
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BEATRIZ LOPES MONTEIRO

**EFEITO DA COMPOSIÇÃO DE HABITATS EM
SÍNDROMES DE POLINIZAÇÃO AO LONGO DA
ALTITUDE: CAMPOS RUPESTRES COMO
MOSAICO**



Rio Claro
2017

BEATRIZ LOPES MONTEIRO

EFEITO DA COMPOSIÇÃO DE HABITATS EM SÍNDROMES DE
POLINIZAÇÃO AO LONGO DA ALTITUDE:
CAMPOS RUPESTRES COMO MOSAICO

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Leonor Patricia Cerdeira Morellato

Co-orientador: Dr. Marcel Serra Coelho

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Bacharela e Licenciada em Ciências Biológicas.

Rio Claro
2017

581.5 Monteiro, Beatriz Lopes
M775e Efeito da composição de habitats em síndromes de polinização ao longo da altitude: campos rupestres como mosaico / Beatriz Lopes Monteiro. - Rio Claro, 2017
28 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientadora: Leonor Patricia Cerdeira Morellato
Coorientador: Marcel Serra Coelho

1. Ecologia vegetal. 2. Síndromes de polinização. 3. Campos rupestres. 4. Gradientes ambientais. I. Título.

RESUMO

Os processos de polinização são reconhecidos como uma das principais relações mutualísticas encontradas na natureza e sua compreensão pode levar ao melhor entendimento de dinâmicas de comunidades. Neste trabalho foi estudada uma área na Cadeia do Espinhaço, no estado de Minas Gerais, constituída por campos rupestres, definidos, a *sensu stricto*, pela presença de vegetação herbácea arbustiva, distribuída em mosaicos compostos predominantemente por quatro principais habitats: afloramentos rochosos, campos arenosos, campos pedregosos e campos úmidos, onde é possível encontrar diferentes vegetações. Este trabalho teve como objetivo a caracterização geral das síndromes de polinização dos campos rupestres, buscando descrever e identificar as mudanças na proporção de síndromes de acordo com o mosaico de vegetações e ao longo de um gradiente altitudinal. O estudo contou com dados de coletas de espécies vegetais com características reprodutivas presentes majoritariamente no Parque Nacional da Serra do Cipó, sendo coletadas em diferentes cotas altitudinais. Os dados sobre síndromes de polinização foram obtidos a partir de observações em campo, levantamento bibliográfico e, por fim, inferência a partir da proposta de Faegri & Van der Pijl (1979). A maior parte das 440 espécies avaliadas são polinizadas por abelhas (40.8%), seguida por borboletas, moscas, beija-flores e insetos diversos, que apresentaram valores próximos a 9%. A polinização por morcegos e mariposas apresentou baixa relevância, porém a polinização por agentes bióticos chegou a compor 90% das espécies, corroborando uma das predições da teoria de OCBILs, afirmando que campos rupestres se encaixariam nas propostas da teoria. Valores obtidos para a caracterização de síndromes de polinização de acordo com as cotas altitudinais e os diferentes habitats - e consequentes vegetações - sugerem que a questão altitudinal na Serra do Cipó possa ter um efeito secundário na composição de síndromes de polinização.

Palavras-chave: Síndromes de Polinização; Campos Rupestres; Gradientes Ambientais

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 4 |
| 2. OBJETIVOS..... | 6 |
| 2.1. Objetivo Geral..... | 6 |
| 2.2. Objetivo Específico..... | 6 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 6 |
| 3.1 Área de Estudo..... | 6 |
| 3.2. Coleta de Dados..... | 7 |
| 3.3. Análises..... | 10 |
| 3.3.1. Caracterização geral de síndromes de polinização..... | 12 |
| 3.3.2. Caracterização das síndromes de polinização por cota altitudinal e por tipo de vegetação..... | 12 |
| 4. RESULTADOS..... | 12 |
| 4.1. Caracterização geral das síndromes de polinização..... | 12 |
| 4.2. Caracterização das síndromes de polinização por cota altitudinal..... | 14 |
| 4.3. Caracterização das Síndromes de polinização por tipo de vegetação..... | 19 |
| 4.4. Caracterização das cotas altitudinais pela presença de tipos de vegetação..... | 19 |
| 5. DISCUSSÕES..... | 20 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 23 |
| REFERÊNCIAS..... | 25 |

1.INTRODUÇÃO

O processo de polinização consiste na transferência do grão de pólen da antera para o estigma da mesma ou outra flor, via agentes bióticos ou abióticos atuando de forma sinérgica. Diferentes espécies possuem flores com atributos visuais e funcionais como distintas cores, formatos, tamanhos, presença ou ausência de nectário, que podem indicar o modo ou síndrome de polinização da flor (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979).

Mecanismos de polinização são conhecidos como um dos principais mutualismos encontradas em ecossistemas terrestres (HERRERA; PELLMYR, 2002). A compreensão desses mecanismos pode melhorar o entendimento das dinâmicas de comunidades, além de auxiliar sua conservação, preservação de serviços ecossistêmicos, e promover avanços científicos em ecologia, evolução e genética (BAWA, 1990).

Os processos de polinização são cruciais na reprodução das plantas e, portanto, são muito importantes para o estabelecimento de novas populações, sendo considerado um componente crítico para a manutenção da diversidade biológica (CONCEIÇÃO et al., 2007; ROSAS-GUERRERO et al., 2014; OLLERTON, 2017).

A partir de observações naturalísticas e da detecção de atributos florais relacionados ao processo de polinização, foram descritas as síndromes de polinização de acordo com Faegri & Van der Pijl (1979). De acordo com esse conceito, espécies com um grupo de atributos funcionais específicos podem ser relacionadas a um tipo específico de agente polinizador.

Entretanto, essa classificação por síndromes de polinização e a premissa de uma relação estreita entre atributos florais e seus polinizadores tem sido questionada (WASER et al., 1996; OLLERTON et al., 2009; ROSAS-GUERRERO et al., 2014). Assim, é essencial a observação e validação das relações mutualísticas em campo, além de cautela ao realizar a classificação das flores nas síndromes de polinização.

Comunidades de plantas ocorrendo em áreas restritas e bem definidas, delimitadas por altitude e topografia, possuem adaptações relacionadas à disponibilidade hídrica e absorção dos nutrientes do solo (BURROWS, 1990; WARE, 1990; CONCEIÇÃO et al., 2007). Na porção central do Brasil, mais precisamente na Cadeia do Espinhaço, está estabelecido um tipo único de vegetação denominado

campos rupestres, reconhecido pela elevada diversidade e endemismo, compreendendo em torno de 15% da diversidade de plantas no Brasil (SILVEIRA et al., 2016).

Os campos rupestres *sensu stricto* são definidos pela presença de vegetação herbácea arbustiva distribuída em mosaicos constituídos predominantemente por quatro tipos vegetacionais distribuídos em quatro principais habitats: afloramentos rochosos, campos arenosos, campos pedregosos e campos úmidos (SILVEIRA et al., 2016). Ocorre também a presença de vegetação transicional de cerrado, matas de galeria e ilhas ou encaves florestais localizados no topo das montanhas (SILVEIRA et al., 2016; COELHO et al., 2016).

Em um mosaico de habitats, e conseqüente diferentes tipos de vegetação, a altitude pode ter um papel importante nessa composição, ou seja, na predominância de uma vegetação sobre a outra. Assim, a composição dos habitats pode desempenhar um papel ainda mais importante — devido à significativas diferenças nas condições edáficas e climáticas — que variações associadas ao estresse higrótérmico relativas a altitude (GIULIETTI et al., 1997; NEGREIROS et al., 2008).

Recentemente, Silveira et al. (2016), reconheceu os campos rupestres como OCBIL (Old Climatically-Buffered Infertile Landscapes). Portanto, está entre as vegetações globais caracterizadas por elevados índices de endemismo associadas à peculiares condições de solo, assim como por se enquadrar nas principais predições descritas por Hopper (2009): 1. Predominância de espécies com reduzido poder de dispersão, alto endemismo e raridade; 2. Predominância de linhagens filogenéticas antigas assim como indivíduos; 3. Estratégias para a conservação da heterozigossidade diante de pequenas populações; 4. Adaptações associadas à manutenção e absorção de recursos; 5. Baixa resiliência à distúrbios antrópicos.

É prioritária a realização de estudos em campos rupestres, frente sua alta diversidade e endemismo, além de ser uma área ainda negligenciada por políticas públicas de gestão e conservação ambiental (VELDMAN et al., 2015; SILVEIRA et al., 2016).

Para contribuir com uma maior compreensão das dinâmicas de comunidade vegetal, este trabalho propõe uma caracterização geral, assim como investigar como o gradiente altitudinal e mosaico de habitats atua sobre as proporções das síndromes de polinização dos campos rupestres.

2.OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como principal objetivo caracterizar as síndromes de polinização em campos rupestres e ecossistemas associados.

2.2. Objetivo específico

Identificar e descrever mudanças nas proporções de síndromes de polinização entre os quatro tipos de vegetação — afloramentos rochosos, campos arenosos, campos pedregosos, campos úmidos — que compõem os campos rupestres ao longo de um gradiente altitudinal.

3.MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A Cadeia do Espinhaço é uma região montanhosa no interior do Brasil que atravessa os estados de Minas Gerais e Bahia no sentido Sul-Norte, possuindo formações se estendem por mais de 1200 km, com larguras que variam de 50 a 100 km e a altitude pode alcançar mais de 2200 m (FERNANDES et al. 2016). A Cadeia do Espinhaço, por sua localização e altitude, funciona como um divisor de domínios fitogeográficos entre o Cerrado e a Mata Atlântica em seu sentido longitudinal, além de sofrer influência do Cerrado e Caatinga na região nordeste (SILVA et al., 2008).

As regiões de maior altitude da Cadeia do Espinhaço são formadas por mosaicos de habitats denominados Campos Rupestres, que são reconhecidos por sua elevada diversidade e endemismo (SILVEIRA et al., 2016). A composição de vegetações que caracterizam os campos rupestres pode sofrer influência do gradiente ambiental (FERNANDES et al., 2016), podendo ter uma amplitude altitudinal de 1000 metros acompanhadas de variações como as de temperatura, velocidade do vento, precipitação e incidência luminosa (ROCHA et al., 2016).

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados no Parque Nacional da Serra do Cipó (PNSC) e seu entorno. O PNSC está localizado ao sul na Cadeia do Espinhaço, na região central do estado de Minas Gerais. A região estudada abrange três municípios: Santana do Riacho, Jaboticatubas e Cardeal Mota, incluindo também a Área de Proteção Ambiental (APA) do Morro da Pedreira (Figura 1).

O clima local é classificado como tropical de altitude (Cwb) de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013) com invernos frios e secos e verões úmidos e quentes.

3.2. Coleta de Dados

Os dados utilizados neste trabalho fazem parte de um banco maior, cedidos pelo Laboratório de Fenologia da UNESP Rio Claro, gerado a partir de coletas sistematizadas e não sistematizadas da comunidade vegetal realizadas entre os anos de 2012 até 2017 no PNSC e na APA Morro da Pedreira. Apenas indivíduos férteis foram coletados e muitas espécies foram fotografadas.

As espécies coletadas foram depositadas no Herbário Rioclarense (HRCB), localizado na UNESP, Rio Claro – SP, e estão sendo identificadas. A lista geral de espécies dos campos rupestres da Serra do Cipó, coletadas ao longo desses 5 anos, foi utilizada como base para a realização deste trabalho.

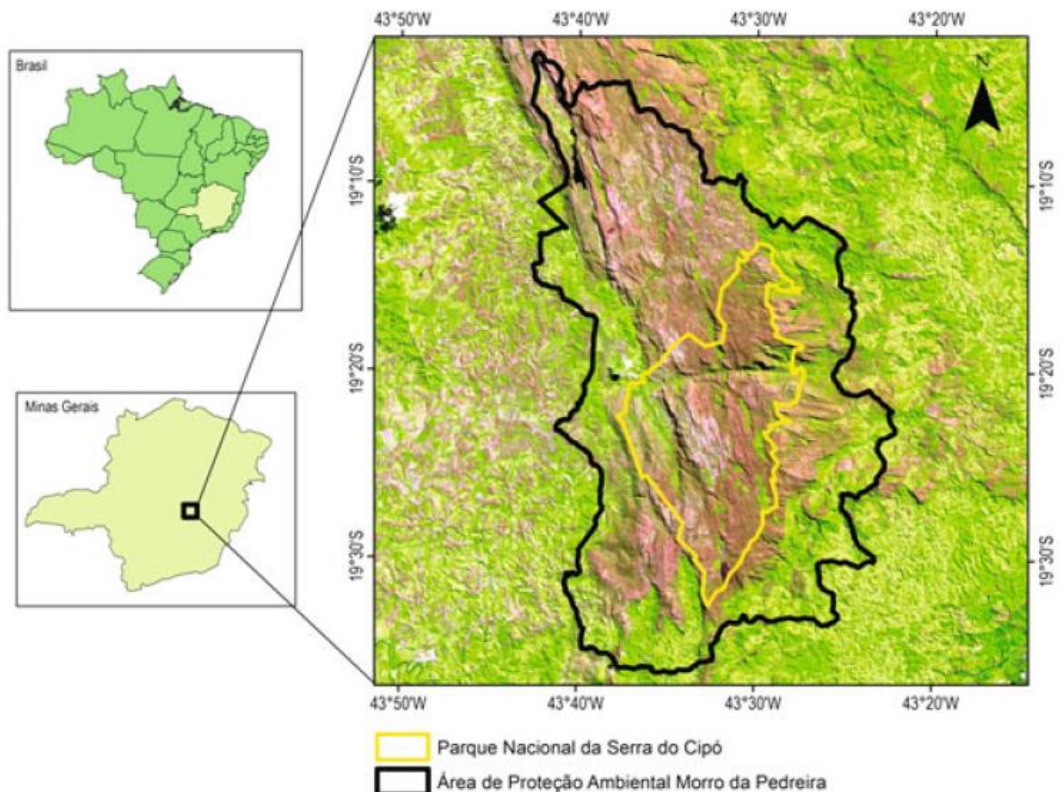


Figura 1 – Localização da Área de Estudo no Brasil, no estado de Minas Gerais e os limites do Parque Nacional da Serra do Cipó (delineado amarelo) e da Área de Proteção Ambiental Morro da Pedreira (delineado preto). Fonte: Rocha et al. (2016).

Parte das coletas apresentam a altitude e o habitat de onde as espécies vegetais foram coletadas. Dessa forma, foi possível criar filtros para criar diferentes formas de caracterização de síndromes de polinização. Com isso, foram escolhidas cinco diferentes cotas altitudinais estabelecidas de forma a incluir as quatro principais vegetações que compõem os campos rupestres, além da área de Cerrado localizada em menor altitude.

As cotas altitudinais consideradas das coletas são: Rio Cipó (821 m), Campos Rupestres: Cedro (1101 m), Pedra do Elefante (1255 m), Quadrante 16 (1303 m) e Alto Palácio (1420 m) (Figura 2).

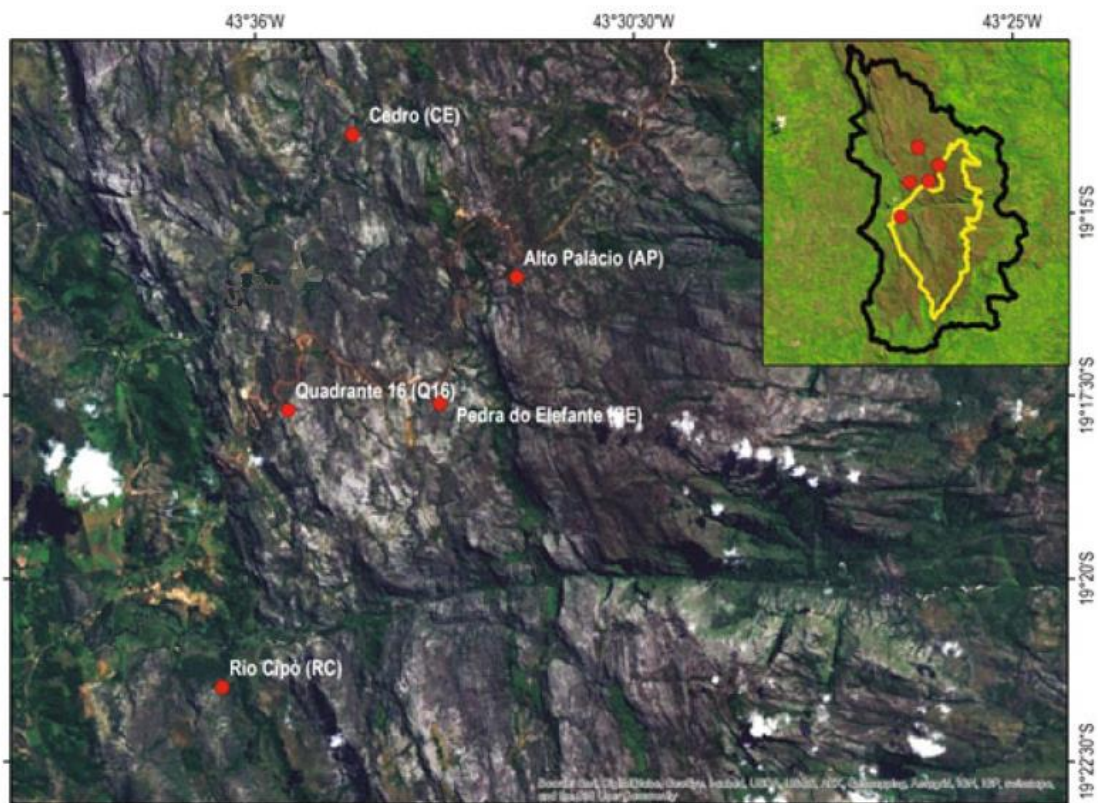


Figura 2 - Localização das cinco cotas altitudinais na Serra do Cipó: Alto Palácio (AP) - 1420 m, Quadrante 16 (Q16) - 1303 m, Pedra do Elefante (PE) - 1255 m, Cedro (CE) - 1101 m e Rio Cipó (RC) - 821 m. Fonte: Adaptado de Rocha et al. (2016).

A síndrome de polinização de cada espécie foi definida por meio de observações em campo realizadas em trabalhos desenvolvidos no contexto dos projetos do Laboratório de Fenologia, incluindo o de diversidade florística e padrões de polinização na Serra do Cipó. A ação do encontro do visitante floral com as partes reprodutivas da planta foi considerada como polinização (CARSTENSEN et al. 2014). Para as espécies em que a síndrome de polinização não foi confirmada em campo, realizamos uma pesquisa bibliográfica sistematizada através dos

indexadores de artigos científicos e teses: Google Acadêmico, BDTD, Science Direct e o sistema P@rthenon, oferecido pela UNESP. Os artigos selecionados foram trabalhos realizados no Brasil com observações diretas das interações entre plantas e polinizadores em campo.

Para espécies não encontradas em estudos publicados e disponíveis nas bases acessadas, a síndrome de polinização foi inferida através de síndromes identificadas em plantas co-genéricas com flores caracterizadas por atributos funcionais semelhantes. A comparação foi feita através de fotografias das espécies em campo.

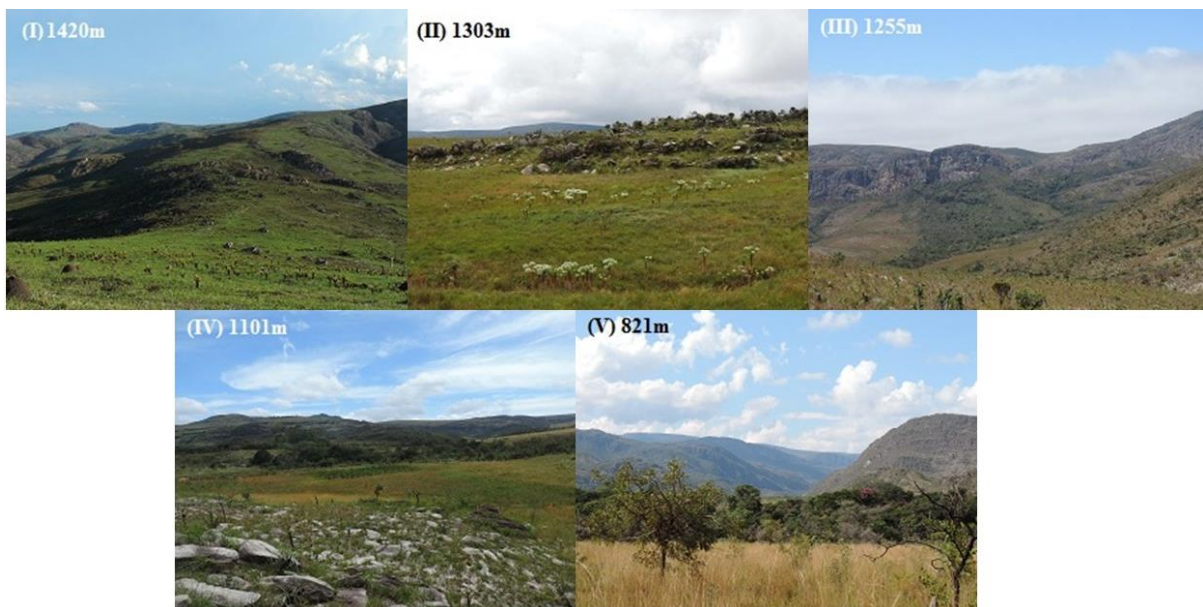


Figura 3 – Imagens das cinco cotas altitudinais localizadas na Serra do Cipó: (I) Alto Palácio (AP) - 1420m, marcada pela presença de gramíneas; (II) Quadrante 16 (Q16) - 1303 m, onde é possível encontrar afloramentos rochosos, gramíneas e adensamentos de *Paepalanthus* sp.; (III) Pedra do Elefante (PE) - 1255 m, onde é possível observar principalmente os campos pedregosos e afloramentos, (IV) Cedro (CE) - 1101 m, onde é possível verificar a maior presença de espécies lenhosas e adensamentos e (V) Rio Cipó (RC) - 821 m, onde é possível diferenciar evidentemente a presença de cerrado. Fonte: Acervo de imagens do Laboratório de Fenologia – UNESP Rio Claro.

Para as espécies que não foram encontradas referências da síndrome de polinização, foram realizadas inferências a partir da proposta de Faegri & Van der Pijl (1979) associadas às fotos, assim como às exsiccatas das amostras presentes no Herbário Rioclarense. As categorias de síndromes de polinização foram agrupadas de acordo com a Tabela 1.

3.3. Análises

Para cumprir com os objetivos do trabalho, foi calculado percentualmente a presença das síndromes de polinização de acordo com as categorias estabelecidas (Tabela 1) de diferentes formas.

Como os dados utilizados para este trabalho não seguiram de acordo com a sistematização para todas as coletas, não havia informação em as coletas sobre a cota altitudinal ou o tipo de vegetação de onde fora extraída. Dessa forma, foram utilizados filtros de diferentes formas para que fosse possível a utilização do máximo de informação possível presente.

Tabela 1 - Categorias consideradas para síndromes de polinização e seus agentes polinizadores.

| SÍNDROME DE POLINIZAÇÃO | AGENTE POLINIZADOR |
|--------------------------------|--|
| <i>Anemofilia</i> | Vento |
| <i>Cantarofilia</i> | Besouros |
| <i>Falenofilia</i> | Mariposas (borboletas noturnas) |
| <i>Melitofilia</i> | Abelhas (pequenas, médias e grandes) |
| <i>Miiofilia</i> | Moscas (Diptera) |
| <i>Mirmecofilia</i> | Formigas |
| <i>Ornintofilia</i> | Beija-flores |
| <i>Psicofilia</i> | Borboletas |
| <i>Quiropterofilia</i> | Morcegos |
| <i>Insetos Diversos</i> | Insetos no geral menos besouros, mariposas, abelhas, moscas, borboletas e formigas |

Fonte: Elaborada pela autora.



Figura 4 – Prancha com imagens de interação entre animais e flores, durante parte de um possível processo de polinização, ou apenas visitaç o floral na Serra do Cip o. (a) Flor de *Bulbostylis eleocharioides* sendo visitada por cole ptera; (b) *Lavoisiera* sp. visitada por abelha; (c) cole ptera interagindo com flor de *Syagrus* sp.; (d) flor de *Lychonophora* sp.; (e) flor de *Declieuxia fruticosa* sendo possivelmente polinizada pela borboleta e (f) formiga interagindo com flor de *Vochysia thyrsoidea*. Fonte: Acervo de imagens do Laborat rio de Fenologia – UNESP Rio Claro: CAMARGO, M. G. G. e MORELLATO, L. P. C.

3.3.1. Caracterização geral de síndromes de polinização

A caracterização geral de síndromes de polinização foi calculada de duas formas. A primeira e principal - utilizada para efeitos comparativos – foi considerado todos os agentes polinizadores relatados para cada espécie vegetal, considerando o número total de aparições desses agentes, para o cálculo percentual. Sendo assim realizado uma somatória de todos os polinizadores assim como das espécies de plantas.

Para uma segunda forma de caracterização geral, dentre todos os agentes considerados polinizadores, foi inferido a partir de Faegri & Van der Pijl (1979) qual seria, pois, o principal polinizador. Considerando assim, apenas um agente polinizador por espécie de planta, para o cálculo percentual.

3.3.2. Caracterização das síndromes de polinização por cota altitudinal e por tipo de vegetação

Dos dados totais, foram filtrados aqueles que possuíam a informação sobre a cota altitudinal coletada. De forma que fosse possível criar a caracterização das síndromes de polinização por área, como apontadas nas Figuras 2 e 3.

Para realizar a caracterização de síndrome de polinização por tipo de vegetação - campo arenoso, campo pedregoso, campo úmido, afloramento rochoso ou cerrado - também foram utilizados filtros, de forma a utilizar apenas os dados que continham o tipo de vegetação presentes na coleta.

Esses cálculos percentuais também foram realizados de forma a considerar todos os polinizadores por espécie de planta e não apenas o principal, para que seja comparado com a principal caracterização geral de síndromes de polinização.

4.RESULTADOS

4.1. Caracterização geral das síndromes de polinização

Foram catalogadas 940 coletas identificadas a nível de espécie no banco de dados, havendo a presença de espécies repetidas, por estarem presentes em áreas diferentes, seja em diferentes altitudes ou habitats. Para a identificação das síndromes e análise dos resultados, foram consideradas apenas as espécies identificadas sem repetição, totalizando uma lista de 440 espécies coletadas.

Considerando a metodologia proposta, 36% das informações sobre os polinizadores foram obtidas em observações diretas das espécies em campo, durante o desenvolvimento de trabalhos do Laboratório de Fenologia, assim como através de trabalhos que realizaram observação em campo a partir da revisão bibliográfica. Para 35% das espécies, as informações sobre polinizadores foram inferidas a partir de dados extraídos de espécies pertencentes ao mesmo gênero com as síndromes de polinização já identificadas em campo. A inferência foi conduzida através da semelhança entre espécies a partir das fotos tiradas em campo ou por reconhecimento no herbário.

Os 29% restantes dos dados sobre os polinizadores foram obtidos a partir de inferências morfológicas propostas por Faegri e Van der Pijl (1979), ao analisar fotos e exsicatas das coletas presentes no Herbário Rioclarense. As famílias Poaceae e Cyperaceae compuseram 14.3% dos dados sendo suas síndromes inferidas através das características de suas flores. Todas as espécies dessas famílias foram classificadas como anemofílicas ou polinizadas pelo vento.

Baseado na lista de 440 espécies, sem que estas apareçam repetidamente, analisamos a composição de síndromes de polinização dos campos rupestres (Figura 5), fazendo uma caracterização geral, levando em consideração todos os polinizadores por espécie vegetal.

A maioria das espécies de plantas foi polinizada por abelhas (40.8%), podendo também ser polinizada por outros agentes. Observamos nesta caracterização geral que as categorias Insetos Diversos (9.4%), Psicofilia (9.4%), Anemofilia (9.3%), Miiofilia (9.0%) e Ornitofilia (9.0%) mostraram valores similares. Seguimos com 6.5% das espécies polinizadas por besouros (Cantarofilia) e 5.3% das polinizadas por formigas (Mirmecofilia), enquanto a Falenofilia e Quiropterofilia, contribuíram com respectivamente 1.2% e 0.3%, indicam uma menor influência de mariposas e morcegos como agentes polinizadores.

Utilizando apenas a morfologia floral e considerando Faegri e Van der Pijl (1979), indicamos qual seria o principal polinizador de para cada flor, levando em consideração que muitas espécies foram consideradas polinizadas por mais de um agente. Dessa forma, temos uma caracterização geral diferente da anterior (Figura 5).

A Melitofilia continuou aparecendo em destaque, representada por 54.5% das espécies, que apresentam abelhas como seu principal polinizador. Por outro lado,

observamos uma diminuição de espécies polinizadas por outros insetos, pois as flores apresentam características morfológicas relacionadas com melitofilia, de forma geral. Apontando para que flores mais generalistas apresentariam caracteres morfológicos associados a síndrome de polinização por abelhas.

Não encontramos espécies polinizadas por formigas ao considerar apenas o principal modo de polinização, pois as características florais indicaram que as espécies mais generalistas, polinizadas por muitos agentes, teriam características melitofílicas. Também observamos proporções menores de espécies psicofílicas, cantarofílicas e miofílicas, se comparadas à caracterização geral (Figura 6), evidentemente pela predominância do modo de polinização por abelhas como o principal.

Em relação a primeira caracterização geral (A), percebemos maior relevância nas espécies polinizadas pelo vento (14.3%) em comparação a 9.3% da caracterização com apenas o principal agente polinizador (L). Porém, para as espécies polinizadas por beija-flores os valores foram comparáveis nas duas caracterizações, assim como para quiropterofilia e falenofilia. Sendo assim, encontrado maiores diferenças entre as duas caracterizações para a polinização por insetos

4.2. Caracterização das síndromes de polinização por cota altitudinal

Ao analisar as síndromes de polinização para as espécies associadas às cotas altitudinais (Figura 6) observamos que a cota de maior altitude (Alto Palácio – 1420 m), apresentou predominância de espécies polinizadas pelo vento (18.1%) e uma menor porcentagem de espécies polinizadas por aves (5.3%), em relação a caracterização geral (A).

Insetos Diversos, Psicofilia e Miofilia apresentaram valores similares, em torno de 8%. A polinização por formigas também apresentou valores menores quando comparadas à caracterização geral, tendo o valor de 3.7%.

A segunda cota de maior altitude, Quadrante 16 (1303 m), apresentou menor porcentagem (34.9%) de espécies polinizadas por abelhas, ainda assim, valor muito maior que as outras síndromes identificadas. Espécies psicofílicas, ornitofílicas e polinizadas por Insetos Diversos corresponderam a 11.2% cada.

A cota intermediária de altitude, Pedra do Elefante (1255 m), apresentou porcentagens semelhantes à caracterização geral, sendo a síndrome menos

representada pelos valores, a polinização por besouros (9%), e novamente a predominância das espécies Melitofílicas (43.6%).

Para valores de Anemofilia nas cotas de 1303m (Quadrante 16) e 1255m (Pedra do Elefante) houve uma menor riqueza espécies quando comparadas com a parcela de maior altitude. Ademais, nas três cotas de maior altitude não houve presença de espécies polinizadas por morcegos (Quiropterofilia).

A cota altitudinal de 1101 m (Cedro) apresentou uma menor predominância de espécies polinizadas por abelhas (37.6%), em detrimento do aumento da porcentagem de outros insetos como polinizadores, em comparação às demais cotas, mas ainda assim, melitofilia foi a síndrome de polinização predominante nesta cota altitudinal.

As síndromes Anemofilia, Miiofilia e Ornitofilia apresentaram valores similares, correspondentes a cerca de 10%. Ocorreu menor riqueza de espécies polinizadas por Insetos Diversos quando comparado com a caracterização geral e apenas 0.3% de espécies foram polinizadas por morcegos.

Na cota altitudinal localizada a 821 metros de altitude (Rio Cipó), o Cerrado, apresentou uma menor riqueza de espécies polinizadas por aves (5.1%) quando comparada à caracterização geral, assim como com as outras cotas altitudinais. Este valor foi similar ao de espécies ornitofílicas presentes na cota altitudinal mais alta, à 1420 metros.

As síndromes de polinização por moscas (Miiofilia) e aves (Ornitofilia) mostraram valores similares, semelhantes aos registrados para a cota de 1101 metros. Na cota mais baixa (821 m), as espécies polinizadas por moscas (11.1 %) apresentam mais que o dobro percentual em relação as espécies polinizadas por aves (5.1%). A cota de maior altitude (1420 m) mostrou maior riqueza de espécies polinizadas por moscas (8%) do que aves (5,3%).

Por outro lado, nas cotas intermediarias de 1303m e 1255m, a polinização por aves, 11.2% e 9% respectivamente, foi maior que a por moscas, 7.2% e 7.1%.

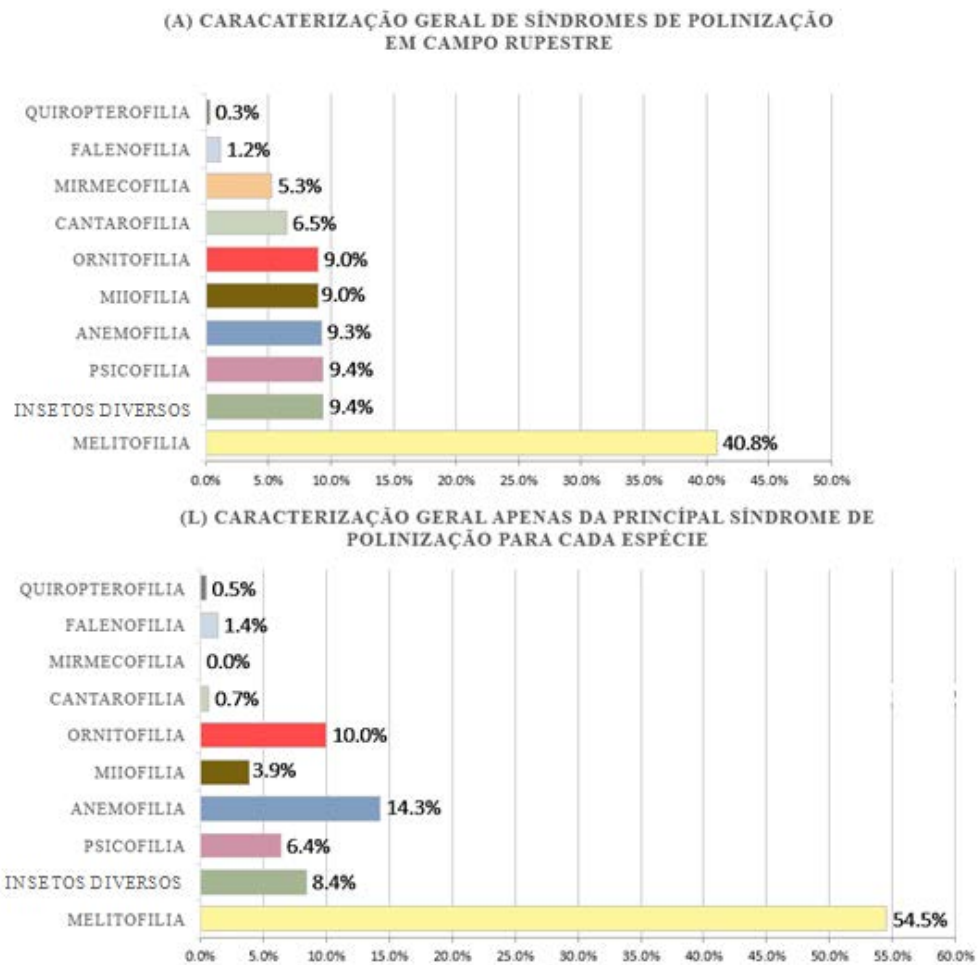


Figura 5 - Gráficos comparando as diferentes formas de caracterização criadas, em (A) levou-se em conta todas as vezes que os agentes polinizadores apareciam, levando em consideração diferentes formas de polinização por espécie. Em (L) considerou-se apenas o principal modo de polinização por espécie, a partir de Faegri & Van der Pijl (1979). Fonte: Elaborada pela autora.

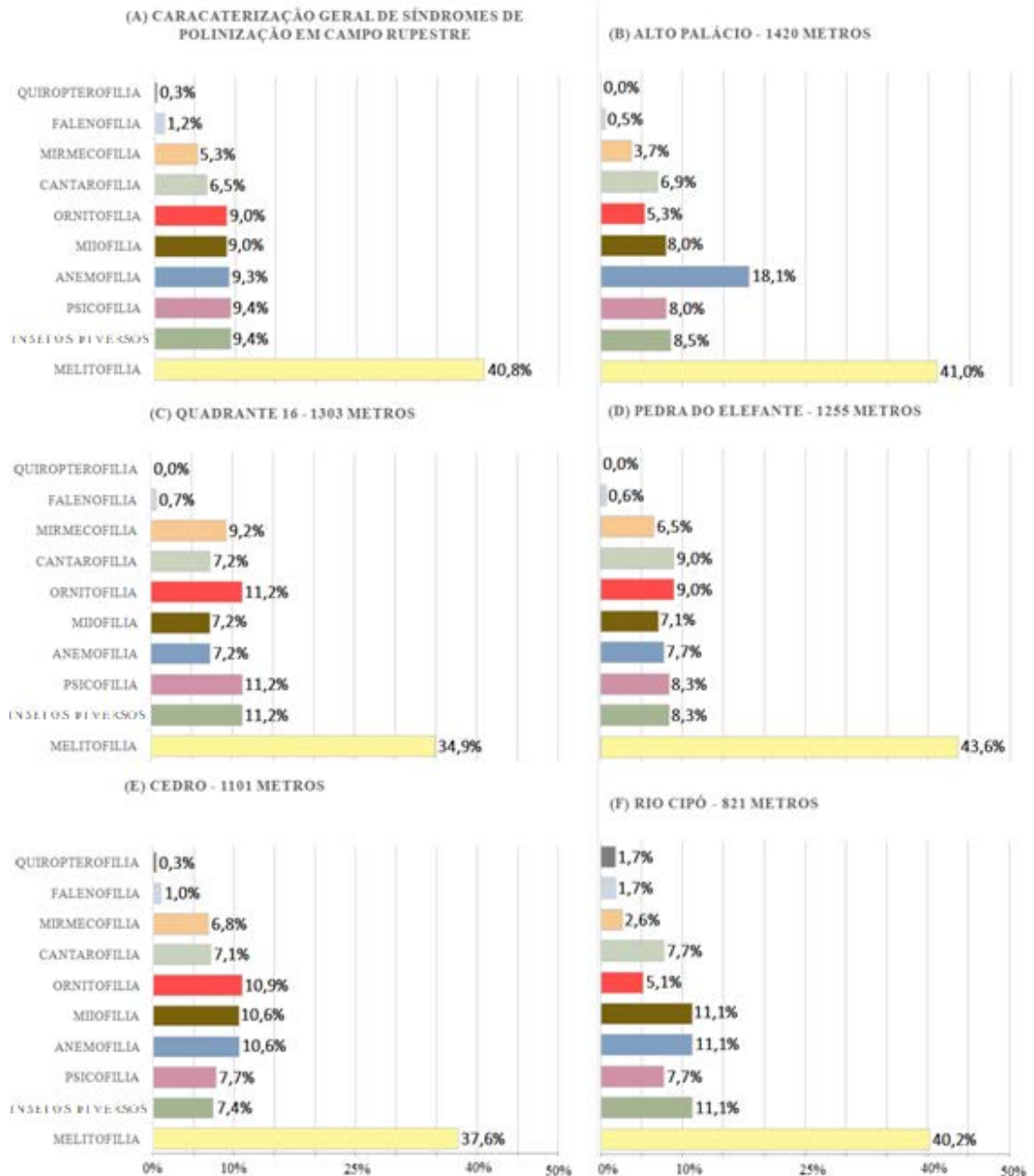


Figura 6 – Comparação entre as proporções de síndromes de polinização nos campos rupestres da Serra do Cipó por Cota Altitudinal. Fonte: Elaborada pela autora.

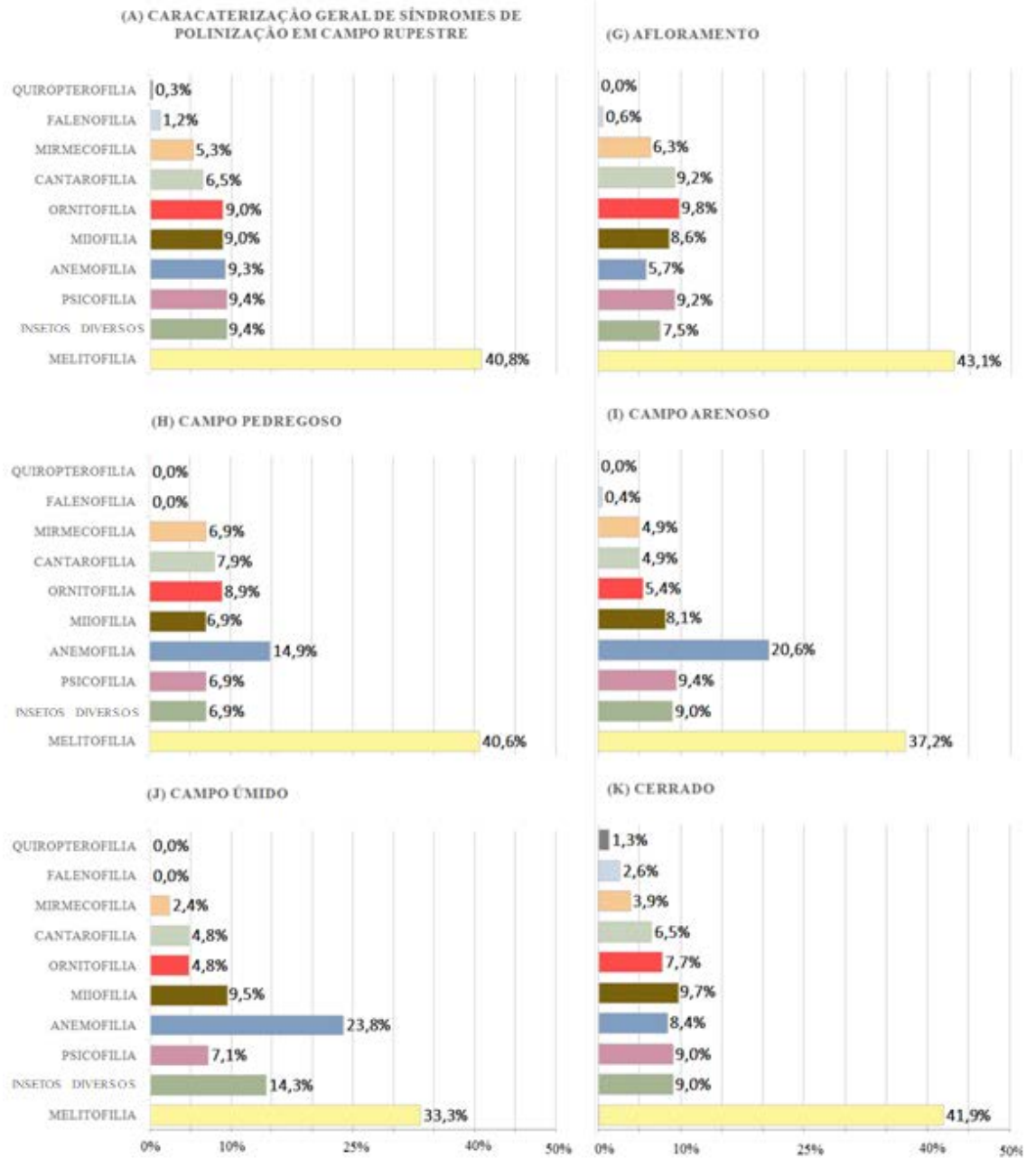


Figura 7 - Comparação entre as proporções de síndromes de polinização nos campos rupestres da Serra do Cipó por tipo de vegetação. Fonte: Elaborada pela autora.

4.3. Caracterização das Síndromes de polinização por tipo de vegetação

Os afloramentos (Figura 7) apresentaram menor riqueza de espécies polinizadas pelo vento, Anemofilia (5.7%), em relação a caracterização geral. Já a quantidade de espécies polinizadas por Abelhas, demonstra valor similar ao da caracterização geral e em relação a caracterização geral, houve uma maior riqueza de espécies polinizadas por Besouros (9.2%) em afloramentos rochosos.

A vegetação Campo Pedregoso (Gráfico H) apresentou valores maiores em relação a Anemofilia (14.9%), valores similares para Insetos Diversos, Psicofilia e Miiofilia. Também valor mais elevado para Cantarofilia (7.9%) e Mirecofilia (6.9%) em relação a caracterização geral.

Para a vegetação Campo Arenoso (Gráfico I), há maior diferença em relação ao gráfico geral, pois existe um aumento considerável de Anemofilia (20%) em detrimento à diminuição da porcentagem de Melitofilia e dos outros agentes bióticos de polinização.

Em relação aos Campos Úmidos (Gráfico J), há uma porcentagem ainda maior em relação a presença da Anemofilia (23.8%) em detrimento da diminuição da Melitofilia, que é representada percentualmente por 33.3%. Espécies Miiofílicas (9.5%) apresentam quase o dobro de relevância percentual em relação a Ornitofilia (4.8%) em campos úmidos. Também há uma maior porcentagem para Insetos Diversos (14.3%) em relação aos outros habitats e à caracterização geral.

Para a vegetação das áreas de cerrado adjacentes, mais comumente presente nas cotas de menor altitude, houve uma riqueza relevante de espécies com as síndromes Quiropterofilia (1.3%) e Falenofilia (2.6%), ambas menos representativas nos demais habitats. O valor para Miiofilia (9.7%) também foi mais representativo em relação as outras vegetações, assim como em relação a caracterização geral.

4.4. Caracterização das cotas altitudinais pela presença de tipos de vegetação

A composição do mosaico de vegetações ao longo da altitude foi descrita a partir do cálculo, em porcentagem, da incidência de cada tipo de vegetação onde as coletas foram realizadas para cada cota altitudinal (Figura 8).

As três cotas de maior altitude não apresentam áreas de cerrado, estando esta vegetação restrita às altitudes mais baixas. Constatamos que na área de maior altitude (Alto Palácio) ocorreu predominância de campos arenosos, compondo

73.6% das coletas na cota. Não detectamos coletas em campos úmidos nos dados analisados para esta cota.

Em relação a cota Quadrante 16, a 1303m, houve predominância de vegetações em afloramentos rochosos (48.6%). Também foi destacada a presença de campos pedregosos (29.2%) e de forma mais discreta, campos úmidos (8.3%).

Na altitude intermediária, Pedra do Elefante (1255m), não foram encontrados campos úmidos, predominando novamente o Afloramento (49.1%), seguido por campos pedregosos (30.9%).

Na altitude de 1101m, Cedro, encontramos coletas em todas as vegetações. Houve predominância de Campos Arenosos (44.2%), porém ainda com uma ocorrência relevante de Afloramentos Rochosos (30.8%).

Em altitudes mais baixas, a cota Rio Cipó (821m), encontramos a predominância de Cerrado, representado 97.4% do total de vegetações, também ocorreram campos úmidos (2.6%).

Nossos resultados permitem traçar uma associação entre a composição de vegetações em cada cota altitudinal e suas respectivas síndromes de polinização.

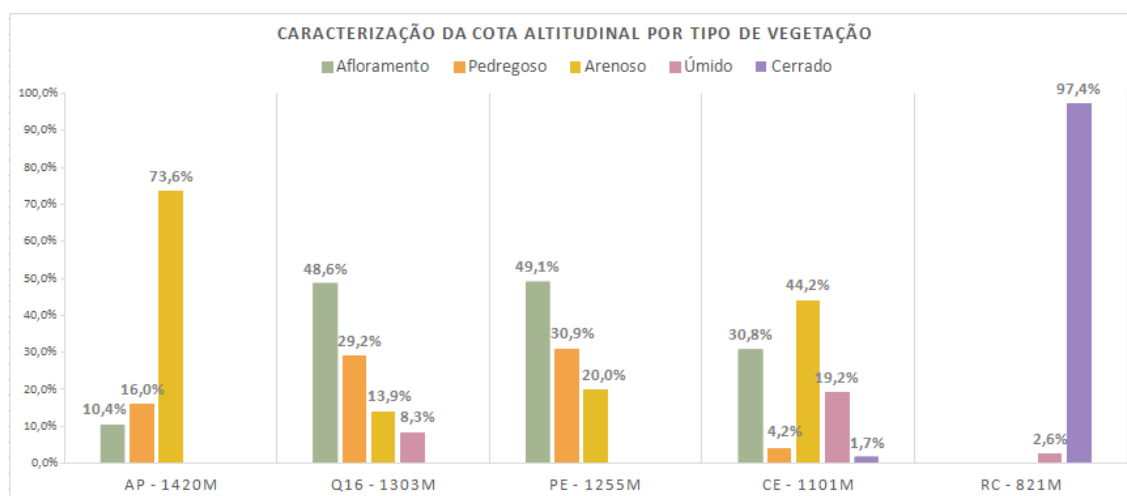


Figura 8 - Gráfico de caracterização das cotas altitudinais pela presença das diferentes vegetações. Fonte: Elaborada pela autora.

5.DISSCUSSÕES

Este estudo, comparado com outros de caracterização de polinização em áreas tropicais (Tabela 2), apresentou uma análise abrangente de espécies, representado pelo universo de 440 coletas de diferentes espécies analisadas. A área de campo rupestre estudada apresentou uma alta diversidade de modos de polinização.

De acordo com a tabela apresentada também podemos constatar que na região tropical, existe como modo predominante de polinização, a Melitofilia. Comparada com outras áreas tropicais também podemos observar que a polinização por Beija-flores também se destaca, assim como na região tropical mais árida comparada, a Caatinga. Estudos de polinização para vetores abióticos também só foram apresentados por Machado & Lopes (2004), para a Caatinga, não sendo possível comparar a relevância do agente vento como polinizador para outras áreas tropicais.

Ao considerar os dois tipos de caracterização adotados - o geral onde levamos em conta todos as informações de diferentes visitantes florais como polinizadores efetivos, confiando nas observações em campo e em caracterização van der Pijl, onde apenas o principal polinizador foi considerado a partir da morfologia da flor e observação em campo - foi possível notar que o número de espécies polinizadas por abelhas aumentou em detrimento da diminuição de outras espécies polinizadas por outros insetos. Isso poderia indicar que espécies polinizadas por insetos, de forma geral, possuiriam uma morfologia floral mais generalista, podendo ser polinizada por mais do que um grupo de insetos.

Estudos prévios realizados por Carmo & Jacobi (2011), em uma outra região da Cadeia do Espinhaço, mostraram que espécies polinizadas por insetos, de forma geral, sendo a maioria Meliotofílicas, compreendem 70% das espécies amostradas; enquanto aves, a porcentagem de 13% e de polinização pelo vento, 16%. Estes números podem ser comparados com os dados obtidos neste estudo onde cerca de 80% das espécies foram polinizadas por insetos, 9.0% por aves e 9.3% foram espécies anemofílicas.

Em média, 94% das espécies vegetais de comunidades tropicais são polinizadas por animais (OLLERTON et al., 2011; GUERRA et al., 2016). Este estudo mostrou que 90% das espécies de campo rupestre dependem de agentes bióticos para a realização da polinização, concordando com Conceição et al. (2007) que encontraram, em estudo realizado na Chapada da Diamantina (Cadeia do Espinhaço), que espécies polinizadas por fatores bióticos também superam àquelas de fatores abióticos. Reiterando a importância das relações mutualísticas para a manutenção do Campo Rupestre.

As características da vegetação presente, marcada pela considerável presença de espécies das famílias Cyperaceae e Poaceae, fazem com que a

Anemofilia seja um modo de polinização relevante. Contudo, a composição de vegetações em mosaicos, pode causar uma distribuição de espécies agrupada e heterogênea. Este mosaico restringe populações a pequenas porções espaciais e, possivelmente, como forma de adaptação, à polinização por agentes bióticos propicia maiores possibilidades de fluxo gênico (GIULIETTI et al., 1997; SILVEIRA et al., 2016; GUERRA et al. 2016).

De acordo com Hopper (2009), em OCBILs, depender de polinizadores bióticos, principalmente de aves, que são consideradas voadores robustos, seria uma estratégia reprodutiva de pequenas populações presentes nesse tipo de área. Número apenas comparável com a Caatinga, região com aridez muito característica, onde é possível encontrar a presença marcante dessa síndrome de polinização.

De acordo com estudos prévios, a função realizada pelos beija-flores em campos rupestres é de grande importância, sugerindo comportamento territorialista em beija-flores da Cadeia do Espinhaço (SAZIMA; SAZIMA, 1990; MACHADO et al., 2007; JACOBI; ANTONINI, 2008; GUERRA; PIZZO, 2014). Por outro lado, a visitação floral não causa necessariamente a polinização efetiva, por isso, essas aves podem ser consideradas como ladras de recursos, estando sob a mira de maiores estudos (GUERRA et al., 2016; GÉLVEZ-ZÚÑIGA, 2017).

Em relação a outros estudos de polinização realizado em áreas consideradas OCBILs, na Venezuela, na região chamada Pantepui, onde mais da metade das espécies são polinizadas por abelhas (RAMIREZ, 1993). Esse valor é comparável ao deste estudo onde a melitofilia apresentou, em todas as análises, uma maioria marcante em relação as outras síndromes. Sendo notável também a importância das abelhas como agentes polinizadores em regiões tropicais.

Porém, estudos sobre polinização, assim como dispersão de frutos, a nível de comunidade, são raros, praticamente inexistentes até mesmo em outras áreas do mundo consideradas OCBILs bem estudadas (SILVEIRA et al., 2016). Dessa forma, a comparação da caracterização geral de polinizadores com outras áreas similares, acabou sendo prejudicada.

A constituição dos campos rupestres em mosaicos vegetacionais favorece o estabelecimento de pequenas populações por área. Para que se evite a reprodução entre os indivíduos dessa mesma população, como dito acima, a teoria de OCBILs, prevê que estas espécies tenham evoluído estratégias reprodutivas que contemplem polinizadores bióticos com capacidade de carregar o pólen para regiões mais

distantes, entrando em contato com outras populações (HOPPER, 2009; SILVEIRA et al., 2016). Isso poderia ser corroborado pela grande significância da polinização por abelhas e beija-flores presentes nos resultados obtidos.

Outro aspecto notável da constituição em mosaicos é a questão da diferença entre as caracterizações por cota altitudinal, que poderiam ser comparadas não necessariamente pela diferença de altitude, mas sim pelo principal habitat que a constitui. Isso pode sugerir que a altitude pode ter um efeito secundário na composição das síndromes de polinização em campos rupestres, sendo necessário maiores investigações.

As vegetações de topos de montanha são consideradas ameaçadas pelas predições do aquecimento global para o próximo século (COLWELL et al., 2008; FERNANDES et al. 2016). Porém ao considerar a questão altitudinal como secundária, as ameaças do aquecimento global podem ficar em segundo plano dessa forma, sendo necessário colocar em evidência a preocupação com outras ameaças antrópicas sofridas pela região como a mineração e turismo.

6.CONCLUSÃO

Foi possível concluir que a Melitofilia, em Campos Rupestres, assim como em outras regiões tropicais, apresenta grande relevância. Para espécies polinizadas pelo vento, existe diminuição nas proporções em afloramentos rochosos, indicando a menor presença de espécies herbáceas neste habitat, sugerindo a relação das síndromes de polinização com a composição de espécies em mosaicos. Em relação as espécies Ornitófilicas, foi maiores proporções em altitudes intermediárias, indicando distribuição restrita de beija-flores.

Este estudo também representa uma contribuição para a compreensão das relações mutualísticas presentes no Campo Rupestre, corroborando as predições para OCBILs, ao pontuar grande importância na polinização biótica, realizada principalmente por abelhas e aves. Também apresentamos sugestões sobre a questão altitudinal ter efeito secundário na composição de síndromes de polinização, propondo maiores investigações.

Tabela 2 - Tabela comparativa entre Caracterização Geral de Síndromes de Polinização em regiões tropicais

| Porcentagem de Espécies (%) | Tropical Lowland Rain Forest (n = 143) Costa Rica (BAWA <i>et al.</i> , 1985) ¹ | Cloud Forest (n = 155) Venezuela (RAMIREZ, 2004) ¹ | Caatinga (n = 147) Brasil (MACHADO; LOPES, 2004) ¹ | Floresta Semi-Decidua (n = 199) Brasil (GENINI, 2011) ² | Campos Rupestres (n = 440) Brasil (Este estudo) ² |
|------------------------------------|--|---|---|--|--|
| Abelhas médias a grandes | 27.5 | 73.1 ^a | 30.5 | 49.2 | 40.8 ^a |
| Insetos diversos | 15.8 | 0.0 | 12.4 ³ | 22.1 | 9.4 ^o |
| Moscas | 0.0 | 2.8 | - | 13.6 | 9.0 |
| Mariposas | 15.9 | 8.3 | 8.5 | 8.0 | 1.2 |
| Beija-flores | 4.3 | 0.0 | 15.0 | 4.5 | 9.0 |
| Abelhas pequenas | 14.0 | - | 12.6 | 10.1 | - |
| Borboletas | 4.9 | 4.2 | 3.9 | 5.0 | 9.4 |
| Morcegos | 3.0 | 2.8 | 13.1 | 3.0 | 0.3 |
| Vespas | 4.3 | 0.0 | 1.3 | 2.5 | - |
| Besouros | 7.3 | 2.8 | 0.7 | 1.0 | 6.5 |
| Aves | 0.0 | 2.80 | - | 0.0 | - |
| Vento | - | - | 2.0 | - | 9.3 |

¹Calculado para apenas o principal agente polinizador; ² Plantas com mais de um agente polinizador foram incluídas mais de uma vez; ³ Inclui apenas insetos pequenos, ^a Corresponde a todos os tamanhos de abelhas, ^o Inclui vespas. Fonte: adaptada de Genini (2011).

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, J. L. G.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BAWA, K. S. et al. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees.II. Pollination Systems. **American Journal of Botany**, v. 72, p. 346-356, 1985.
- BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v. 21, p. 399-422, 1990.
- BURROWS, C. J. **Processes of vegetation change**. London: Urwin Hyman, 1990.
- CARSTENSEN, D. W. et al. Beta-diversity of plant-pollinator networks and the spatial turnover of pairwise interactions. **Plos One**, v. 10, n. 2, 2014.
- COELHO, M.S., FERNANDES, G.W., PACHECO, P., DINIZ, V., MEIRELES, A., SANTOS, R.M., CARVALHO, F.C., NEGREIROS, D. Archipelago of montane forests surrounded by rupestrian grasslands: new insights and perspectives. In: Fernandes, G.W. (Eds.), *Ecology and Conservation of mountain-top grasslands in Brazil*, Springer, New York, p. 129–153, 2016.
- COLWELL, R. K. et al. Global warming, elevation range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. **Science**, v. 322, p. 258-261, 2008.
- CONCEIÇÃO, A. A.; FUNCH, L. S.; PIRANI, J. R. Reproductive phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone outcrop vegetation in “Chapada Diamantina”, northeastern Brazil: population and community analyses. **Rev. Brasil Bot.**, v. 30, n. 3, p. 475-485, 2007.
- FARIA, G. M. **A flora e a fauna apícola de um ecossistema de campo rupestre, Serra do Cipó - MG, Brasil: Composição, fenologia e suas interações**. 1994. 234 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, Rio Claro, 1994.
- FAEGRI, K, VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**, 3. ed. Oxford: Pergamon, 1997.
- FERNANDES, G. W.; ALMEIDA, H. A.; MELO, F.; NUNES, C. A.; NEVES, F.; NUNES, Y. R. F.; MORELLATO, P.; DIRZO, R. Sentinelas das mudanças climáticas. **Ciência Hoje**, v. 57, n. 339, p. 42-47, 2016.
- FREITAS, L.; SAZIMA, M. Pollination biology in a tropical high-altitude grassland in Brazil: Interactions at the community level. **Annals of the Missouri Botanical**

Garden, v. 93, n. 3, p. 465-516, 2006. Disponível em <http://www.bioone.org/doi/pdf/10.3417/0026-6493%282007%2993%5B465%3APBIATH%5D2.0.CO%3B2>

> Acesso em: 06 jul. 2017.

GÉLVEZ-ZÚÑIGA, I.; NEVES, A.C.; TEIXIDO, A.L.; FERNANDES, G.W. Reproductive biology and floral visitors of *Collaea cipoensis* (Fabaceae), an endemic shrub of the rupestrian grasslands. *Flora*, p.03-12, 2017

GENINI, J. **Sazonalidade e as redes de interações planta-polinizador**. 2011. Tese (doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus Rio Claro, Instituto de Biociências, Rio Claro, 2011.

GIULIETTI, A. M. et al. Espinhaço range region, eastern Brazil, In: S.D. Davis, V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos, A.C. Hamilton: **Centres of Plant Diversity: A Guide and Strategy for their Conservation**. IUCN Publication Unity, v.3, Cambridge, 1997, p. 397-404.

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. **Life in the Cerrado: a South American Tropical Seasonal Vegetation**. Vol II. Pollination and Seed Dispersal. Ulm: Reta Verlag, 2006.

GUERRA, T. J. et al. Mutualistic interactions among free-living species in Rupestrian Grasslands. In: G.W. Fernandes (ed.), **Ecology and Conservation of Mountaintop Grasslands in Brazil**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. p. 275-289.

GUERRA, T. J.; PIZO, M. A. Asymmetrical dependence between a Neotropical mistletoe and its avian seed disperser. **Biotropica**, v.46, p. 285–293, 2014

HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. **Plant-animal interactions: an evolutionary approach**. Oxford: Blackwell, 2002.

HOPPER, S. D. OCBIL theory: towards an integrated understanding of the evolution, ecology and conservation of biodiversity on old, climatically buffered, infertile landscapes. **Plant Soil**, v. 322, p. 49–86, 2009.

JACOBI, C. M.; ANTONINI, Y. Pollinators and defense of *Stachytarpheta glabra* (Verbenaceae) nectar resources by the hummingbird *Colibri serrirostris* (Trochilidae) on ironstone outcrops in south-east Brazil. **J Trop Eco**, v. 24, p. 301–308, 2008.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. Life-forms, pollination and seed dispersal syndromes in plant communities on ironstone outcrops, SE Brazil. **Acta Bot. Bras.**, Feira de Santana, v. 25, n. 2, p. 395-412, 2011. Disponível em:

- <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062011000200016&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 25 Set. 2017.
- MACHADO, C. G.; COELHO, A. G.; SANTANA, C. S.; RODRIGUES, M. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. **Rev. Brasileira de Ornitologia** [online], v. 15, n. 2; p. 267-279, 2007. Disponível em: <[http://inot.org.br/wp-content/uploads/Beija-flores e seus recursos florais em uma %C3%A1rea de campo rupestre da Chapada Diamantina Bahia.pdf](http://inot.org.br/wp-content/uploads/Beija-flores_e_seus_recursos_florais_em_uma_%C3%A1rea_de_campo_rupestre_da_Chapada_Diamantina_Bahia.pdf)> Acesso em: 07 jul. 2017.
- MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany**, v. 94, p. 365-376, 2004.
- MORELLATO, L. P. C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. 1990. 203 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, 1991.
- NEGREIROS, D. et al. Caracterização da fertilidade dos solos de quatro leguminosas de campos rupestres, Serra do Cipó, MG, Brasil. **R.C. Suelo Nutr. Veg.**, Temuco, v. 8, n. 3, p. 30-39, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912008000300003&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 25 set. 2017.
- OLIVEIRA, P.; GIBBS, P.; BARBOSA, A. Moth pollination of woody species in the Cerrado of Central Brazil: a case of so much owed to so few? **Plant. Syst. Evol.** v. 245, n. 1-2, p. 41-54, 2004. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00606-003-0120-0?LI=true>> Acesso em: 07 jul. 2017.
- OLLERTON, J. et al. A global test of the pollination syndrome hypothesis. **Annals of Botany**, v. 103, n. 9, p. 1471-1480, 2009.
- OLLERTON, J. et al. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, p. 321-326, 2011.
- OLLERTON, J. Pollinator diversity: distribution, ecological function, and conservation. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 11, n. 52, p. 353-376, 2017.
- RAMIREZ, N. Pollination specialization and time of pollination on a tropical Venezuelan plain: variation in time and space. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.145, p. 1-16, 2004.

- RAMIREZ, N. Reproductive biology in a tropical shrubland of Venezuelan Guyana. **J. Veg. Sci.**, v. 4, p. 5-12, 1993.
- ROCHA, N. M. W. B.; CARTENSEN, D. W.; FERNANDES, G. W.; LE STRADIC, S.; BUISSON, E.; MORELLATO, L. P. C. Phenology patterns across a Rupestrian Grassland altitudinal gradient. In: G.W. Fernandes (ed.), **Ecology and Conservation of Mountaintop Grasslands in Brazil**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. p. 275-289.
- ROSAS-GUERRERO, V. et al. A quantitative review of pollination syndromes: do floral traits predict effective pollinators? **Ecology Letters**, v. 17, p. 388-400, 2014.
- SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Hummingbird pollination in two species of *Vellozia* (Liliiflorae: Velloziaceae) in southeastern Brazil. **Bot Acta**, v. 103, p.83–86, 1990.
- SILVA, J. A. et al. Identificação de áreas insubstituíveis para conservação da Cadeia do Espinhaço, estados de Minas Gerais e Bahia, Brasil. **Megadiversidade**, Minas Gerais, v. 4, n. 1- 2, p. 272-309, 2008.
- SILVEIRA, F. A. O. et al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant Soil**, v. 403, p. 129-152, 2016.
- SOARES, N. C.; MORELLATO, L. P. C. Crepuscular pollination and reproductive ecology of *Trembleya laniflora* (Melastomataceae), an endemic species in mountain rupestrian grasslands. **Flora** [online], v. 12, n. 5, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.flora.2016.12.005>> Acesso em: 06 jul. 2017.
- SCHLINDWEIN, C.; MEDEIROS, P. C. R. Pollination in *Turnera subulata* (Turneraceae): Unilateral reproductive dependence of the narrowly oligolectic bee *Protomeliturga turnarae* (Hymenoptera, Andrenidae). **Flora** [online], v. 201, n. 3, p. 178-188, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036725300500126X>> Acesso em: 07 jul. 2017.
- VELDMAN, J. W. et al. Toward an oldgrowth concept for grasslands, savannas, and woodlands. **Front Ecol Environ**. v. 13, p. 154–162, 2015.
- WARE, S. Adaptation to substrate and lack of it in rock outcrop plants: *Sedum* and *Arenaria*. **American Journal of Botany**, v. 77, p. 1095-1100, 1990.
- WASER, N. M.; CHITTKA, L.; PRICE, M. V.; WILLIAMS, N. M.; OLLERTON, J. Generalization in pollination systems, and why it matters. **Ecology**, v. 77, p. 1043-1060, 1996.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

EFEITO DA COMPOSIÇÃO DE HABITATS EM SÍNDROMES DE
POLINIZAÇÃO AO LONGO DA ALTITUDE:
CAMPOS RUPESTRES COMO MOSAICO

Aluna: Beatriz Lopes Monteiro

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Leonor Patricia Cerdeira Morellato

Co-orientador: Dr. Marcel Serra Coelho

Rio Claro
2017