



Universidade Federal de São João del-Rei

Departamento de Ciências Naturais

Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Pseudoviviparidade em *Comanthera nivea* (Bong.) L. R. Parra & Giullietti

(Eriocaulaceae): o papel do microhabitat

Juliana Carmen Lombello

São João del-Rei

2017

Juliana Carmen Lombello

Pseudoviviparidade em *Comanthera nivea* (Bong.) L. R. Parra & Giullietti

(Eriocaulaceae): o papel do microhabitat

Orientadora: Dra. Flávia de Freitas Coelho

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

São João del-Rei

2017

Financiamentos:



Apoio e Colaborações



LACBM

Agradecimentos

Eu não poderia deixar de agradecer várias pessoas pelo apoio e ajuda recebidos. Concluir mais essa etapa não foi nada fácil, e sem vocês isso não seria possível.

A primeira pessoa que eu gostaria de agradecer é à minha orientadora, Dr. (a) Flávia de Freitas Coelho, por ter aceitado me orientar sem nos conhecermos e por ter me apresentado a esse mundo, até então desconhecido pra mim, de “sempre-vivas” e pseudoviviparidade. Obrigada por ter sido minha mentora e minha guia nesses dois anos.

Agradeço às professoras Dr. (a) Letícia Maria Vieira e à Dr. (a) Grazielle Sales Teodoro por aceitarem fazer parte da banca de qualificação. Seus comentários foram muito constritivos e de grande valia para uma melhor execução do estudo. E aos professores Dr. (a) Gislene Carvalho de Castro e o Dr. Marcos Eduardo Guerra Sobral, e novamente Dr. (a) Grazielle Sales Teodoro por aceitarem fazer parte da banca de defesa do título. Obrigada pelo interesse e pela disponibilidade.

Sou grata aos meus pais, às minhas irmãs, e a meu eterno companheiro Zil. Obrigada pelo apoio e compreensão, e por ter paciência comigo ao trilhar esse caminho tão inconstante e por vezes árduo, mas atraente e compensador. Principalmente ao meu pai, que me levou e auxiliou em todas as excursões a Serra do Lenheiro. Passamos por muitas emoções pela estrada de acesso e por muitas adversidades durante as excursões ao campo. Mas sem ele a realização desse trabalho não seria possível.

Ao corpo docente do PGE-UFSJ, que sempre estiveram dispostos a me ajudar quando precisei de algo. Principalmente à Dr. (a) Tatiana Cornelissen, coordenadora do programa e uma das pessoas que mais me ajudaram durante esse processo, dentro e fora de sala. Uma extraordinária pessoa, com quem sempre pude contar, até para uma simples conversa. Ao LEVIN (Laboratório de Ecologia Vegetal e Interações) e ao LACBM (Laboratório de Cardiofisiologia e Biologia Molecular) por prontamente disponibilizarem espaço para que eu pudesse completar as minhas análises.

Agradeço também aos colegas de turma, em especial Elismara, Nathália e Glauco, que me são mais próximos. Principalmente após Itamonte, formando um grupo muito unido. Passamos por muita coisa juntos, umas agradáveis, outras nem tanto. Ao

lembrar aqueles dias, sinto uma imensa saudade das brincadeiras, cumplicidade e principalmente das conversas e a presença. Vocês fizeram a nossa intensa carga horária e as dificuldades do dia-a-dia serem mais fáceis de superar, por vezes até divertidas. E as experiências duram boas risadas até hoje. Espero que nossa convivência diária perdure! À Maria Tereza, minha fotógrafa preferida!! Pelas ajudas ao campo e o seu sorriso sempre amigo e contagioso. Que possamos ir a mais congressos juntas!

E por último, mas não menos importante, ao Evandro. Você me ajudou deveras, aconselhando, advertindo, brincando quando eu me encontrava desanimada ou mesmo me escutando quando precisava desabafar. Você é e sempre será meu confidente, meu melhor amigo e o meu amor!

Pseudoviviparidade em *Comanthera nivea* (Bong.) L. R. Parra & Giullietti
(Eriocaulaceae): o papel do microhabitat

Resumo	7
Abstract	9
Introdução	10
Materiais e Métodos.....	12
Espécie de estudo.....	12
Área de estudo	15
Mensuração das variáveis reprodutivas	16
Mensuração da umidade do solo	16
Análise de dados	17
Resultados	17
Discussão	22
Conclusão	23
Referências Bibliográficas	25

Pseudoviviparidade em *Comanthera nives* (Bong.) L. R. Parra & Giulietti
(Eriocaulaceae): o papel do microhabitat

Dissertação estruturada para submissão na revista *Plant Species Biology*.

Juliana Carmen Lombello ^{1*} e Flávia de Freitas Coelho²

¹Universidade Federal de São João del-Rei, ² Universidade Federal de Lavras.

*jclombello@yahoo.com.br

Resumo

A pseudoviviparidade é um tipo raro de reprodução clonal em que no centro da inflorescência dos indivíduos são originados rametes ao invés de órgãos florais, através de crescimento de células meristemáticas, e ocorre em ambientes sazonais com breves períodos favoráveis ao crescimento e reprodução. Como os indivíduos crescem em microhabitats contrastantes quanto à disponibilidade de água no solo, esse é o primeiro trabalho que investigou se a produção de capítulos e o recrutamento de rametes pseudovivíparos em *Comanthera nivea* (Eriocaulaceae) são maiores em microhabitats sombreados, e se dependem da umidade do solo. Seleccionamos 20 indivíduos em microhabitats abertos e 30 em microhabitats sombreados. Contabilizamos os capítulos e rametes pseudovivíparos de agosto de 2016 a março de 2017, e determinamos a umidade do solo no mesmo período. A reprodução ocorreu predominantemente na forma de rametes pseudovivíparos suspensos, o que proporciona trocas de água e nutrientes entre ramete e planta-mãe e aumenta as chances de sobrevivência dos dois. A produção de capítulos e o recrutamento de rametes não diferiram nos dois microhabitats. A produção de capítulos foi positivamente correlacionada com a umidade do solo, independente do microhabitat. O recrutamento de rametes pseudovivíparos foi negativamente correlacionado com a umidade do solo e independente do microhabitat. Sendo assim, essa forma de propagação clonal é uma importante estratégia nesse ambiente por permitir semelhante produção e recrutamento nos diferentes microhabitats presentes.

Palavras-chave: Campos rupestres, heterogeneidade de microhabitats, reprodução clonal, “sempre-viva”.

Abstract

Pseudovivipary is a rare kind of clonal reproduction in which the center of the inflorescence of the individuals are originated ramets instead of floral organs, through the growth of meristematic cells, and occurs in seasonal environments with brief favorable periods to growth and reproduction. As individuals grow in contrasting microhabitats as to the availability of water in the soil, this is the first work that investigated whether the production of flower head and the recruitment pseudoviviparous ramets of *Comanthera nivea* (Eriocaulaceae) are larger in shaded microhabitats and of both dependent on soil moisture. We selected 20 individuals in open microhabitats and 30 in shaded. We counted the flower head and the pseudoviviparous ramets from August 2016 to March 2017, and determine the soil moisture. The reproduction occurred, mostly, in the form of suspended pseudoviviparous ramets, which provides exchange between ramets and parental rosette and increases the chances of survival to both. The production of flower head and the recruitment pseudoviviparous ramets were not different in both microhabitats. The production of flower head was positively correlated with soil moisture, independent of the microhabitat. The recruitment pseudoviviparous ramets were negatively correlated with soil moisture and independent of the microhabitat. Thus, this form of clonal propagation is an important strategy in this environment because it allows similar production and recruitment in the different microhabitats present.

Key words: Rupestrian grasslands, microhabitats heterogeneity, clonal reproduction, Pseudovivipary, "sempré-viva".

Introdução

A sobrevivência dos indivíduos no ambiente depende da capacidade de reprodução, e das taxas de mortalidade e crescimento (Gadgil & Bossert 1970; Harper & White 1974). Os padrões de reprodução das plantas e o investimento nas estruturas reprodutivas, bem como os diferentes modos de propagação podem variar de acordo com as espécies e as restrições genéticas dos indivíduos. Estes padrões reprodutivos podem apresentar plasticidade fenotípica, conferindo maior valor adaptativo. A estratégia reprodutiva adotada será a que mais favorecer o indivíduo que foi exposto à variações ambientais, como incidência de luz, vento, seca, escassez de nutrientes, e a diversos aspectos do ambiente ao longo do tempo (Grace 1993).

Os ambientes de campos rupestres apresentam alta lixiviação, solos pobres em nutrientes, alta saturação de alumínio e baixo teor de potássio, cálcio, magnésio e fósforo (Silveira *et al.* 2015), relevo íngreme, presença de rocha nua, intensa radiação solar e baixa retenção de água (Dutra *et al.* 2008). Esses ambientes apresentam variação em pequenas escalas espaciais (centímetros), como por exemplo, maior porcentagem de água nos solos com o sombreamento e maior cobertura vegetal do que nos solos que apresentam maior incidência de radiação solar (Coelho *et al.* 2005; 2008). A alta riqueza florística é explicada pela proximidade física dos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, diversidade dos solos, heterogeneidade de habitats e isolamento das ilhas de vegetação (Silveira *et al.* 2015), o que o torna único (Dutra *et al.* 2008). Esse ambiente parece ter sido cenário ideal para a evolução da pseudoviviparidade em *Leiothrix* (Coelho *et al.* 2008) e provavelmente em *Comanthera*, ambos gêneros presentes nos campos rupestres e pertencentes à família Eriocaulaceae.

A pseudoviviparidade é um tipo raro de reprodução clonal em que plantas produzem propágulos assexuados no lugar de estruturas reprodutivas sexuadas (Coelho *et al.* 2005). No centro da inflorescência das espécies que realizam esse tipo de reprodução, origina-se um ramete ao invés de órgãos florais (Grace, 1993; Elmqvist & Cox 1996), provenientes de células meristemáticas (Silva 2012). A reprodução pseudovivípara pode ser observada em ambientes marinhos e terrestres (Sinclair 2015), ocorrendo principalmente em locais que possuam recursos escassos, sazonalidade e curtos períodos favoráveis para germinação e estabelecimento da prole, como nos campos rupestres (Elmqvist & Cox 1996; Lee & Harmer 1980). Nada se sabe sobre a

origem do meristema (Silva 2012) bem como dos mecanismos moleculares que regem a pseudoviviparidade (Sinclair 2015; Wang *et al.* 2010). Essa reprodução clonal pode ocorrer principalmente em resposta a um curto período propício para o crescimento (Coelho *et al.* 2005; 2007; Elmqvist & Cox, 1996), em ambientes que apresentam alta sazonalidade (Silva 2012) pois a ligação permanece entre os indivíduos, possibilitando a troca de recursos (Coelho *et al.* 2006).

A persistência da união pode ser determinada como um tipo de cuidado parental (Coelho *et al.* 2006), pois é capaz de favorecer o estabelecimento dos rametes em diferentes microhabitats típicos dos campos rupestres (Coelho *et al.* 2008), os quais podem se desenvolver em condições diferentes daquelas encontradas pela planta-mãe (Gutschow-Bento *et al.* 2010), como luminosidade incidente e umidade do solo. Essa conexão também é responsável por diminuir a mortalidade de rametes jovens nos solos de baixa umidade (Coelho *et al.* 2006; 2007; Cook 1985) e de aumentar as chances de sobrevivência nesses ambientes com limitados recursos (Gutschow-Bento *et al.* 2010). O ramete torna-se independente da planta-mãe para a aquisição de seus recursos após enraizar e estar bem estabelecido no solo (Coelho *et al.* 2006; Gutschow-Bento *et al.* 2010), o que ocorre somente em condições ambientais favoráveis (Elmqvist & Cox 1996), e também pode ser considerado como um meio de dispersão (Grace 1993; Coelho *et al.* 2005).

Foram descritas duas formas de crescimento pseudovivíparo para a família Eriocaulaceae: “pseudovivípara formadora de copa”, onde surge um ramete na maioria dos capítulos, que permanecem suspensos sobre a vegetação formando uma espécie de “copa”; e “pseudovivípara enraizada” onde os capítulos tocam o solo e formam rametes enraizados, podendo ou não romper os escapos florais no final da estação reprodutiva (Coelho *et al.* 2005). Algumas espécies de Eriocaulaceae podem apresentar combinações desses modos de crescimento pseudovivíparo (Coelho *et al.* 2006; 2007; 2008). Nas espécies de Eriocaulaceae que apresentam estratégias pseudovivíparas ocorre substituição total ou parcial de flores por rametes. O recrutamento via banco de sementes somente ocorre após o fogo, para o restabelecimento das populações (Neves, 2012). Esta família é típica da vegetação campo rupestre, os quais são considerados o centro de sua diversidade genética, apesar de possuir distribuição pantropical (Giulietti & Hensold, 1990).

Comanthera nivea (Bong.) L. R. Parra & Giulietti pertence à família Eriocaulaceae (Parra *et al.* 2010) e apresenta reprodução pseudovivípara (observação pessoal feita por G. R. Demterio 2014). É uma planta nativa e endêmica da região sudeste do Brasil (Sano *et al.* 2015). As espécies de *Comanthera* são as que apresentam maior valor econômico dentro da família Eriocaulaceae, e são comumente chamadas de “sempre-vivas” (Corredor 2016; Neves 2012; Parra *et al.* 2010). Este nome popular é devido as suas inflorescências pouco se alterarem após serem colhidas e desidratadas para fins artesanais (Giulietti *et al.* 1984).

Comanthera nivea é encontrada crescendo comumente em microhabitats sombreados, assim caracterizados por apresentarem solo arenoso com manchas de vegetação e rochas acima do solo que provocam sombreamento nas rosetas. Essa espécie também é encontrada crescendo em microhabitats abertos, assim determinados por apresentarem solo arenoso visível e rochas acima do solo que não provocam sombreamento nas rosetas. Como os indivíduos crescem em microhabitats contrastantes quanto à disponibilidade de água no solo, esse é o primeiro trabalho que tem como objetivo investigar o efeito da umidade do solo e o sombreamento e incidência de radiação na reprodução pseudovivípara em rosetas de *C. nivea* presentes em microhabitats abertos e sombreados dos campos rupestres. Para tal, foram estabelecidas as seguintes hipóteses: 1) O número de capítulos será maior em áreas sombreadas, pois estas possuem solo mais úmido; e 2) O número de rametes pseudovivíparos será maior em áreas sombreadas, pois estas possuem solo mais úmido.

Materiais e Métodos

Espécie de estudo

Comanthera L. B. Sm. foi recentemente restabelecido de duas seções de *Syngonanthus* Rhuland e circunscrito em 2010 por Parra e colaboradores. Reúne 35 espécies, das quais 23 estão presentes nos campos rupestres (Corredor 2016) e as demais no cerrado ou nas restingas das várias montanhas da América do Sul (Parra *et al.* 2010). Muitas das espécies são micro-endêmicas (Barreto 2012; Parra *et al.* 2010) e raras (de um conjunto de serras, de uma serra ou de parte de uma única serra) (Parra *et al.* 2010). Elas sofrem de grande extração comercial *in situ* (Parra *et al.* 2010). Como consequência, muitas de suas espécies são hoje ameaçadas de extinção (Echternacht *et al.* 2012; Parra *et al.* 2010).

A espécie *C. nivea* possui distribuição nos ambientes rupestres pertencentes às serras da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais, Serra da Mantiqueira em São Paulo (Parra *et al.* 2010), Serra da Bocaina (Demetrio *et al.* 2014). A espécie também está presente nos campos rupestres da Serra do Lenheiro (observação pessoal). Apresenta reprodução sexuada, rizomatoza (Parra *et al.* 2010) e pseudovivípara (observada por Demetrio) (Fig. 1). A polinização é feita por insetos, especialmente Diptera e Coleoptera (Parra *et al.* 2010). Estudos mostraram que as populações apresentam baixa variabilidade genética e morfológica (Neves 2012; Parra *et al.* 2010), apresentando poucos indivíduos.

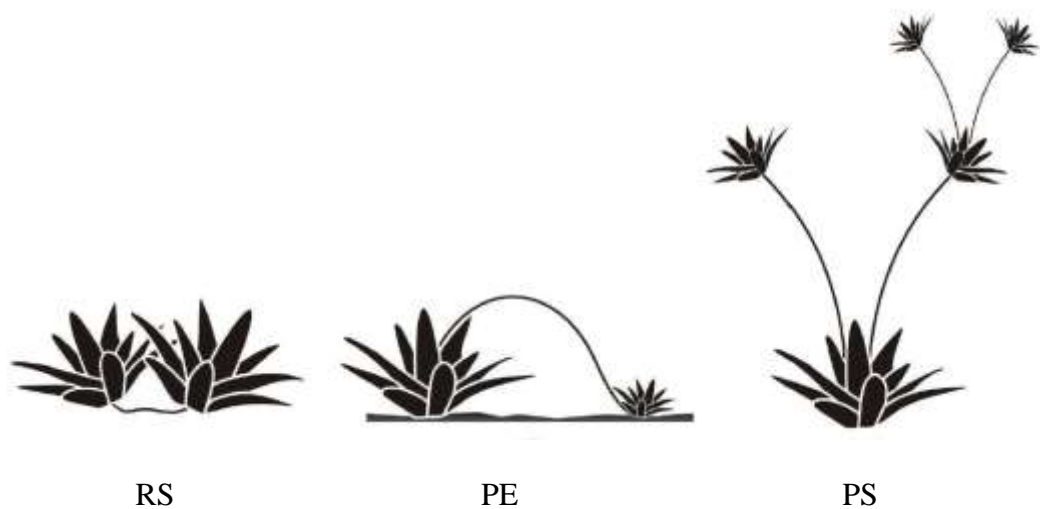


Fig. 1: Ilustração esquemática das diferentes estratégias de reprodução que ocorrem em espécies pseudovivíparas e ocorreram em *Comanthera nivea* (Eriocaulaceae). RS = rizomatoza apresentando duas rosetas ligadas; PE = pseudovivípara com ramete já enraizado; PES = pseudovivípara com ramete suspenso (pseudovivípara formadora de “copa”) (Coelho *et al.* 2007).

C. nivea (Fig. 2) é caracterizada morfológicamente por seu hábito de crescimento em forma de roseta, das quais surgem escapos florais que podem ser ereto, flexível ou torcido. Eles apresentam inflorescências do tipo capítulo, com cores claras, brácteas externas e produzem numerosas flores tanto masculinas quanto femininas por fase reprodutiva (Parra *et al.* 2010). As rosetas ocorrem tanto em solo arenoso exposto (denominados como microhabitats abertos) quanto em solo com cobertura vegetal (denominados como microhabitats sombreados).



Fig. 2: *C. nivea* (Eriocaulaceae). Note o crescimento em forma de roseta (seta preta), a emissão dos escapos florais (seta amarela), os capítulos de cor clara (seta branca) e os rametes pseudovivíparos presentes (círculo vermelho). Foto: Maria Tereza Rodrigues.

Os microhabitats abertos são aqui classificados por apresentarem solo arenoso vivível e rochas acima do solo que não provocam sombreamento na maior parte do dia nas rosetas. Já os microhabitat sombreados são aqui caracterizados por apresentarem solo arenoso com manchas de *Campylopus sp.* (Dicranaceae) (Fig. 3) e rochas que provocavam sombreamento na maior parte do dia nas rosetas.



Fig. 3: Rosetas de *C. nivea* (Eriocaulaceae) no microhabitat sombreado (seta branca). Note a presença de manchas da briófito *Campylopus sp.*(Dicranaceae) (seta vermelha). Foto: Maria Tereza Rodrigues.

Área de Estudo

As populações dos campos rupestres sofrem com atividades antrópicas realizadas no local (Neves 2012; Rapini *et al.* 2008; Souza *et al.* 2010) como mineração, garimpo, agricultura, pecuária (Costa *et al.*2008), fogo (Neves 2012; Parra *et al.*2010; Silveira *et al.* 2015), erosão das trilhas nas serras por veículos *off-road* e bicicletas (Barbosa *et al.* 2015) e a crescente perda de habitat (Andrade 2012).

O estudo foi conduzido em áreas de campo rupestre na Serra do Lenheiro (Rapini *et al.* 2008; Vasconcelos 2011), em torno das coordenadas 21°09'360"S e 44°18'452"W. O clima da região, segundo a classificação de Koppen é Cwb, representado por um clima tropical de altitude com invernos secos e verão úmido (Alvares *et al.* 2013). Apresenta temperaturas mínimas variando entre 10 e 17°C e máximas variando entre 23 e 28°C. A cobertura vegetal da Serra do Lenheiro é composta por extratos arbóreos, arbustivos, herbáceos e gramíneos (Barbosa *et al.*2015), entremeados de rochas (Fig. 4), influenciados pelos domínios fitogeográficos Mata Atlântica e Cerrado (Vasconcelos 2011).



Fig. 4: Paisagem da área de estudo, evidenciando a vegetação composta por estratos arbóreos, arbustivos, herbáceos e gramíneos, e as rochas de grandes proporções. Foto: Maria Tereza Rodrigues.

Mensuração das variáveis reprodutivas

De agosto de 2016 a março de 2017, foram feitas medições em rosetas de *C. nivea*. Instalamos quatro plots, selecionamos um total de 50 indivíduos: 30 estavam presentes nos microhabitats sombreados (Fig. 4), 15 em cada plot (parcela); e 20 presentes nos microhabitats abertos, com 10 em cada plot. As rosetas foram marcadas com plaquinhas de papel plastificado e fixadas em hastes de madeira. A cada excursão ao campo foram contabilizados o número de capítulos e o número de rametes pseudovivíparos produzidos por indivíduo.

Mensuração da umidade do solo

Dentro de cada parcela foram coletados amostras de solo para avaliar a umidade do mesmo. O solo foi coletado nos primeiros 15 cm para a obtenção da quantidade de gramas de água (umidade do solo). Este foi colocado em sacos plásticos e levado para o laboratório para ser aferido o peso úmido em balança analítica (0,1g de precisão). Em seguida, o solo foi colocado em sacos de papel, postos na estufa a 70° C por 72h e pesados novamente para a obtenção do peso seco. O valor da porcentagem de água no solo foi resultado da seguinte equação, onde P.U. = Peso Úmido; P.S. = Peso Seco:

$$\left(\frac{(P.U. - P.S.)}{P.U.} \right) \times 100$$

Análise dos dados

Utilizou-se Teste t para averiguar se existia diferença na produção de capítulos e no recrutamento de rametes pseudovivíparos nos dois microhabitats. Para analisar se a produção de capítulos e o recrutamento de rametes pseudovivíparos eram maiores nos microhabitats sombreados e se variavam com a umidade do solo, utilizou-se GLM (Modelos Lineares Generalizados). Os dados foram analisados no Software R (versão 3.3.1), pacote RT4Bio (Crawley 2007).

Resultados

Nossos resultados indicaram que a reprodução pseudovivípara em *C. nivea*, ocorreu na forma de rametes suspensos, com poucos enraizamentos. As seguintes fases da pseudoviviparidade suspensa foram encontradas: roseta-mãe com ramete suspenso e sem capítulo (Fig. 5); roseta-mãe com ramete suspenso e com capítulo (Fig. 6); roseta-mãe com ramete enraizado e sem capítulo (Fig. 7); e roseta-mãe com ramete enraizado e com capítulo (Fig. 8). Os raros rametes que enraizaram em *C. nivea* foram observados somente após eventos chuvosos, e continuaram conectados à planta-mãe. Foram observadas cinco rosetas formando clones com duas rosetas ligadas por rizoma. Em todo o período amostrado nesse estudo, as rosetas apresentaram capítulos e rametes pseudovivíparos.



Fig. 5: Rametes suspensos (setas brancas) de *Comanthera nivea* (Eriocaulaceae) sem a presença de capítulos. Foto: Guilherme Demetrio.



Fig. 6: Roseta de *Comanthera nivea* (Eriocaulaceae) apresentando uma das fases da pseudoviviparidade: roseta-mãe (seta branca) possui ramete suspenso (retângulo vermelho) com a presença de capítulos. Fonte: Maria Tereza Rodrigues.

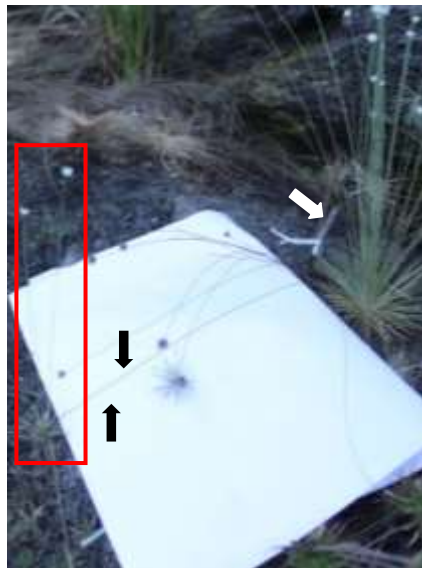


Fig. 7: Roseta de *Comanthera nivea* (Eriocaulaceae) apresentando uma das fases da pseudoviviparidade: roseta-mãe (seta branca) possui ramete enraizado (retângulo vermelho) com a presença de capítulos. Note a ligação feita entre ramete e roseta-mãe através do escapo floral (setas pretas). Fonte: Maria Tereza Rodrigues.

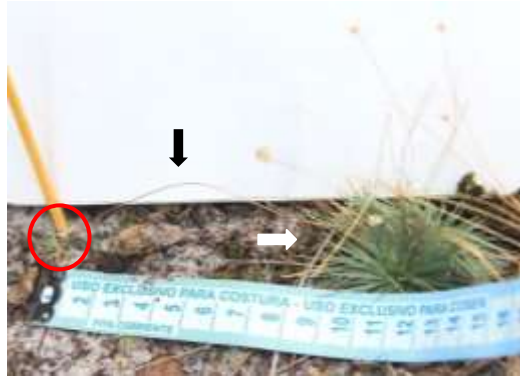


Fig. 8: Roseta de *Comanthera nivea* (Eriocaulaceae) apresentando uma das fases da pseudoviviparidade: roseta-mãe (seta branca) possui ramete enraizado (círculo vermelho) sem a presença de capítulos. Note a ligação feita através do escapo floral (seta preta). Fonte: Maria Tereza Rodrigues.

O número total de capítulos produzidos foi de 9809 e o de rametes pseudovivíparos suspensos foi de 994. A área aberta apresentou menor variação na produção de capítulos que a área sombreada (Fig. 9), com valor máximo de produção próximo a 600 e valor mínimo próximo à 100 capítulos nos microhabitats abertos. Já os microhabitats sombreados apresentaram valor máximo próximo a 1200 e valor mínimo próximo à 100. As medianas apresentaram valores próximos, sendo esse um indício de que as duas áreas não apresentam diferenças estatísticas. Ao realizar o Teste t , verificou-se que não existe diferença significativa na produção de capítulos entre os dois microhabitats ($t = 2,47$; $p = 0,15$).

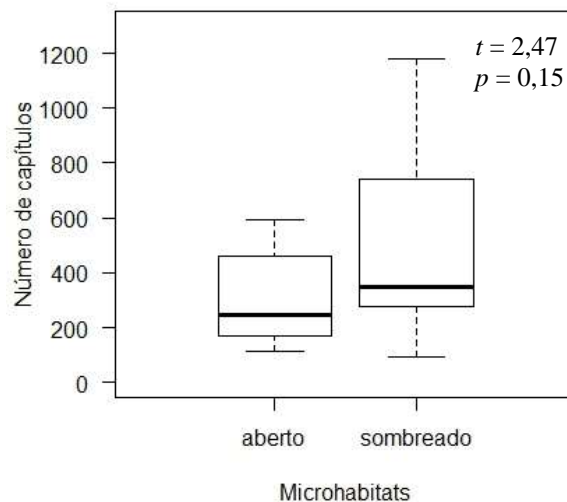


Fig. 9: Não houve variação na produção de capítulos em *Comanthera nivea* (Eriocaulaceae) nos microhabitats aberto e sombreado dos campos rupestres na Serra do Lenheiro. Note a semelhança entre as medianas das duas caixas e o alto valor de p .

As duas áreas apresentaram variação similar no recrutamento de rametes pseudovivíparos (Fig. 10). O valor máximo na área sombreada foi próximo a 90 e o valor mínimo próximo a 20. Já o microhabitat sombreado apresentou valor máximo próximo à 70 e o valor mínimo em torno de zero. As medianas também apresentaram valores próximos, também um indício de que as duas áreas não apresentam diferenças estatísticas. Ao realizar o Teste t , verificou-se que não existe diferença significativa no recrutamento de rametes pseudovivíparos suspensos entre os dois microhabitats ($t = -1,82$; $p = 0,95$).

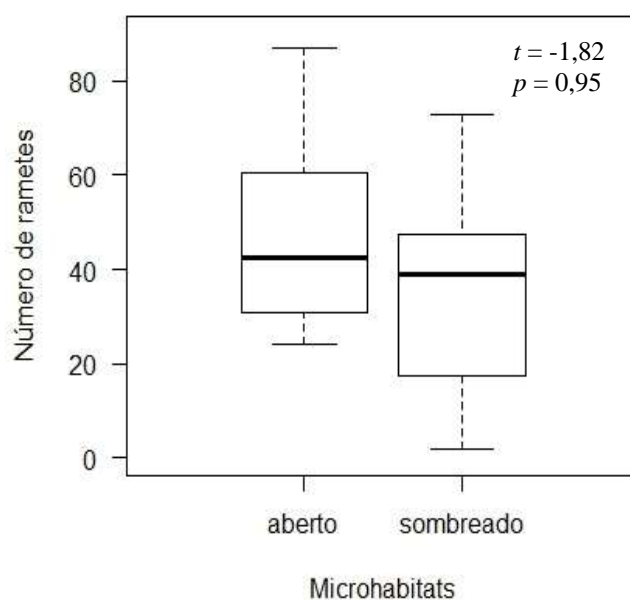


Fig. 10: Não houve variação estatística no recrutamento de rametes pseudovivíparos em *Comanthera nivea* (Eriocaulaceae) nos microhabitats aberto e sombreado dos campos rupestres da Serra do Lenheiro. Note a semelhança entre as medianas das duas caixas e o alto valor de p .

Existiu relação entre o número de capítulos e a umidade do solo ($R^2 = 0,46$; $p < 0,01$; $n = 24$). O número de capítulos variou em função da umidade do solo (Capítulos = $151,5 + 19,3 * \text{umidade no solo (\%)}$), independente de o microhabitat ser aberto ou sombreado (Fig. 11).

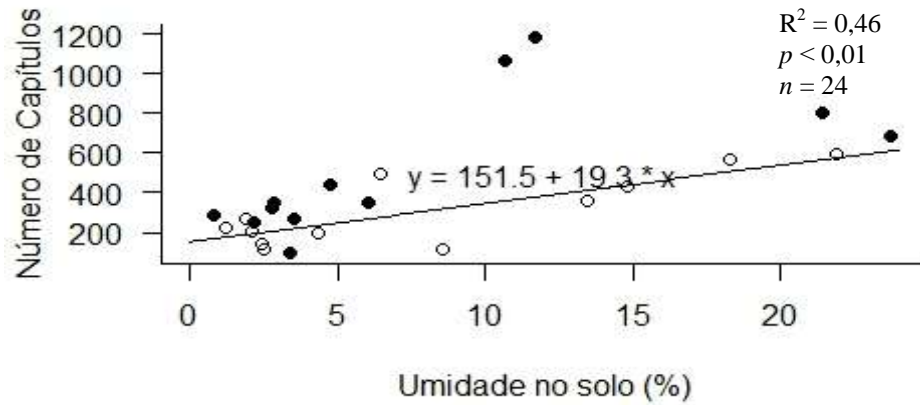


Fig. 11: Relação entre número de capitulos e umidade do solo. Círculos abertos: microhabitats abertos; e círculos fechados: microhabitats sombreados.

Existiu relação entre o recrutamento de rametes pseudovivíparos e a umidade do solo ($r^2 = -0,35$; $p < 0,01$; $n = 24$). O recrutamento de rametes pseudovivíparos variou em função da umidade do solo (Rametes = $54,9 - 1,7 * \text{umidade no solo} (\%)$), independente de o microhabitat ser aberto ou sombreado (Fig. 12).

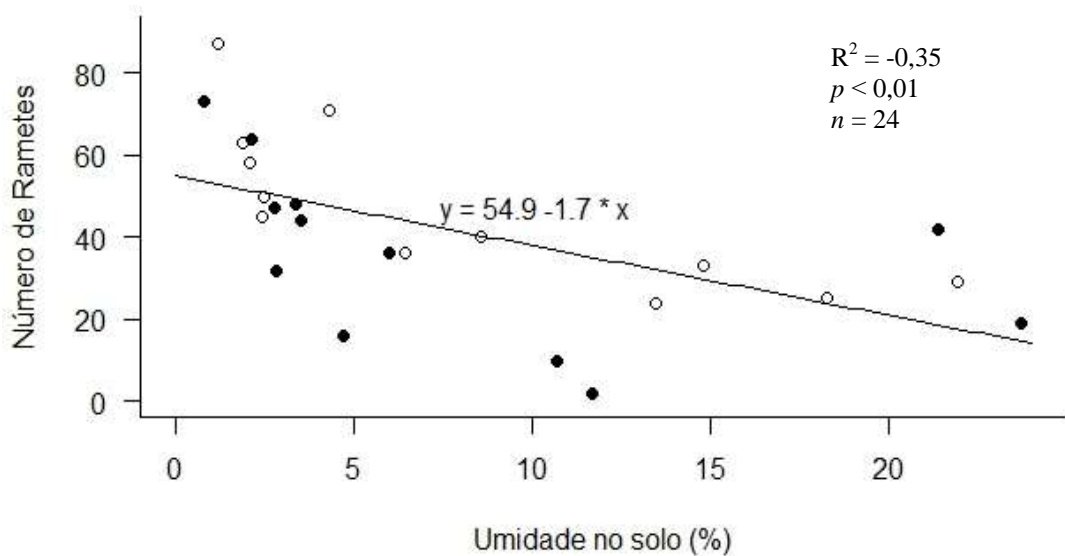


Fig. 12: Relação entre recrutamento de rametes pseudovivíparos e umidade do solo. Círculos abertos: microhabitats abertos; e círculos fechados: microhabitats sombreados.

Discussão

A espécie *C. nivea* apresentou reprodução pseudovivípara suspensa, com poucos rametes enraizados. Ela também é capaz de realizar reprodução rizomatoza (Demetrio *et al.* 2014) e sexuada (Parra *et al.* 2010). Espécies que podem realizar a pseudoviviparidade, nem sempre o fazem, pois esta forma de reprodução clonal é dependente das influências dos fatores ambientais (Coelho *et al.* 2005).

A produção de capítulos e o recrutamento de rametes pseudovivíparos foram iguais nos dois microhabitats. Isso demonstra o ajuste desses indivíduos (Begon *et al.* 2007; Weiner 2004) aos contrastantes microhabitats estudados quanto a luminosidade incidente e a umidade do solo. É provável que o estímulo da produção de capítulos e do recrutamento dos rametes pseudovivíparos nos microambientes sombreados foi proporcionado pela maior umidade. O sombreamento e as manchas de *Campylopus sp.* (Dicranaceae) resultaram em maior umidade no solo nesses ambientes, além da presença dessa briófito aumentar a infiltração de água no solo e poder enriquecer a fertilidade do mesmo. De maneira análoga, o estímulo na produção de capítulos e recrutamento de rametes pseudovivíparos nos microambientes abertos pode ter sido em função da maior incidência de radiação solar, que resultaria no aumento da taxa de fotossíntese nesses ambientes. Possivelmente, esses diferentes estímulos, disponibilizados pelo microhabitat específico, proporcionaram similar produção de capítulos e recrutamento de rametes pseudovivíparos suspensos nos diferentes microhabitats.

O aumento da umidade do solo influenciou positivamente a produção de capítulos e negativamente o recrutamento de rametes, independente do microhabitat. A disponibilidade hídrica periódica afeta diretamente a fenologia de plantas tropicais e subtropicais. Algumas plantas apresentam necessidade de passar por períodos secos para responder com maior sucesso reprodutivo a um posterior aumento de umidade. As condições mais secas podem também acelerar o início da fase reprodutiva (Larcher 2006 apud Gütschow-Bento 2007). Por outro lado, o aumento da disponibilidade de água no ambiente pode resultar em aumento nas inflorescências de algumas espécies (Gütschow-Bento 2007). Deste modo, com o início da escassez de água, o aumento do investimento das rosetas de *C. nivea* no recrutamento de rametes pode ter ocorrido para garantir a sobrevivência do indivíduo. Em contra partida, com o aumento da umidade,

as rosetas de *C. nivea* puderam investir em produção de capítulos, além de somente nesse período ter sido observado o enraizamento de seus rametes.

Os rametes permaneceram suspensos pelos escapos florais durante todo o tempo do estudo. Os escapos possuem função de estolão quando os capítulos dão origem a rametes nas espécies pseudovivíparas (Coelho *et al.* 2005). Estas estruturas servem de ligação para troca de nutrientes entre os rametes e a roseta-mãe (Cook 1985). A persistência da união através do escapo representa um cuidado parental entre roseta-mãe e ramete (Coelho *et al.*, 2006; Elmqvist & Cox 1996), e provavelmente ocorreu para aumentar as chances de sobrevivência dos clones nesse ambiente (Gutschow-Bento *et al.* 2010). A união só é mantida até que os custos superem os benefícios para a roseta-mãe (Coelho *et al.* 2006) e pode ser rompida através de esforço mecânico ou degradação natural (Figueira & Sarto 2007).

Os indivíduos dessa espécie ocorreram, preferencialmente, em locais com vegetação esparsa, que apresentam espaço para a fixação de seus rametes. Entretanto, os solos dos campos rupestres são arenosos e secos (apresentaram baixa umidade), o que dificultou o estabelecimento de rametes pseudovivíparos (Coelho *et al.* 2008). Os raros rametes que enraizaram foram observados somente após eventos chuvosos, tendo em vista que o enraizamento somente ocorre em solos com elevada umidade (Coelho *et al.* 2006). Tais rametes continuaram conectados à planta-mãe, provavelmente recebendo recursos por ela captados já que os escapos possibilitam a troca de recursos entre roseta-mãe e ramete (Coelho *et al.* 2005).

Conclusão

O seguinte estudo demonstrou que *C. nivea* também se propaga por reprodução pseudovivípara suspensa, além das formas já conhecidas rizomatosa e reprodução sexual. Os indivíduos dessa espécie conseguem se ajustar aos microhabitats abertos e sombreados dos campos rupestres da Serra do Lenheiro de maneira semelhante, com similar produção de capítulos e recrutamento de rametes pseudovivíparos. Nos períodos de maior escassez de água, as rosetas investiram no recrutamento de rametes para garantir a sobrevivência. Já nos períodos de maior umidade do solo, elas investiram na produção de capítulos e no enraizamento dos rametes. Sendo assim, esta é uma importante estratégia de propagação vegetativa em *C. nivea* nos diferentes microhabitats dos campos rupestres da Serra do Lenheiro. Postergar a união entre a planta-mãe e os

rametes pode ser um lucrativo mecanismo para a manutenção e sobrevivência da espécie em ambientes semelhantes aos dessa Serra.

Referências Bibliográficas

Alvarez C. A., Stape J. L., Sentelhas P. C., Gonçalves J. L. M., Sparovek G. (2014) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* **22**: 711 – 728. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf.

Andrade L. R. (2012) Sistemática de *Comanthera* e de *Syngonanthus* (Eriocaulaceae). (Tese de doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-01052013-125358/pt-br.php>.

Barbosa H. S. L., Teixeira P. H. S., Campos A. C., Figueiredo M. A., Rocha L. C., Negreiros A. B. (2015) Aspectos da degradação ambiental de uma trilha recreacional na Serra do Lenheiro, São João del-Rei, MG. *Territorium Terram* **3**: 32 – 40. Disponível em: http://www.seer.ufsj.edu.br/index.php/territorium_terra/article/view/1082.

Barreto L. C. (2012) Estudos em Eriocaulaceae: caracterização morfológica do tegumento e germinação de sementes. (Tese de mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/TJAS-8TYH87>.

Begon M., Townsend C. R., Harper J. L. (2007) *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. **4 ed.**, Porto Alegre: Artmed.

Coelho F. F., Neves A. C. O., Capelo C., Figueira J. E. C. (2005) Pseudovivipary in two rupestrian endemic species (*Leiothrix spiralis* and *Leiothrix vivipara*). *Current Science* **88**: 1225 – 1226. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ana_Neves16/publication/257522949_Pseudovivi_Pseu_in_two_rupestrian_endemic_species_Leiothrix_spiralis_and_Leiothrix_vivipara/lin/0046352559316872f1000000.pdf.

Coelho F. F., Capelo C. D. L., Neves A. N. O., Figueira J. E. C. (2007) Vegetative propagation strategies of four rupestrian species of *Leiothrix* (Eriocaulaceae). *Revista Brasileira de Botânica* **30**: 687 – 694. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbb/v30n4/12.pdf>.

Coelho F. F., Capelo C., Neves A. C. O., Martins R. P., Figueira J. E. C. (2006) Seasonal Timing of Pseudoviviparous Reproduction of *Leiothrix* (Eriocaulaceae)

Rupestrian Species in South-eastern Brazil. *Annals of Botany* **98**: 1189 – 1195. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17028298>.

Coelho F. F., Capelo C., Ribeiro L. C., Figueira E. C. (2008) Reproductive modes in *Leiothrix* (Eriocaulaceae) in South-eastern Brazil: the role of microenvironmental heterogeneity. *Annals of Botany* **101**: 353 – 360. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aob/mcm289>.

Cook R. E. (1985) Growth and development in clonal plant population. *Population biology and evolution of clonal organisms* 259 – 296. Disponível em: https://www.fws.gov/southwest/es/documents/R2ES/LitCited/LPC_2012/Cook_1985.pdf.

Corredor B. A. D. (2016) *Anatomia de espécies de brasileiras de Eriocaulaceae: Comanthera e Syngonanthus*. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/132880>.

Costa F. N., Trovó M., Sano P. T. (2008) Eriocaulaceae na Cadeia do Espinhaço: riqueza, endemismo e ameaças. *Megadiversidade* **04**: 89 – 97. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcelo_Trovo/publication/273758963_Eriocaulaceae_na_Cadeia_do_Espinhaco_riqueza_endemismo_e_ameacas_Megadiversidade_489-97/links/550aad670cf290bdc10fe737/Eriocaulaceae-na-Cadeia-do-Espinhaco-riqueza-endemismo-e-ameacas-Megadiversidade-489-97.pdf.

Crawley M. J. (2007) *The R Book*. John Wiley & Sons. Disponível em: <ftp://ftp.tuebingen.mpg.de/pub/kyb/bresciani/Crawley%20-%20The%20R%20Book.pdf>.

Demetrio G. R., Barbosa M. E. A., Coelho F. F. (2014) Water level-dependent morphological plasticity in *Sagittaria montevidensis* Cham. and Schl. (Alismataceae). *Brazilian Journal of Biology* **74**: 199 – 206. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25627386>.

Dutra V. F., Garcia F. C. P., Lima H. C., Queiroz L. P. (2008) Diversidade florística de Leguminosa e Adans. em áreas de campos rupestres. *Megadiversidade* **04**: 117 – 125. Disponível em:

http://www.conservation.org/global/brasil/publicacoes/Documents/megadiversidade_espinha.pdf.

Echternacht L., Sano P. T. (2012) A new *Comanthera* (Eriocaulaceae) from th Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Britônica*, **64**: 30 – 34. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12228-011-9196-y>.

Elmqvist T., Cox P. A. (1996) The evolution of vivipary in flowering plants. *Oikos*, **77**: 3 – 9. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3545579>.

Figueira J. E. C., Sarto M. C. L. D. (2007) Clonal growth and dispersal potential of *Leiothrix flagellaris* Rhuland (Eriocaulaceae) in the rock grasslands of Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* **30**: 679 – 686. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042007000400012.

Gadgil M., Bossert W. H. (1970) Life historical consequences of natural selection. *The American Naturalist* **104**: 1 – 24. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/2459070?seq=1#page_scan_tab_contents.

Giulietti A. M. (1984) Estudos taxonômicos do gênero *Leiothrix*Ruhl. (Eriocaulaceae). (Dissertação de Livre Docência) Universidade Federal de São Paulo.

Giulietti A. M., Hensold N. (1990) Padrões de distribuição dos gêneros de Eriocaulaceae. *Acta Botânica Brasílica* **04**: 133 – 159. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v4n1/v4n1a10.pdf>.

Grace, J. B. (1993) The adaptative significance of clonal reproduction in angiosperms: an aquatic perspective. *Elsevier Science Publishers* **44**: 159 – 180. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(93\)90070-D](https://doi.org/10.1016/0304-3770(93)90070-D).

Gütschow-Bento L. H., Castellani T. T., Lopes B. C., Godinho P. S. (2010) Estratégia de crescimento clonal e fenologia de *Syngonanthus chrysanthus* Ruhland (Eriocaulaceae) nas baixadas entre dunas da Praia da Joaquina, Florianópolis, SC, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, **24**: 205 – 213. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062010000100020>.

Harper J. L., White J. (1974) The demography of plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* **05**: 419 – 463. Disponível em: <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.es.05.110174.002223?journal=ecolsys.1>

Lee J. A., Harmer R. (1980) Vivipary, a reproductive strategy in response to environment stress? *Oikos*, **35**: 254 – 265. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3544433>.

Neves A. C. O. (2012) História de vida e efeitos do fogo em espécies de *Leiothrix* (Eriocaulaceae) com diferentes estratégias de propagação, na Serra do Cipó, MG. (Tese de doutorado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-8UER57>.

Parra L. R., Giulietti A. M., Andrade M. J. G., BERG C. (2010) Reestablishment and new circumscription of *Comanthera* (Eriocaulaceae). *Taxon* **59**: 1135–1146. Disponível em: <http://www.ingentaconnect.com/content/iapt/tax/2010/00000059/00000004/art00013>.

Rapini A., Ribeiro P. L., Lambert S., Pirani J. B. (2008) A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. *Magadiversidade* **04**: 16 – 24. Disponível em: http://www.inot.org.br/artigo/Rapini_et_al_2008_A_flora_dos_campos_rupestres_da_CCCade_do_Espinhaco.pdf.

Sano P. T., Giulietti A. M., Costa F. N., Trovo M., Echternacht L., Tissot-Squalli M. L., Watanabe M. T. C., Hensold N., Andrino C. O., Parra L. R. (2015) *Eriocaulaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB116366>.

Silva M. H. (2012) Estratégias reprodutivas de *Leiothrix vivipara* (Bong.) Ruhl (Eriocaulaceae) na Serra do Cipó (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8ULM67/marcos_hanashiro_e_silva__disserta__o_de_mestrado.pdf?sequence=1.

Silveira F. A. O., Negreiros D., Barbosa N. P. U., Buisson E., Carmo F. F., Cartensen D. W., Conceição A. A., Cornelissen T. G., Echternacht L., Fernandes G. W., Garcia Q. S., Guerra T. J., Jacobi C. M., Lemos-Filho J. P., Le Stradic S., Morellato L. P. C., Neves F. S., Oliveira R. S., Schaefer C. E., Viana P. L., Lambers H. (2015) Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. *Plant Soil***403**: 129 – 152. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2268/186070>.

Souza M. M., Ladeira T. M., Assis N. R. G. Campos A. E., Carvalho P. Louzada J. N. C. (2010) Ecologia de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no campo rupestre na área de proteção ambiental, APA, São José, Tiradentes, MG. *MG Biota***03**: 15 – 31. Disponível em: http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/MGBIOTA/mgbiotav3n2/biota%20v3%20n2%20miolo_baixa.pdf.

Vasconcelos, M. F. (2011) O que são campos rupestres e o campo de altitude nos topos de morro de montanhas do Leste do Brasil? *Brazilian Journal of Botany* **34**: 241 – 246. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042011000200012>.

Wang K., Tang D., Hong L., Xu W., Huang J., Li M., Gu M., Xue Y., Cheng Z. (2010) DEP and AFO Regulate Reproductive Habit in Rice. *PLoS Genetics* **06**: e1000818. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Yongbiao_Xue/publication/41166520_DEP_and_AFO_regulate_reproductive_habit_in_rice/links/0fcfd51080df9d767c000000.pdf.

Weiner J. (2004) Allocation, plasticity and allometry in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*,**06**: 207 – 215. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1433831904700773>.