</i>	1	APAP
Dicranaceae	<i>Campylopus densicoma</i>	1	PNI
Lejeuneaceae	<i>Blepharolejeunea securifolia</i>	1	PNI
Lepidoziaceae	<i>Paracromastigum dusenii</i>	1	PNI

Plagiachilaceae	<i>Plagiachila boryana</i>	1	APAP
Briófita/Musgo			
Bruchiaceae	<i>Pringleella subulata</i>	1	PNI
Dicranaceae	<i>Atractylocarpus brasiliensis</i>	1	PNI, APAP
Dicranaceae	<i>Atractylocarpus longisetus</i>	1	PNI, PNSO
Pottiaceae	<i>Leptodontium wallisii</i>	1	PNI
Pteridófitas			
Aspleniaceae	<i>Asplenium castaneum</i>	1	PNI
Blechnaceae	<i>Blechnum andinum</i>	1	PNI
Culcitaceae	<i>Culcita conifolia</i>	2	PNI
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i>	1	PNI, PNSO, APAM
Dryopteridaceae	<i>Polystichum bradei</i>	2	PNI
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum magellanicum</i>	2	PNSO
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes lucens</i>	2	PNI
Isoetaceae	<i>Isoetes bradei</i>	1	PNI
Isoetaceae	<i>I. martii</i>	2	PNI
Isoetaceae	<i>Isoetes organensis</i>	2	PNI, PNSO
Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella bradei</i>	2	PNI
Plagiogyriaceae	<i>Plagiogyria fialhoi</i>	2	PNI
Polypodiaceae	<i>Terpsichore semihirsuta</i>	1	PNI
Pteridaceae	<i>Cheilanthes incisa</i>	1	PNSO
Pteridaceae	<i>Doryopteris itatiaensis</i>	2	PNI
Pteridaceae	<i>Doryopteris paradoxa</i>	2	PNI
Pteridaceae	<i>Eriosorus cheilanthoides</i>	2	PNI
Pteridaceae	<i>Eriosorus insignis</i>	2	PNI
Pteridaceae	<i>Jamesonia brasiliensis</i>	2	PNI
Woodsiaceae	<i>Athyrium filix-femina</i>	2	PNI
Gimnospermas			
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i>	1	PNI
Angiospermas			
Acanthaceae	<i>Staugogyne brachiata</i>	1	APAP, PETP
Amaryllidaceae	<i>Worsleya rayneri</i>	1	APA Pet, REBIO Ara
Aquifoliaceae	<i>Ilex loranthoides</i>	2	PNI
Araceae	<i>Philodendron fragile</i>	1	PNB, PED, APAM, PNSO
Araliaceae	<i>Schefflera succinea</i>	2	PED, PETP
Asteraceae	<i>Stevia organensis</i>	2	PNSO, PNI, APAM
Bignoniaceae	<i>Jacaranda subalpina</i>	1	PNI
Bromeliaceae	<i>Alcantarea farneyi</i>	2	PED
Bromeliaceae	<i>Alcantarea glaziouana</i>	2	PNSO, APAP, RBA
Bromeliaceae	<i>Alcantarea nevaesii</i>	2	PETP
Bromeliaceae	<i>Femseea bocainensis</i>	2	PNB
Bromeliaceae	<i>Femseea itatiaiae</i>	1	PNI
Bromeliaceae	<i>Neoregelia hoehneana</i>	2	PNB
Bromeliaceae	<i>Nidularium bocainense</i>	1	PNB
Bromeliaceae	<i>Nidularium itatiaiae</i>	2	PNI
Bromeliaceae	<i>Nidularium organense</i>	2	PNSO
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia encholirioides</i>	2	PED
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia glaziovii</i>	2	PNSO, RBA, APAP

Bromeliaceae	<i>Tillandsia grazielae</i>	2	PNSO, RBA, APAP
Bromeliaceae	<i>Tillandsia reclinata</i>	2	RBA, APAP
Bromeliaceae	<i>Vriesea altimontana</i>	2	APAM
Bromeliaceae	<i>Vriesea arachnoidea</i>	2	PETP, APAM
Bromeliaceae	<i>Vriesea bituminosa</i>	2	PNI, PNSO, PETP
Bromeliaceae	<i>Vriesea hieroglyphica</i>	2	PETP
Bromeliaceae	<i>Vriesea leptantha</i>	2	PED
Bromeliaceae	<i>Vriesea penduliflora</i>	2	PNI
Bromeliaceae	<i>Vriesea rubyae</i>	2	RBIA
Bromeliaceae	<i>Vriesea sparsiflora</i>	2	PETP, APAP
Bromeliaceae	<i>Vriesea thyrsoidea</i>	2	PNSO, PETP
Bromeliaceae	<i>Vriesea triligulata</i>	2	PNSO, PETP
Bromeliaceae	<i>Vriesea wauranea</i>	2	PNSO, PETP
Cactaceae	<i>Rhipsalis pilocarpa</i>	2	PNI
Cactaceae	<i>Schlumbergera truncata</i>	2	PNSO, RBT, APAM
Campanulaceae	<i>Lobelia santos-limae</i>	2	PED
Ericaceae	<i>Gaylussacia angulata</i>	2	PED, APAP
Gentianaceae	<i>Prepusa hookeriana</i>	1	PED, PNSO, PETP
Gentianaceae	<i>Senaea janeirensis</i>	2	PED
Gesneriaceae	<i>Sinningia cardinalis</i>	1	PNSO
Gesneriaceae	<i>Sinningia cochlearis</i>	1	PNSO
Gesneriaceae	<i>Sinningia lindleyi</i>	1	RBT, APAM
Gesneriaceae	<i>Vanhouttea bradeana</i>	1	PED
Gesneriaceae	<i>Vanhouttea fruticulosa</i>	1	APAM
Gesneriaceae	<i>Vanhouttea lanata</i>	1	PETP
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis magdalenensis</i>	2	PED
Malpighiaceae	<i>B. parviflora</i>	2	PNSO
Melastomataceae	<i>Miconia penduliflora</i>	2	PED, PNSO
Monimiaceae	<i>Macropelplus friburgensis</i>	1	PETP
Myrsinaceae	<i>Myrsine congesta</i>	2	PED, APAM
Myrsinaceae	<i>Myrsine glazioviana</i>	2	PNSO
Myrsinaceae	<i>Myrsine villosissima</i>	2	PED, PNI
Passifloraceae	<i>Passiflora imbeana</i>	1	RBT, PED
Poaceae	<i>Glaziophyton mirabile</i>	1	RBT, APAP
Rubiaceae	<i>Hindsia glabra</i>	1	PNI
Scrophulariaceae	<i>Buddleja speciosissima</i>	1	PNI
Symplocaceae	<i>Symplocos corymboclados</i>	2	PED, PNI
Symplocaceae	<i>Symplocos organensis</i>	2	APAM, PNSO
Xyridaceae	<i>Xyris augusto-coburgii</i>	1	PNI